


Submission 5124

Title	ANALISIS POTENSI AIR BAKU MENGGUNAKAN MODEL SWAT DI SUNGAI CIPUNAGARA UNTUK KABUPATEN INDRAMAYU DAN KABUPATEN SUBANG
Paper:	 (Feb 07, 08:14 GMT)
Author keywords	Raw water Cipunagara River SWAT water availability
Abstract	ayu Regency and Subang Regency population growth, based on data from the Central Statistics Agency (BPS) for a 10 years period (2011 – 2011) from 1.130.280 people in 2010 to 1.265.253 people in 2020. Population growth in Indramayu Regency and Subang Regency will cause an increase in demand raw water. Therefore, it is necessary to analyze the availability of water in Cipunagara River against regional water needs in Indramayu Regency and Subang Regency to find out whether raw water needs in Indramayu Regency and Subang Regency can be met. Streamflow analysis at the Cipunagara River at the Kiarapayung station outlet was carried out during the 2012-2015 period. The SWAT modeling requires landuse data, soil properties, climatological data, and discharge measurement data in the field. The steps for creating the SWAT model are carried out in 4 stages, namely watershed delineation, HRU formation, model simulation, and calibration and validation processes which then produce values in the form of debits such as daily debits. The debit from the SWAT output will be used to calculate the availability of raw water for the Cipunagara River with a reliable debit of 80%. Then compare the results of water availability and raw water demand in Indramayu Regency in the planned 2032 year. The results of the SWAT modeling analysis on the Cipunagara Watershed show the results of calibration so that the correlation statistic (R) value is 0,65 and the Nash-Sutcliffe Model Efficiency (NS) value is 0,40 so that the model can be said to be satisfactory for predicting river discharge. The results of calculating the reliable 80% discharge using simulated discharge have a maximum discharge value of 79,584 m3/second in December and a minimum discharge of 4,625 m3/second in October.
Submitted	Feb 07, 08:14 GMT
Last update	
Decision	

Bidding and assignment information

Assigned to	nobody
Subreviewers	Anggit Mas <anggit.mas@uui.ac.id> (Anisa Nur Amalina, done) Sri Amini Yuni Astuti <amini_yuni@uui.ac.id> (Anisa Nur Amalina, done)
Conflict of interest	nobody
Bid	yes: none maybe: none

Authors

first name	last name	email	country	affiliation	Web page	corresponding?
Muhammad Zakie	Darmawan	Zakie8129@gmail.com	Indonesia	UII		
Dwi Astuti Wahyu Wulan	Pratiwi	wulan.pratiwi@uui.ac.id	Indonesia	UII		✓
Dinia	Anggraheni	165110105@uui.ac.id	Indonesia	UII		



JURUSAN
TEKNIK SIPIL

**The 4th Civil Engineering Research Forum
(The 4th CE ReForm)**
Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia



Yogyakarta, 2 Februari 2023

Kepada Yth,

Muhammad Zakie Darmawan, Dwi Astuti Wahyu Wulan Pratiwi, dan Shofwatul Fadilah

Pemakalah The 4th CE ReForm

di tempat

Dengan hormat,

Panitia The 4th Civil Engineering Research Forum (The 4th CE ReForm) menginformasikan bahwa makalah Bapak/Ibu/Sdr/i dengan:

Judul : ANALISIS POTENSI AIR BAKU MENGGUNAKAN MODEL SWAT DI SUNGAI CIPUNAGARA UNTUK KABUPATEN INDRAMAYU DAN KABUPATEN SUBANG

Status : Diterima dengan perbaikan

Makalah wajib diperbaiki sesuai arahan dari reviewer. Pemakalah dimohon untuk mempresentasikan naskah pada sesi paralel secara luring pada **Rabu, 15 Februari 2023 di Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.**

Demikian pemberitahuan yang dapat kami sampaikan, atas perhatian dan Kerjasama Bapak/Ibu/Sdr/i diucapkan terima kasih.

Hormat Kami,




Tri Nugroho Sulistyantoro, S.T., M.T.

Koordinator The 4th CE ReForm

ANALISIS POTENSI AIR BAKU MENGGUNAKAN MODEL SWAT DI SUNGAI CIPUNAGARA UNTUK KABUPATEN INDRAMAYU DAN KABUPATEN SUBANG

Muhammad Zakie Darmawan¹, Dwi Astuti Wulan Pratiwi²

¹ Institut Afiliasi Penulis, Kota¹ Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta

² Staf Pengajar Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta

Article Info

Article history:

Received: xxx
Revised: xxx
Accepted: xxx
Available online:
xxx

Keywords:

Raw water needs, Cipunagara River, SWAT, Availability of water.

