

Kajian Limpasan Permukaan pada DAS Mampang Menggunakan Model SWAT

Arin Anggiarini¹⁾, Evi Anggraheni²⁾

Fakultas Teknik Program Pascasarjana S2 Universitas Indonesia

Email: arin.anggiarini@ui.ac.id¹⁾ evi.anggraheni@eng.ui.ac.id²⁾

DOI: <http://dx.doi.org/10.29103/tj.v13i1.864>

(Received: December 2022 / Revised: February 2023 / Accepted: March 2023)

Abstrak

Pemahaman mengenai proses dan besarnya limpasan yang terjadi beserta faktor yang mempengaruhinya sangat diperlukan sebagai acuan untuk pelaksanaan manajemen pada kawasan perkotaan yang lebih efektif. Studi ini dilakukan di DAS Mampang yang di dalamnya merupakan area Jakarta Selatan. Tujuan dari studi ini adalah untuk mengkaji besarnya limpasan di DAS Mampang menggunakan model SWAT (*Soil and Water Assessment Tool*). Data input yang digunakan dalam pemodelan SWAT yaitu *Digital Elevation Model* (DEM), peta tanah, peta penggunaan lahan dan data iklim serta debit observasi untuk keperluan kalibrasi dan validasi menggunakan perangkat lunak SWAT-CUP. Hasil studi ini menunjukkan bahwa rata-rata limpasan yang terjadi di DAS Mampang adalah sebesar 709 mm/bulan dengan curah hujan 1170 mm/bulan atau dengan koefisien limpasan sebesar 0,61 hal ini menunjukkan bahwa limpasan yang terjadi di DAS Mampang adalah sebesar 61% dari tinggi hujan yang terjadi.

Kata kunci: *Limpasan, DAS Mampang, SWAT, SWAT-CUP*

Abstract

An understanding of the process and amount of runoff that occurs as well as the factors that influence it are needed as a reference for urban areas management to be more effective. This study was carried out in the Mampang watershed located in Southern Jakarta. The purpose of this study is to assess the amount of runoff in the Mampang Watershed using the SWAT (*Soil and Water Assessment Tool*) model. The input data used in the SWAT modeling are the *Digital Elevation Model* (DEM), soil maps, land use maps and climate data as well as observation discharge for calibration and validation purposes using the SWAT-CUP software. The results of this study indicate that the average runoff that occurs in the Mampang Watershed is 709 mm/month with a rainfall of 1170 mm/month or with a runoff coefficient of 0.61. This shows that the runoff that occurs in the Mampang watershed is 61% of the rainfall that occurs.

Keywords: *Runoff, Mampang Watershed, SWAT, SWAT-CUP*

1. Latar Belakang

Pada siklus hidrologi, air meresap terinfiltrasi ke dalam tanah maupun mengalir ke sungai yang disebut dengan limpasan permukaan yang kemudian mengalir ke laut atau menguap ke atmosfer (Chow, et al., 1988). Siklus hidrologi merupakan proses kontinyu berawal dari air bergerak dari bumi ke atmosfer dan kemudian kembali ke bumi lagi (Triatmodjo, 2006). Komponen-komponen siklus hidrologi meliputi presipitasi, infiltrasi, evaporasi dan evapotranspirasi dan

limpasan permukaan (*runoff*) mempengaruhi keberadaan, pergerakan dan distribusi presipitasi di suatu daerah (Fletcher, et al., 2015).

Jika intensitas curah hujan melebihi laju infiltrasi, maka kelebihan air mulai berakumulasi sebagai suatu aliran lapirsan yang tipis yaitu limpasan permukaan (Seyhan, 1977). Limpasan air terjadi ketika intensitas curah hujan melebihi laju infiltrasi, sehingga kelebihan air berakumulasi sebagai suatu aliran menuju ke sungai. Peningkatan limpasan air akan berdampak pada peningkatan resiko banjir (Perera & Wijesekera, 2011). Koefisien limpasan (C) didefinisikan sebagai rasio volume air yang dialirkan terhadap volume total curah hujan selama periode tertentu (Machado & Mortene, 2022). Klasifikasi nilai koefisien limpasan mempunyai 4 (empat) kelas, yaitu rendah (<25%), normal (25-50%), tinggi (50-75%) dan ekstrem (>75%) (Miardini & Susanti, 2016).

Dinamika aktivitas perkotaan yang mengalami pembangunan yang masif dan memiliki area kedap air yang tinggi akan berdampak pada proses hidrologi alami, menghilangkan intersepsi, mengurangi retensi permukaan dan infiltrasi, serta meningkatkan debit limpasan (Guzha, et al., 2018). Pohon-pohon dan cekungan alami untuk menahan curah hujan diratakan, tanah tidak lagi bisa mencegah curah hujan sehingga air berubah cepat menjadi limpasan permukaan dan mempersingkat waktu konsentrasi limpasan (Asdak, 2018) yaitu waktu yang dibutuhkan limpasan untuk mencapai sungai yang kemudian akan mempengaruhi debit sungai. Debit sungai yang tinggi secara tidak wajar akan membanjiri kapasitas sungai melebihi daya tampungnya dan menyebabkan banjir (Abbaspour, et al., 2007). Debit sungai yang tinggi secara tidak wajar akan membanjiri kapasitas sungai melebihi daya tampungnya dan menyebabkan banjir. Tanah yang sehat diyakini mampu menampung air hingga 50% volume (Pazwash, 2016).

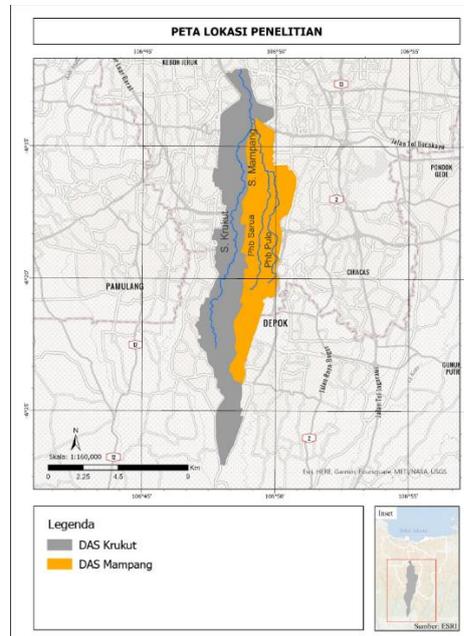
Provinsi DKI Jakarta memiliki lima wilayah kota dan satu kabupaten administrasi (Utami, 2018). Jakarta Selatan merupakan daerah imbuhan air tanah yang diarahkan sebagai fungsi pusat kegiatan tersier dan kawasan resapan air dalam Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Provinsi DKI Jakarta 2030, pun tidak lepas dari permasalahan limpasan serta ketersediaan kawasan resapan air yang setiap tahunnya terus menurun (Febrianti & Sofan, 2014). Satu-satunya DAS yang hampir seluruh areanya (90% luas DAS) berada di Jakarta Selatan adalah DAS Mampang. Pemahaman mengenai proses dan besarnya limpasan yang terjadi beserta faktor yang mempengaruhinya sangat diperlukan sebagai acuan untuk pelaksanaan manajemen air pada kawasan perkotaan yang lebih efektif (Daniel Schaffer, 2010), oleh karena itu dalam perencanaan pengelolaan sumber daya air diperlukan kajian besarnya limpasan permukaan yang merupakan masalah penting yang harus diprioritaskan.

2. Metode Penelitian

2.1 Lokasi Studi

Penelitian ini dilaksanakan di DAS Mampang yang terletak di kota Administrasi Jakarta Selatan. DAS Mampang merupakan Sub DAS dari DAS Krukut yang memiliki outlet pada hilir sungai Mampang menuju sungai Krukut yang terletak pada 106.81801000 E dan 6.23318480 S. Sungai Mampang dialiri oleh Sungai Mampang sepanjang 10,22 km yang juga dialiri oleh saluran penghubung (Phb) Pulo dan Sarua seperti diperlihatkan pada Gambar 1. Secara topografi, DAS Mampang berada pada ketinggian berkisar 1,9 meter di atas

permukaan laut (mdpl) sampai dengan 92,3 mdpl. Luas DAS Mampang berkisar 3777,48 Ha dengan area DAS yang masuk batas Provinsi DKI Jakarta sebesar 3285.87 Ha (86,99%) dan area DAS yang masuk batas Kota Depok sebesar 491,61 (13,01%).



Gambar 1 Lokasi penelitian

2.2 Soil and Water Assesment Tool (SWAT)

SWAT (*Soil and Water Assesment Tool*) adalah model yang digunakan dalam memprediksi pengaruh penggunaan lahan terhadap debit, sedimen, bahan-bahan kimia pertanian yang masuk ke sungai atau badan air pada suatu DAS. Model ini merupakan pengembangan dari model sebelumnya yaitu CREAMS dan *Universal Soil Loss Equation* (USLE) (Neitch, 2011). Model USLE merupakan model perhitungan erosi dan limpasan dengan menggunakan satu iterasi dan model CREAMS menggunakan iterasi yang lebih kompleks dengan menambahkan variasi perhitungan transportasi sedimen dan aliran permukaan, sedangkan model SWAT merupakan pengembangan lebih lanjut dari model tersebut. Model SWAT merupakan model semi distribusi yang memiliki kemampuan untuk melakukan simulasi pada skala terkecil dengan periode yang panjang dan dengan waktu yang singkat. Pendugaan limpasan pada model SWAT diprediksi pada tingkat HRU (*Hydrological Response Unit*). HRU adalah unit satuan lahan dengan unsur karakteristik Subbasin yang berpengaruh terhadap terjadinya limpasan. Setiap HRU akan memiliki informasi Subbasin, nomor HRU, jenis penutupan lahan, jenis tanah dan luas HRU. HRU didapatkan dari *overlay* peta tanah dan peta penggunaan lahan (Tariga, 2018). Konsep SWAT menggambarkan air hujan yang jatuh mengalir ke tanah dan jumlahnya melebihi laju infiltrasi, maka akan terjadi limpasan air permukaan yang dapat mengakibatkan terjadinya erosi dan sedimentasi (Swami and Kulkarni, 2016). SWAT menghitung laju limpasan puncak dengan metode rasional yang telah dimodifikasi. Siklus hidrologi pada lahan dihitung berdasarkan Persamaan 1 neraca air (Neitch, 2011) :

$$SW_t = SW_0 + \sum_{i=1}^{\infty t} (R_{day} - Q_{surf} - E_a - W_{seep} - Q_{gw}) \quad (1)$$