Corresponding Author:

Nama penulis korespondensi
email penulis yang diberikan tanda bintang

Abstract

Indramayu Regency and Subang Regency population growth, based on data from the Central Statistics Agency (BPS) for a 10 years period (2011 – 2011) from 1.130.280 people in 2010 to 1.265.253 people in 2020. Population growth in Indramayu Regency and Subang Regency will cause an increase in demand raw water. Therefore, it is necessary to analyze the availability of water in Cipunagara River against regional water needs in Indramayu Regency and Subang Regency to find out whether raw water needs in Indramayu Regency and Subang Regency can be met. Streamflow analysis at

the Cipunagara River at the Kiarapayung station outlet was carried out during the 2012-2015 period. The SWAT modeling requires landuse data, soil properties, climatological data, and discharge measurement data in the field. The steps for creating the SWAT model are carried out in 4 stages, namely watershed delineation, HRU formation, model simulation, and calibration and validation processes which then produce values in the form of debits such as daily debits. The debit from the SWAT output will be used to calculate the availability of raw water for the Cipunagara River with a reliable debit of 80%. Then compare the results of water availability and raw water demand in Indramayu Regency in the planned 2032 year. The results of the SWAT modeling analysis on the Cipunagara Watershed show the results of calibration so that the correlation statistic (R) value is 0,65 and the Nash-Sutcliffe Model Efficiency (NS) value is 0,40 so that the model can be said to be satisfactory for predicting river discharge. The results of calculating the reliable 80% discharge using simulated discharge have a maximum discharge value of 79,584 m³/second in December and a minimum discharge of 4,625 m³/second in October. It is concluded that these results meet the raw water needs in Indramayu Regency in the 2032 plan year discharge value of 2,604 m³ /second.

Copyright © 2022 Universitas Islam Indonesia
All rights reserve

Pendahuluan

Latar belakang

Menurut data Badan Pusat Statistik Kabupaten Indramayu jumlah penduduk di wilayah Kabupaten Indramayu mengalami peningkatan dari 1,1 juta jiwa menjadi 1,2 juta jiwa pada tahun 2019 sampai 2020. Kabupaten Indramayu dan Kabupaten Subang mengalami kenaikan jumlah penduduk tiap tahunnya, berarti setiap tahunnya mempunyai

kebutuhan air baku yang tidak tetap karena adanya peningkatan jumlah penduduk. Diperlukan juga perhitungan mengenai kebutuhan air domestik dan non domestik untuk mengetahui kecukupan dibandingkan dengan ketersediaan air.

DAS Cipunagara yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan air maka perlu mengetahui informasi mengenai ketersediaan air dengan upaya menganalisis debit sungai.

Dalam menganalisis debit sungai dilakukan menggunakan model SWAT (*Soil and Water Assessment Tool*). Model SWAT merupakan model hidrologi dalam skala DAS yang dikembangkan untuk memprediksi pengaruh pengelolaan lahan terhadap hasil air, sedimen, pestisida, dan kimia hasil pertanian. Model SWAT memerlukan informasi spesifik tentang iklim, sifat-sifat tanah, topografi, vegetasi, dan praktik pengelolaan lahan yang terjadi di dalam DAS. Dalam permodelan SWAT secara umum dibagi menjadi dua proses hidrologi, yaitu proses di lahan dan di sungai. Dengan menggunakan data yang sesuai dengan kebutuhan, model SWAT dapat digunakan dalam melakukan analisis debit sungai pada suatu DAS.

Tujuan penelitian yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah mampu mengetahui kebutuhan air baku di Kabupaten Indramayu dan Kabupaten Subang di tahun 2032 dan mengetahui ketersediaan air baku di Kabupaten Indramayu dan Kabupaten Subang di tahun 2032.

Tinjauan Pustaka *Penelitian Terdahulu*

Beberapa penelitian mengenai permodelan SWAT telah dilakukan, sehingga dapat dijadikan referensi untuk penelitian Tugas Akhir ini di antaranya sebagai berikut.

Hamdan (2010) melakukan analisis debit Sungai Sub DAS Ciliwung menggunakan model SWAT. Tujuan penelitian ini untuk membandingkan debit antara aliran debit sungai hasil simulasi menggunakan aplikasi *open source software* MW- SWAT dengan data hasil observasi di Sub DAS Ciliwung Hulu.

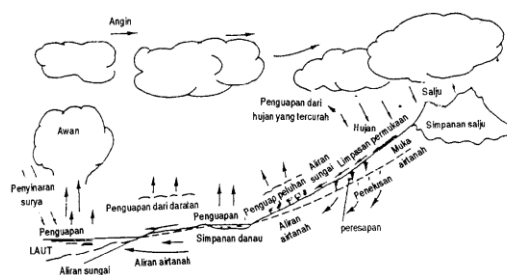
Rau (2012) melakukan penelitian mengenai analisis debit sungai menggunakan model SWAT pada DAS Cipasauran, Banten. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui perbandingan debit observasi dan simulasi.

Prakas (2011) melakukan penelitian mengenai analisis ketersediaan air sungai sampit menggunakan model SWAT untuk kebutuhan

air baku di Kecamatan Mentaya Hilir Selatan. Tujuan penelitian ini untuk mencari sumber alternatif kebutuhan air baku di Kecamatan Mentaya Hilir Selatan dan memanfaatkan Sungai Sampit sebagai salah satu alternatif untuk memenuhi kebutuhan air baku di Kecamatan Mentaya.

Landasan Teori *Siklus Hidrologi*

Siklus hidrologi adalah proses air bergerak dari bumi menuju ke atmosfer melalui beberapa proses yang berlangsung secara terus menerus. Air di bumi akan menguap ke udara, uap air tersebut bergerak dan naik ke atmosfer dan mengalami kondensasi yang berubah menjadi awan. Air akan turun ke permukaan laut dan daratan dalam bentuk hujan. Air hujan yang turun sebagian tertahan oleh tumbuh-tumbuhan dan selebihnya sampai ke permukaan tanah. Sebagian air hujan yang sampai ke permukaan tanah akan meresap ke dalam tanah dan sebagian lainnya akan mengalir di atas permukaan tanah, dan masuk ke sungai yang berakhir di laut (Triatmodjo, 2008).



Gambar 1. Siklus Hidrologi

Daerah Aliran Sungai (DAS)

Daerah aliran sungai adalah suatu wilayah daratan yang secara topografi dibatasi oleh punggung-punggung gunung yang menampung dan menyimpan air hujan untuk kemudian menyalurkannya ke laut melalui sungai utama (Asdak, 2010).

Pada DAS terdapat jaringan sungai dan anak-anak sungainya mempunyai bentuk seperti

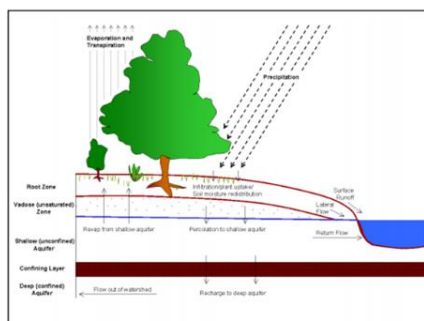
percabangan pohon. Parit-parit bergabung membentuk alur yang lebih besar, selanjutnya beberapa alur bergabung membentuk anak sungai, dan kemudian beberapa anak sungai bergabung membentuk sungai utama. Anak-anak sungai tersebut mengalirkan air hujan yang jatuh di dalam DAS menuju ke sungai utama (Triatmodjo, 2008).

Geographic Information System (GIS)

Menurut Rolf A. (2004) *Geographic Information System (GIS)* adalah sistem berbasis computer yang menyediakan empat hal dalam kemampuan untuk menangani data georeferensi seperti, pengambilan dan persiapan data, pengelolaan data (penyimpanan dan pemeliharaan), manipulasi dan analisis data, dan penyajian data. Permodelan data pada GIS memiliki dua model data, yaitu data vektor dan data raster.

Soil and Water Assessment Tool (SWAT)

Menurut Olivera (2006) *Soil and Water Assessment Tool (SWAT)* merupakan model hidrologi berbasis fisik dalam skala spasial-temporal dan terintegrasi dengan *Geographic Information System (GIS)* dan *Digital Elevation Model (DEM)*. Model SWAT dioperasikan pada interval waktu harian dan dirancang untuk memprediksi dampak jangka panjang dari praktik pengelolaan lahan terhadap sumber daya air, sedimen, dan hasil *agro chemical* pada DAS besar dan kompleks dengan berbagai jenis tanah, penggunaan lahan, dan pengelolaan berbeda (Pawitan, 2004).