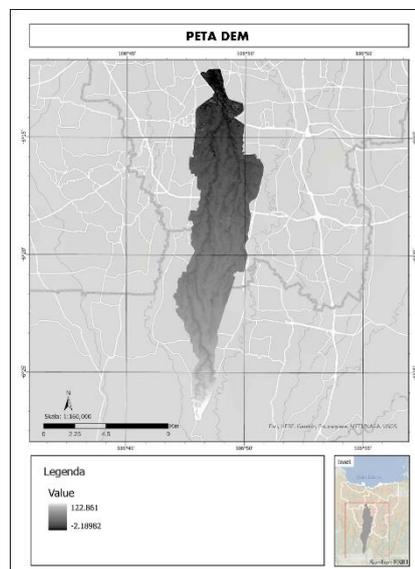
di mana SW_t adalah kadar air tanah akhir (mm H₂O), SW_0 adalah air tanah awal konten pada hari i (mm H₂O), t adalah waktu (hari), R_{day} adalah jumlah curah hujan pada hari i (mm H₂O), Q_{surf} adalah jumlah limpasan permukaan pada hari i (mm H₂O), E_a adalah jumlah evapotranspirasi pada hari i (mm H₂O), w_{seep} adalah jumlah air memasuki zona vadose dari profil tanah pada hari ke i (mm H₂O), dan Q_{gw} adalah besarnya arus balik pada hari i (mm H₂O).

2.3 Input Data

Bagian ini membahas data input yang digunakan dalam pemodelan SWAT yaitu *Digital Elevation Model* (DEM), peta tanah, peta penggunaan lahan dan data iklim serta debit yang diamati (observasi) untuk keperluan kalibrasi dan validasi menggunakan perangkat lunak SWAT-CUP.

2.3.1 Data DEM

Peta DEM yang sudah diproyeksikan ke UTM yang didapat dari <https://tanahair.indonesia.go.id/demnas/> dengan area yang mencakup lokasi penelitian. DEM Nasional dibangun dari beberapa sumber data meliputi data IFSAR (resolusi 5 m), TERRASAR-X (resolusi 5 m), dan ALOS PALSAR (resolusi 11,25 m) dengan menambahkan data Masspoint hasil *stereo-plotting*. Resolusi spasial DEMNAS adalah 0,27 *arcsecond* dengan datum vertikal EGM 2008.



Gambar 2 DEM DAS Mampang

2.3.2 Tata guna lahan

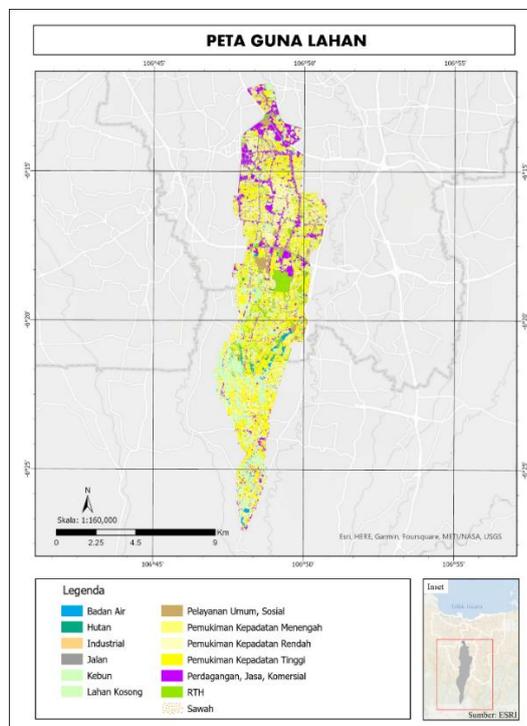
Pemodelan pada SWAT dipengaruhi pada seberapa rinci pendefinisian kategori penggunaan lahan (Chang, 2018). Peta guna lahan untuk DAS Mampang yang masuk pada area Provinsi DKI Jakarta bersumber dari Dinas Cipta Karya, Tata Ruang dan Provinsi DKI Jakarta tahun 2021 (lihat Tabel 1 dan Gambar 3) yang kemudian disempurnakan melalui pengamatan pada ESRI Imagery dan melakukan

on screen digitation. Sedangkan pendefinisian tutupan lahan DAS untuk area yang masuk Kota Depok menggunakan *supervised image classification tool* pada ArcGIS, dengan data citra Landsat 8 pada <http://earthexplorer.usgs.gov/>. Pengkodean tata guna lahan DAS Mampang disesuaikan dengan kaidah kode SWAT Peta guna lahan yang dimasukan berupa raster yang sudah diproyeksikan serta database kode guna lahan yang diolah pada Ms. Excel dan disimpan melalui format .csv sebagai lookup table dalam proses pemodelan.