Gambar 2. Representasi Siklus Hidrologi Model SWAT

(Sumber: Neitsch dkk, 2005)

Penggunaan Lahan

Penggunaan lahan adalah segala campur tangan manusia, baik secara menetap maupun berpindah-pindah terhadap suatu kelompok sumber daya alam dan sumber daya buatan, yang secara keseluruhan disebut lahan, dengan tujuan untuk mencukupi kebutuhan baik material maupun spiritual, ataupun kebutuhan kedua-duanya (Ritohardoyo, 2002).

Berbagai fenomena perubahan penggunaan lahan telah terjadi dari waktu ke waktu sejalan dengan semakin meningkatnya pertambahan jumlah penduduk. Bertambahnya jumlah penduduk secara langsung berdampak pada kebutuhan terhadap lahan yang semakin meningkat. Secara tidak langsung akibat bertambahnya jumlah penduduk mengakibatkan bertambahnya jumlah aliran permukaan dan debit sungai. Hal ini disebabkan karena berkurangnya lahan peresapan air hujan yang sudah dialih fungsikan menjadi permukiman, pusat industri, pusat perekonomian, dan perkotaan.

Kalibrasi dan Validasi

Menurut Junaidi (2011) kalibrasi bertujuan untuk memprediksi parameter-parameter dalam simulasi sehingga hasil simulasi debit mendekati nilai debit yang sesungguhnya di lapangan. Nilai R^2 yang mendekati 1 berarti bahwa nilai debit hasil simulasi memiliki nilai yang hampir sama dengan nilai debit observasi. Persamaan Koefisien determinasi dapat dilihat pada persamaan berikut.

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

Nash-Sutcliffe Model Efficiency (E_{NS}) digunakan untuk mengevaluasi model hasil simulasi. Dalam kriteria E_{NS} , simulasi dianggap layak jika nilai $E_{NS} > 0,75$, memuaskan apabila nilai $0,36 < E_{NS} < 0,75$, dan dikatakan kurang layak apabila nilai $E_{NS} < 0,36$. Persamaan Nash-Sutcliffe dapat dilihat pada persamaan berikut.

$$E_{NS} = 1 - \left[\frac{\sum_{i=1}^n (Q_{m,i} - Q_s)^2}{\sum_{i=1}^n (Q_{m,i} - \bar{Q}_m)^2} \right] \quad (2)$$

Dimana Q_m adalah debit aktual yang terukur (m^3/det), Q_s adalah debit hasil simulasi SWAT (m^3/det), $Q_{m,i}$ adalah debit rata-rata aktual (m^3/det), dan $Q_{s,i}$ adalah debit rata-rata simulasi (m^3/det).

Kebutuhan Air Baku

Kebutuhan air adalah banyaknya air yang diperlukan untuk memenuhi kebutuhan air dalam kegiatan sehari-hari seperti mandi, mencuci, menyiram, memasak dan kegiatan lainnya. Kebutuhan air dapat dikategorikan menjadi 2 yaitu kebutuhan air domestik dan non domestik.

1. Kebutuhan air domestik

Kebutuhan air domestik adalah air bersih yang dibutuhkan untuk aktivitas sehari-hari seperti air minum dan keperluan rumah tangga. Standar kebutuhan air domestik yaitu kebutuhan air bersih yang digunakan pada tempat-tempat hunian pribadi untuk memenuhi hajat hidup sehari-hari, seperti pemakaian air untuk diminum, mandi, memasak, dan mencuci. Satuan yang dipakai adalah liter/orang/hari. Kebutuhan air bersih ini didasarkan atas pelayanan dengan menggunakan Hidran Umum (HU) dengan menggunakan persamaan berikut.

$$\begin{aligned} Q_{md} &= P_n \times q \times f_{md} \\ Q_t &= Q_{md} \times 100/80 \end{aligned}$$

2. Kebutuhan air non domestik

Kebutuhan air non domestik merupakan kebutuhan air bersih untuk memenuhi kebutuhan air sarana dan prasarana di suatu wilayah, seperti dekolah, tempat peribadatan, perkantoran, puskesmas, dan peternakan. Sehingga diketahui bahwa kebutuhan air non domestik bergantung pada banyaknya konsumen non domestik yang berupa fasilitas sarana dan prasarana.

Metode Penelitian

Tahapan penelitian ini terbagi dalam beberapa tahapan yaitu sebagai berikut.

1. Tahap perhitungan kebutuhan air baku yang dibagi dengan 2 golongan yaitu kebutuhan domestik dan non domestik.
2. Tahap pengolahan data yaitu mengolah data yang akan dimasukkan ke dalam database SWAT berupa data tataguna lahan, jenis tanah dan data klimatologi.
3. Tahap analisis data menggunakan model SWAT dengan bantuan program QSWAT dengan *output* berupa debit. Hasil debit analisis selanjutnya dilakukan proses kalibrasi menggunakan bantuan program SWAT-CUP untuk mendapatkan debit analisis yang mendekati dengan kondisi debit di lapangan.
4. Tahap kalibrasi dan validasi model QSWAT dilakukan dengan menggunakan software SWATCUP
5. Tahap menganalisis ketersediaan debit dengan membandingkan nilai debit kebutuhan air baku (Q_{demand}) dengan nilai debit andalan (Q_{supply}) DAS Cipunagara dari analisis QSWAT.
6. Tahap penulisan dan penarikan kesimpulan yang mencakup penulisan laporan berdasarkan aturan yang berlaku serta penarikan kesimpulan berdasarkan hasil yang didapatkan dengan membandingkan teori yang digunakan.

Analisis dan Pembahasan

Perhitungan Kebutuhan Air Baku

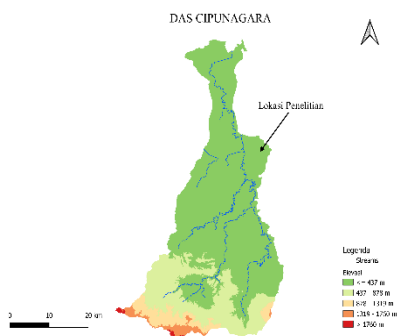
Perhitungan dilakukan dengan melakukan perhitungan kebutuhan air domestik dan kebutuhan air non domestik sehingga didapatkan hasil total kebutuhan air baku di Kabupaten Indramayu dan Kabupaten Subang seperti pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Kebutuhan Air Total Kabupaten Indramayu dan Kabupaten Subang

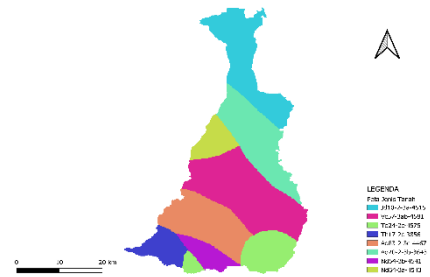
Jenis Kebutuhan	Jumlah Kebutuhan (m ³ /detik)		
	2020	Proyeksi Kebutuhan	
		2025	2030
Sambungan Rumah	1757,296	1840,544	1963,759
Hidran Umum	117,153	122,703	130,917
Fasilitas Masjid	31,250	32,986	35,417
Fasilitas Pendidikan	24,407	25,563	27,274
Fasilitas Rumah Sakit	1,042	1,296	1,653
Fasilitas Puskesmas	2,778	2,778	2,870
Fasilitas Perkantoran	1,218	1,276	1,357
Fasilitas Industri	2,114	2,215	2,363
Fasilitas Pasar	4,207	4,207	4,346
Faktor Kebocoran 20%	388,293	406,714	433,991
Total Kebutuhan l/detik	2329,757	2440,281	2603,947
Total Kebutuhan m ³ /detik	2,330	2,440	2,604

Persiapan dan Pengolahan Data

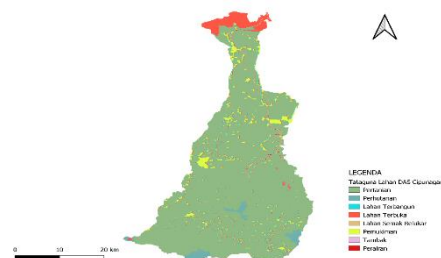
Untuk menjalankan permodelan SWAT dibutuhkan data peta DEM, peta tataguna lahan, peta jenis tanah serta data iklim pada DAS Cipunagara.