Tabel 1. Tata guna lahan DAS Mampang Tahun 2021

No	Guna Lahan	CN	Luas (Ha)	%
1	Sawah	81	0.265382	0.003%
2	RTH	69	150.3352	1.690%
3	Hutan	61	2.278219	0.026%
4	Kebun	79	24.21554	0.272%
5	Lahan Kosong	69	824.7914	9.270%
6	Perdagangan, Jasa dan Komersial	92	966.5839	10.864%
7	Industri	88	17.78091	0.200%
8	Pelayanan Umum dan Sosial	92	329.2941	3.701%
9	Pemukiman Kepadatan Tinggi	85	2247.863	25.265%
10	Pemukiman Kepadatan Menengah	80	1126.003	12.656%
11	Pemukiman Kepadatan Rendah	75	2536.741	28.512%
12	Jalan	98	549.9025	6.181%
13	Badan Air	98	121.1206	1.361%
Total			8897.174	100.00%

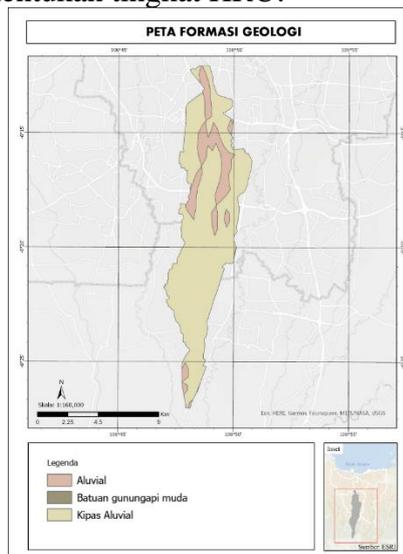
Sumber: Dinas Cipta Karya, Tata Ruang dan Provinsi DKI Jakarta



Gambar 3 Tata guna lahan DAS Mampang

2.3.3 Jenis tanah

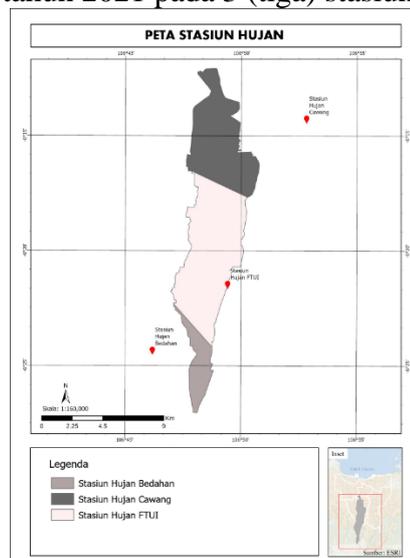
Peta tanah yang digunakan dalam penelitian ini adalah dari Pangan dan Pertanian Organisasi (<http://www.fao.org/geonetwork/srv/en/metadata.show?id=14116>) dengan skala 1:5.000.000. Peta dibagi menjadi beberapa polygon. Setiap poligon mengandung sifat yang berbeda dari tanah daerah penelitian tersebut seperti kelompok tanah hidrologi, konduktivitas hidrolis, tekstur tanah, dan lainnya sifat fisik dan kimia yang cocok dengan basis data tanah FAO. Poligon ini dipotong untuk mengidentifikasi dengan daerah aliran sungai kemudian direklasifikasi untuk definisi *Hydrological Response Units* (HRU). Data tanah digabungkan menggunakan proses ArcGIS dengan DEM, *Land-use*, dan kelas kemiringan ke dalam SWAT untuk menentukan tingkat HRU.



Gambar 4 Jenis tanah DAS Mampang

2.3.4 Data iklim

Pembuatan basis data iklim disusun dengan memasukkan data iklim pada *database*. Data curah hujan yang digunakan merupakan data curah hujan harian pada tahun 2010 hingga tahun 2021 pada 3 (tiga) stasiun hujan (Gambar 5).



Gambar 5 Lokasi stasiun hujan

Data klimatologi berupa temperatur, kelembaban, kecepatan angin, radiasi matahari tahun 2010 sampai dengan tahun 2021 diperoleh dari NASA pada laman <https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer>

2.3.5 Debit observasi

Debit observasi didapatkan dari hasil pengamatan debit sungai Krukut pada Stasiun AWLR Bendungan Hilir yang didapat dari BBWSCC (Balai Besar Wilayah Sungai Ciliwung Cisadane) untuk melihat pola kemiripan.

2.4 Simulasi SWAT

Simulasi SWAT dilakukan sebanyak 2 kali, yang pertama 1 Januari 2020 hingga 31 Desember 2021 untuk kalibrasi dan validasi dan yang kedua pada periode waktu antara 1 Januari 2010 hingga 31 Desember 2021 untuk mengetahui nilai limpasan berkala. Simulasi SWAT akan menghasilkan parameter-parameter hidrologi DAS seperti debit dan limpasan yang dapat divisualisasikan.