Gambar 3. Peta DEM DAS Cipunagara



Gambar 4. Peta Tataguna Lahan DAS Cipunagara

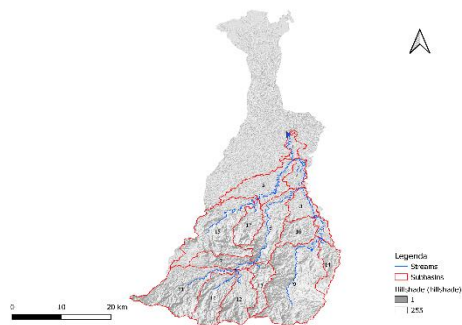


Gambar 5. Peta Jenis Tanah DAS Cipunagara

Permodelan SWAT

Pada permodelan SWAT terdiri dari 3 tahapan yaitu deliniasi daerah aliran sungai, pembentukan *Hydrological Response Unit* (HRU), dan input data iklim dan simulasi SWAT. Langkah terakhir yaitu visualisasi hasil simulasi yang akan menampilkan nilai debit hasil simulasi.

1. Deliniasi DAS Cipunagara merupakan proses pengolahan peta DEM untuk menentukan area yang menjadi aliran sungai. Hasil dari deliniasi DAS Cipunagara dapat dilihat pada Gambar 6 berikut.



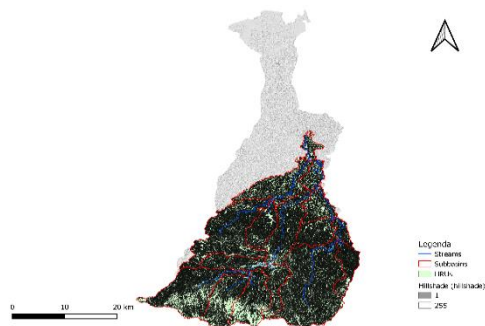
Gambar 6. Peta Deliniasi DAS Cipunagara

2. Setelah dilakukan deliniasi DAS Cipunagara, maka dilanjutkan dengan proses pembentukan *Hydrological Response Unit* (HRU). HRU merupakan penggabungan data tataguna lahan, data jenis tanah, dan data kemiringan lahan menjadi satu unit kesatuan hidrologi. Klasifikasi kemiringan lahan dapat dilihat pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Klasifikasi Kemiringan Lahan

Kelas	Kemiringan	Klasifikasi
I	0% – 8%	Datar
II	8% – 15%	Landai
III	15% – 25%	Agak Curam
IV	25% – 45%	Curam
V	>45%	Sangat Curam

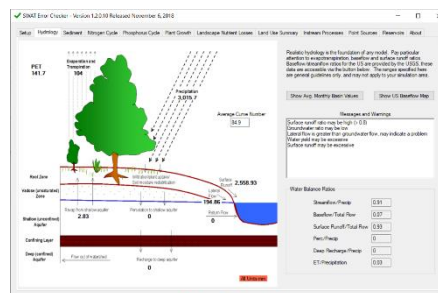
Hasil dari proses HRU pada DAS Cipunagara di dapatkan sebanyak 17 HRU. Peta hasil proses HRU dapat dilihat pada Gambar 7 berikut.



Gambar 7. Hasil Pembentukan HRU DAS Cipunagara

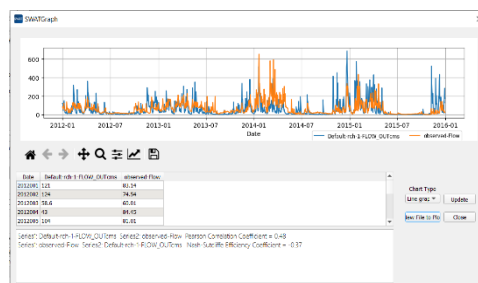
3. Proses selanjutnya yaitu menginput data iklim dan melakukan proses simulasi dan dihasilkan data keluaran diantaranya file HRU, SUB, dan RCH. Data keluaran tersebut digunakan pada proses kalibrasi menggunakan program SWAT-CUP.

4. Hasil pemodelan dapat dilihat pada Gambar 8 berikut.



Gambar 8. Run SWAT Check

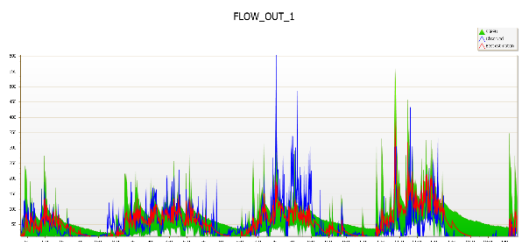
5. Langkah yang terakhir yaitu visualisasi debit simulasi dan debit observasi Sungai Cipunagara outlet Stasiun Kiarapayung.



Gambar 9. Hasil Plot Debit Simulasi dan Observasi DAS Cipunagara

Hasil Kalibrasi

Proses kalibrasi menggunakan bantuan program SWAT-CUP dengan metode SUFI-2 (*Sequential Uncertainty Fitting*). Metode SUFI-2 dalam melakukan kalibrasi dengan proses iterasi yang berjumlah sampai 500 simulasi. Pendekatan kalibrasi pada penelitian ini menggunakan iterasi yang dilakukan pada beberapa parameter yang dikategorikan berdasarkan pengaruh masing-masing parameter tersebut terhadap simulasi pemodelan (Arnold et.al., 2012). Proses kalibrasi dilakukan pada periode tahun 2012-2015. Hasil dari proses kalibrasi didapatkan grafik 95PPU (*Percent Prediction Uncertainty*) yang dapat dilihat pada Gambar 10 berikut.



Gambar 10. Hasil Grafik 95PPU DAS Cipunagara

Hasil kalibrasi debit simulasi menghasilkan beberapa nilai statistik yang dapat dilihat pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Nilai Statistik Hasil Kalibrasi

Variabel	Kalibrasi
<i>p-factor</i>	0,82
<i>R-factor</i>	1,20
R^2	0,65
NS	0,40

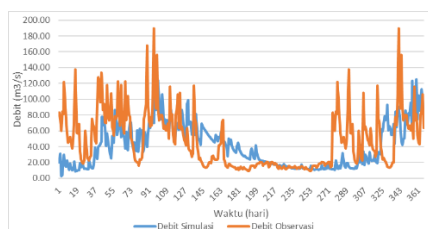
Nilai statistik *p-factor* menunjukkan nilai 0,82 yang artinya model dianggap valid jika data hasil observasi berpotongan dengan luasan grafik 95PPU sebesar 80% (*p-factor* > 0,8) (Abbaspour, 2008). Nilai R^2 dan NS menunjukkan nilai 0,65 dan 0,40 yang artinya bahwa nilai statistik R^2 sudah mencapai nilai yang seharusnya. Moriasi et al (2007) menyatakan nilai R^2 lebih dari 0,5 maka model dapat diterima dan untuk nilai statistik NS sudah mencapai nilai yang seharusnya.

Hasil Validasi

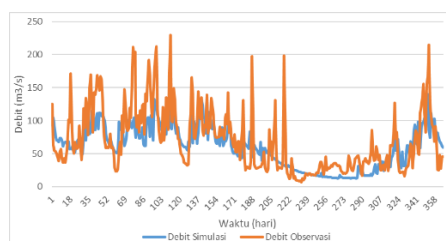
Dari proses kalibrasi pemodelan menggunakan SUFI-2 pada program SWAT-CUP diperoleh debit simulasi yang sudah dioptimasi. Hasil tersebut kemudian divalidasi menggunakan persamaan (1) dan (2). Validasi diperlukan untuk membandingkan hasil yang dimodelkan tanpa adanya penyesuaian lanjut seperti pada proses kalibrasi. Proses validasi dilakukan debit harian dan debit bulanan. Validasi dilakukan menggunakan dua nilai parameter statistik yaitu R^2 dan NS. Validasi data dilakukan setiap tahun selama periode simulasi.

1. Validasi debit harian DAS Cipunagara dilakukan pada debit observasi yang diambil dari Stasiun Kiarapayung yang

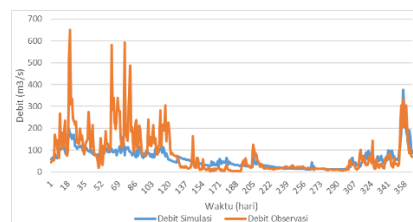
didapatkan dari Balai Wilayah Sungai Citarum.. Debit observasi dibandingkan dengan debit simulasi yang sudah dikalibrasi.