2.5 Kalibrasi dan Validasi SWAT-CUP

Kalibrasi menggunakan SWAT-CUP dengan teknik ketidakpastian atau algoritma optimasi *Sequential Uncertainty Fitting Ver.2* (SUF2) (Seo, 2014). Analisis ini diperlukan untuk melihat sensitivitas suatu parameter terhadap data observasi (Abbaspour, et al., 2015). Teknik kalibrasi ini banyak dilakukan pada penelitian menggunakan 4 parameter hingga 28 parameter input model yang perlu dikalibrasi. Data debit observasi sungai Krukut yang didapat dari BBWSCC (Balai Besar Wilayah Sungai Ciliwung Cisadane) disandingkan dengan data debit hasil pemodelan SWAT untuk melihat pola kemiripan. Salah satu perhitungan nilai keakuratan model dengan cara memprediksi debit dengan fungsi objektif, salah satunya adalah *Nash-sutcliffe* (Moriassi, 2015) dengan persamaan (2):

$$NSE = \frac{\sum_{t=1}^n (O_t - \hat{O})^2 - (P_t - O_t)^2}{\sum_{t=1}^n (O_t - \hat{O})^2} \quad (2)$$

di mana O adalah debit observasi, P adalah debit simulasi. Menurut Moriassi (2015) dan El Sadek (2014) kategori hasil model mengacu NSE dikelompokkan menjadi 4 (empat), yaitu

- Sangat baik ($0,75 \leq NSE$)
- Baik ($0,65 \leq NSE \leq 0,75$)
- Memuaskan ($0,5 \leq NSE \leq 0,65$)
- Kurang memuaskan ($NSE \leq 0,3$)

Metode perhitungan untuk melihat keakuratan pola hasil pemodelan lainnya adalah koefisien determinasi (R square) atau persamaan linier, yaitu:

$$R^2 = \frac{[\sum_{t=1}^n (O_t - \hat{O}) - (P_t - \hat{P})]^2}{[\sum_{t=1}^n (O_t - \hat{O})^2][\sum_{t=1}^n (P_t - \hat{P})^2]} \quad (3)$$

Apabila R^2 mendekati nilai 1 maka keakuratan model tersebut terdapat pola hubungan yang erat antara hasil pemodelan dengan data observasi lapangan.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Analisis Sensitivitas

Analisis sensitivitas menggunakan 4 (empat) parameter yang dipilih yaitu *runoff curve number* (CN2) yaitu kurva bilangan limpasan, *alpha baseflow factor* (ALPHA_BF) yaitu faktor aliran dasar, *groundwater delay time* (GW_DELAY)

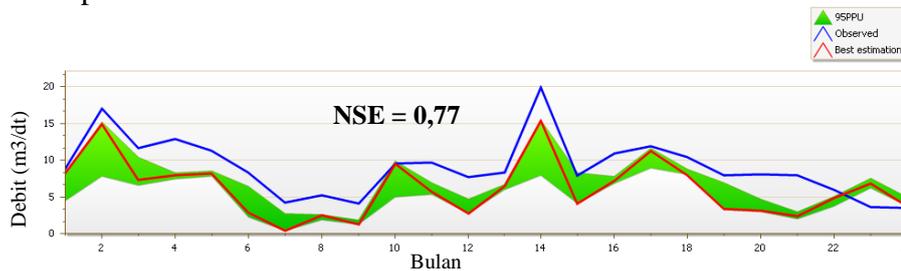
yaitu waktu yang dibutuhkan air untuk meresap ke tanah, dan *available water capacity of the soil layer* (SOL AWC) yaitu kapasitas ketersediaan air pada lapisan tanah (lihat Tabel 2). Pemodelan limpasan di SWAT menggunakan parameter yang telah dikalibrasi dan dilakukan analisis sensitivitas. Analisis sensitivitas dilakukan dengan menggunakan parameter statistik pada metode *t-statistic* dan *p-value* yang mengevaluasi pengaruh parameter-parameter tersebut dalam menghitung limpasan.

Tabel 2. Analisis sensitivitas

Parameter	t-stat	P-value
r_CN2.mgt (<i>Runoff curve number</i>)	-0.27728	0.781682
v_ALPHA_BF.gw (<i>Alpha baseflow factor</i>)	13.94033	0.00000
v_GW_DELAY.gw (<i>Groundwater delay time</i>)	-0.12380	0.901521
v_SOL_AWC.sol (<i>Available water capacity of the soil layer</i>)	0.436476	0.662682

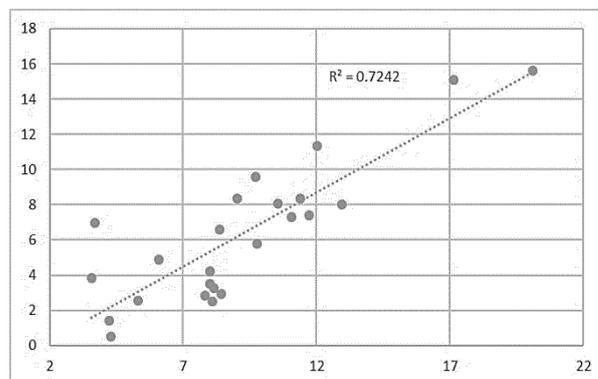
3.2 Hasil Kalibrasi dan Validasi

Kalibrasi dan validasi model dilakukan dengan cara membandingkan debit observasi dari sungai Krukut dengan debit hasil simulasi model SWAT pada tahun 2020 - 2021 pada lokasi yang sama. Kalibrasi perlu dilakukan pada karena adanya keterbatasan dalam pemodelan. Keterbatasan model terjadi karena terdapat penyederhanaan sehingga banyak kejadian alam pada daerah aliran sungai yang tidak mampu diwakili oleh model.



Gambar 6 Hasil kalibrasi debit model (Q_m) dan debit observasi (Q_o)

Kalibrasi dan validasi model SWAT dilakukan dengan menggunakan alat bantu kalibrasi otomatis SUFI2 pada SWAT-CUP. Proses tersebut dilakukan untuk mendapatkan parameter yang dapat mewakili karakteristik daerah penelitian (Seo, 2014).



Gambar 7 Grafik korelasi debit model (Q_m) dan debit observasi (Q_o)

Hasil kalibrasi (Gambar 6) berdasarkan model menunjukkan angka *Nash-Sutcliff Efficiencies* (NSE) adalah 0,77 dan koefisien determinasi R^2 adalah 0,72 (Gambar 7). Moriasi D (2015) mengemukakan bahwa model dinyatakan baik jika nilai R^2 dan nilai NSE berkisar antara 0,65 - 0,75.

3.3 Limpasan Permukaan

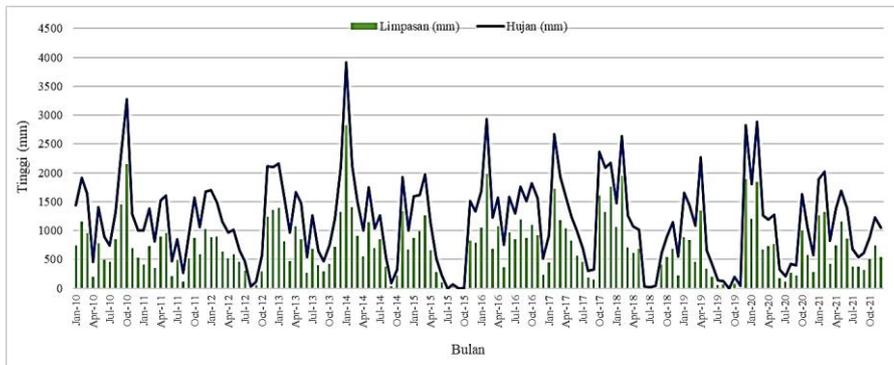
Limpasan permukaan terjadi ketika intensitas curah hujan melebihi laju infiltrasi, sehingga kelebihan air berakumulasi sebagai suatu aliran menuju ke permukaan. Untuk mengetahui besarnya limpasan permukaan maka diperlukan perhitungan terhadap parameter yang mempengaruhinya. Perhitungan limpasan dilakukan dengan melakukan simulasi ulang pada SWAT dengan nilai parameter terpilih (lihat Tabel 2) hasil analisis sensitivitas dengan periode waktu 1 Januari 2010 hingga 31 Desember 2021. Gambar 8 menunjukkan hubungan antara tinggi limpasan dan curah hujan di DAS Mampang pada periode bulanan. Curah hujan tertinggi terjadi pada bulan Januari 2014 sebesar 3912 mm dengan tinggi limpasan sebesar 2820 mm dan koefisien limpasan sebesar 0.71 (Lihat Tabel 3). Nilai koefisien limpasan bervariasi tiap kejadian hujan dan limpasan pada periode bulanan (Gambar 9).

Berdasarkan hasil perhitungan, rata-rata limpasan yang terjadi di DAS Mampang adalah sebesar 709 mm/bulan dengan curah hujan 1170 mm/bulan atau dengan koefisien limpasan sebesar 0,61. Hal ini menunjukkan bahwa limpasan yang terjadi di DAS Mampang adalah sebesar 61% dari tinggi hujan yang terjadi.

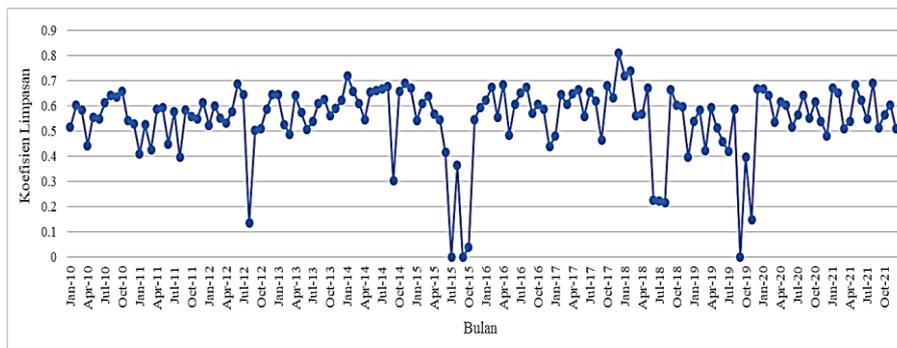
Tabel 3 Hasil perhitungan hujan, limpasan, dan koefisien limpasan

Bulan	Tahun											
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Januari												
Hujan (mm)	1435	997	1695	2160	3912	1591	1683	922	1472	1651	1801	1887
Limpasan (mm)	739	409	887	1396	2820	864	1051	444	1057	888	1202	1265
Koef limpasan	0.52	0.41	0.52	0.65	0.72	0.54	0.62	0.48	0.72	0.54	0.67	0.67
Februari												
Hujan (mm)	1916	1377	1483	1545	2120	1612	2930	2669	2637	1435	2878	2024
Limpasan (mm)	1155	723	891	813	1397	985	1981	1723	1951	837	1845	1322
Koef limpasan	0.60	0.53	0.60	0.53	0.66	0.61	0.68	0.65	0.74	0.58	0.64	0.65
Maret												
Hujan (mm)	1635	811	1151	961	1495	1972	1226	1935	1256	1089	1256	818
Limpasan (mm)	954	346	634	468	911	1261	682	1172	707	459	672	418
Koef limpasan	0.58	0.43	0.55	0.49	0.61	0.64	0.56	0.61	0.56	0.42	0.53	0.51
April												
Hujan (mm)	453	1524	962	1663	1004	1151	1565	1600	1069	2263	1188	1376
Limpasan (mm)	200	896	511	1066	548	653	1072	1039	606	1343	733	740
Koef limpasan	0.44	0.59	0.53	0.64	0.55	0.57	0.69	0.65	0.57	0.59	0.62	0.54
Mei												
Hujan (mm)	1405	1608	1018	1475	1743	520	751	1234	1012	655	1267	1685
Limpasan (mm)	781	957	589	845	1142	283	364	822	680	336	764	1153
Koef limpasan	0.56	0.59	0.58	0.57	0.66	0.54	0.48	0.67	0.67	0.51	0.60	0.68
Juni												
Hujan (mm)	889	468	662	536	1041	231	1580	1000	33	421	327	1379
Limpasan (mm)	488	211	454	272	688	96	961	560	8	193	169	858
Koef limpasan	0.55	0.45	0.69	0.51	0.66	0.41	0.61	0.56	0.23	0.46	0.52	0.62
Juli												
Hujan (mm)	737	851	471	1256	1266	0	1299	692	20	133	208	683
Limpasan (mm)	451	491	304	677	844	0	845	454	4	55	118	373
Koef limpasan	0.61	0.58	0.64	0.54	0.67	0.00	0.65	0.66	0.22	0.42	0.57	0.55
Agustus												
Hujan (mm)	1324	272	30	643	545	63	1762	299	44	121	424	545
Limpasan (mm)	851	108	4	392	369	23	1190	185	10	71	272	376
Koef limpasan	0.64	0.40	0.14	0.61	0.68	0.36	0.68	0.62	0.21	0.59	0.64	0.69
September												

Bulan	Tahun											
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Hujan (mm)	2286	879	118	471	95	0	1514	322	605	0	395	613
Limpasan (mm)	1453	514	59	295	29	0	866	149	403	0	218	314
Koef limpasan	0.64	0.58	0.50	0.63	0.30	0.00	0.57	0.46	0.67	0.00	0.55	0.51
Oktober												
Hujan (mm)	3271	1570	569	751	331	7	1817	2359	892	191	1626	881
Limpasan (mm)	2153	876	290	422	217	0	1100	1609	538	76	1001	498
Koef limpasan	0.66	0.56	0.51	0.56	0.66	0.04	0.61	0.68	0.60	0.40	0.62	0.57
November												
Hujan (mm)	1285	1059	2110	1208	1926	1510	1555	2084	1145	44	1063	1224
Limpasan (mm)	698	583	1239	711	1328	825	914	1317	685	6	573	739
Koef limpasan	0.54	0.55	0.59	0.59	0.69	0.55	0.59	0.63	0.60	0.15	0.54	0.60
Desember												
Hujan (mm)	996	1675	2104	2118	995	1328	520	2170	546	2821	575	1048
Limpasan (mm)	528	1029	1361	1322	667	789	227	1754	216	1886	277	535
Koef limpasan	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1
Total Hujan (mm)	17631	13091	12371	14786	16471	9984	18203	17286	10731	10824	13007	14161
Total Limpasan (mm)	10452	7142	7224	8679	10962	5780	11254	11228	6864	6150	7843	8590
Koef Limpasan	0.59	0.55	0.58	0.59	0.67	0.58	0.62	0.65	0.64	0.57	0.60	0.61
Rerata Koefisien Limpasan	0,61											



Gambar 8 Tinggi limpasan bulanan DAS Mampang tiap periode (2010-2021)



Gambar 9 Koefisien limpasan bulanan DAS Mampang (2010-2021)

4. Kesimpulan dan Saran

4.1 Kesimpulan

Pemodelan dilakukan untuk memahami proses hidrologi secara alami, mengevaluasi manajemen, dan meramalkan skenario yang mungkin terjadi di masa depan. Studi ini dilakukan untuk mensimulasikan besarnya limpasan melalui aplikasi SWAT. Aplikasi dalam SWAT bersifat fleksibel dan mudah diterapkan. Model SWAT mampu memprediksikan besarnya debit pada sungai dengan baik melalui uji kinerja model dengan menghasilkan nilai koefisien determinasi sebesar

0,72, koefisien *Nash-Sutcliffe* (NSE) sebesar 0,77. Simulasi model SWAT dilakukan selama 12 tahun yaitu pada 1 Januari 2010 hingga 31 Desember 2021 limpasan yang terjadi di DAS Mampang adalah sebesar 61% dari tinggi hujan yang terjadi.

4.2 Saran

Pemahaman mengenai proses dan besarnya limpasan yang terjadi beserta faktor yang mempengaruhinya sangat diperlukan sebagai acuan untuk pelaksanaan manajemen pada kawasan perkotaan yang lebih efektif. Banjir yang sering terjadi di Kota Jakarta merupakan contoh nyata bahwa kajian terhadap limpasan harus dilakukan agar dapat direncanakan upaya-upaya preventif untuk mengurangi dampak dan kerugian akibat banjir dan limpasan. Banyak penelitian dan diskusi tentang manajemen limpasan berbasis konservasi, namun pada kenyataannya hal tersebut masih jarang diterapkan dalam pembangunan khususnya di kawasan perkotaan. Masyarakat dan pemerintah harus mulai menyadari dan bertindak agar di masa depan, bencana yang lebih besar tidak akan terjadi. Permasalahan pada kawasan padat penduduk adalah terbatasnya lahan untuk infrastruktur penanganan banjir konvensional. Beberapa upaya dalam usaha pengelolaan limpasan dengan lahan terbatas adalah penerapan teknologi *Low Impact Development* (LID), *Green Infrastructur* (GI), maupun *Best Management Practices* (BMPs). Pendekatan ini menerapkan rekayasa skala kecil dalam mengontrol hidrologi DAS melalui penggunaan retensi dan detensi air hujan, mengurangi luas daerah kedap, dan memperpanjang alur pengaliran dan waktu pengaliran. Selain itu, juga diperlukan manajemen manusia dalam menjaga dan melestarikan sumber daya air.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih ditujukan kepada Balai Besar Wilayah Sungai Ciliwung Cisadane yang telah berkenan memberikan informasi dan diskusi dalam penyempurnaan studi ini.

Daftar Kepustakaan

- Abbaspour, K. C. et al., 2015. A continental-scale hydrology and water quality model for Europe: Calibration and uncertainty of a high-resolution large-scale SWAT model. *Journal of Hydrology*.
- Abbaspour, K. C. et al., 2007. Modelling hydrology and water quality in the pre-alpine/alpine Thur watershed using SWAT. *J. Hydrol*, p. 413–430..
- Asdak, 2018. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. s.l.:Gadjah Mada University Press..
- Chang, G. V., 2018. *Low Impact Development Module in Soil Water Assessment Tool & Its Application in Monsoon Region.*, Koln: Institute of Geography + IMES University of Cologne.
- Chow, V. T., Maidment, D. R. & Mays, L. W., 1988. *Development of Hydrology, Applied Hydrology*. s.l.:s.n.

- Daniel Schaffer, D. V., 2010. Pathways to Urban Sustainability: Research and Development on Urban Systems. *National Academy of Sciences*, 0(15).
- Febrianti, N. & Sofan, P., 2014. Ruang Terbuka Hijau Di Dki Jakarta Berdasarkan Analisis Spasial Dan Spektral Data Landsat 8. *Seminar Nasional Penginderaan Jauh*, April, pp. 498-504.
- Fletcher, T. D. et al., 2015. The evolution and applications of terminology surrounding urban drainage. *Urban Water Journal*, pp. 525-542.
- Guzha, A. C. et al., 2018. Impacts of land use and land cover change on surface runoff, discharge and low flows: Evidence from East Africa. *Journal of Hydrology: Regional Studies*, pp. 49-67.
- Machado, R. E. & Mortene, M. H., 2022. Determination of runoff coefficient (C) in catchments based on analysis of precipitation and flow event. *International Soil and Water Conservation Research*, pp. 208-216.
- Miardini, A. & Susanti, P. D., 2016. Analysis Physical Characteristics of Land for Estimated Runoff Coefficient as Flood Control Effort in Comal Watershed, Central Java. *Forum Geografi*, p. 58.
- Moriyasi, D., 2015. Hydrologic and Water Quality Models: Performance Measures and Evaluation Criteria. *Transactions of the ASABE (American Society of Agricultural and Biological Engineers)* 58(6):1763-1785.
- Neitch, S., 2011. Soil & Water Assessment Tool Theoretical Documentation Version 2009. *Texas Water Resources Institue*.
- Pazwash, H., 2016. *Urban Storm Water Management. Second. s.l., CRC Press*.
- Perera, K. R. & Wijesekera, N. T., 2011. Identification of the Spatial Variability of Runoff Coefficients of Three Wet Zone Watersheds of Sri Lanka.. *Engineer: Journal of the Institution of Engineers, Sri Lanka*, p. 44(3) .
- Seo, M., 2014. *Modeling Low Impact Development at the Small-Watershed Scale: Implications for the Decision*. Texas(Ph.D. Dissertation, Texas A & M University, College Station, TX): Texas A & M University.
- Seyhan, E., 1977. *Dasar-Dasar Hidrologi (S.Prawirohatmodjo (ed); Edisi Indo)*. s.l.:Gajah Mada Universiti Press.
- Swami and Kulkarni, 2016. Simulation of Runoff and Sediment Yield for a Kaneri Watershed Using SWAT Model. *Journal of Geoscience and Environment Protection*.
- Tariga, M. C. A., 2018. Analisis Potensi Air Sungai Pada Embung 190 Di PG. Bungamayang. *Jurnal Teknik Sipil Dan Lingkungan* , p. Vol. 03 No. 02.
- Utami, R. P., 2018. Dinamika Kekhususan Provinsi DKI Jakarta Sebagai Ibukota Negara. *Institutional Repository UIN Syarif Hidayatullah Jakarta*.