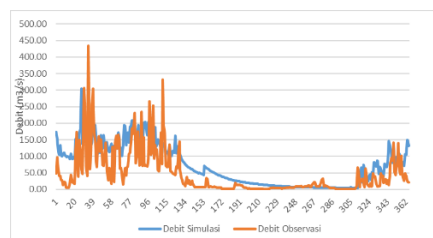
Gambar 11. Perbandingan Debit Simulasi dan Observasi Harian DAS Cipunagara Tahun 2012



Gambar 12. Perbandingan Debit Simulasi dan Observasi Harian DAS Cipunagara Tahun 2013



Gambar 13. Perbandingan Debit Simulasi dan Observasi Harian DAS Cipunagara Tahun 2014

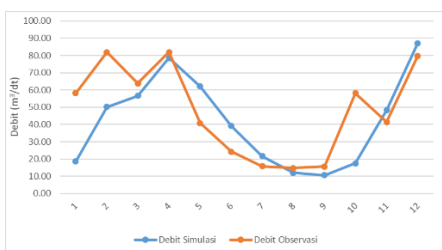


Gambar 14. Perbandingan Debit Simulasi dan Observasi Harian DAS Cipunagara Tahun 2015

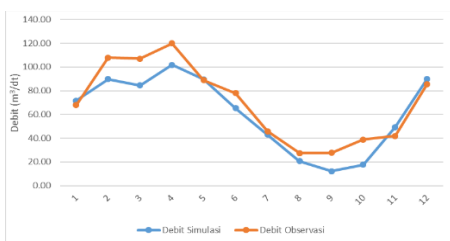
Hasil dari analisis parameter nilai statistik R^2 dan NS debit harian DAS Cipunagara di pada tahun 2012 untuk nilai R^2 sebesar

0,55 dan nilai NS sebesar 0,38. Pada tahun 2013 didapatkan nilai R^2 sebesar 0,81 dan nilai NS sebesar 0,46. Pada tahun 2014 didapatkan nilai R^2 sebesar 0,93 dan nilai NS sebesar 0,37. Pada tahun 2015 didapatkan nilai R^2 sebesar 0,88 dan nilai NS sebesar 0,39. Hasil validasi dari semua periode tahun 2012-2015 sudah menunjukkan bahwa hubungan antara debit simulasi dan debit observasi sudah memuaskan karena nilai statistik R^2 pada setiap tahun 2012-2015 sudah mendekati angka 1. Hasil perhitungan nilai NS pada tahun 2012-2015 sudah memuaskan karena Junaidi (2011) menyatakan bahwa nilai NS lebih dari 0,36, maka efisiensi model pada simulasi dikategorikan sudah memuaskan.

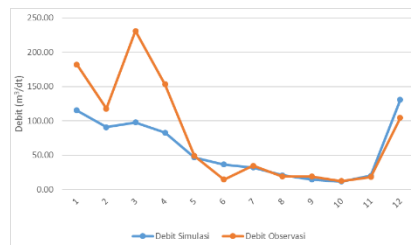
- Validasi debit bulanan DAS Cipunagara dilakukan pada debit observasi yang diambil dari Stasiun Kiarapayung yang didapatkan dari Balai Wilayah Sungai Citarum.. Debit observasi dibandingkan dengan debit simulasi yang sudah dikalibrasi.



Gambar 15. Perbandingan Debit Simulasi dan Observasi Bulanan DAS Cipunagara Tahun 2012

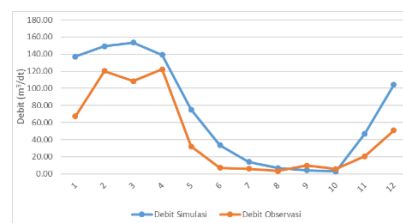


Gambar 16. Perbandingan Debit Simulasi dan Observasi Bulanan DAS Cipunagara



Tahun 2013

Gambar 17. Perbandingan Debit Simulasi dan Observasi Bulanan DAS Cipunagara Tahun 2014



Gambar 18. Perbandingan Debit Simulasi dan Observasi Bulanan DAS Cipunagara Tahun 2015

Hasil dari analisis parameter nilai statistik R^2 dan NS debit harian DAS Cipunagara di pada tahun 2012 untuk nilai R^2 sebesar 0,55 dan nilai NS sebesar 0,38. Pada tahun 2013 didapatkan nilai R^2 sebesar 0,81 dan nilai NS sebesar 0,46. Pada tahun 2014 didapatkan nilai R^2 sebesar 0,93 dan nilai NS sebesar 0,37. Pada tahun 2015 didapatkan nilai R^2 sebesar 0,88 dan nilai NS sebesar 0,39. Hasil validasi dari semua periode tahun 2012-2015 sudah menunjukkan bahwa hubungan antara debit simulasi dan debit observasi sudah memuaskan karena nilai statistik R^2 pada setiap tahun 2012-2015 sudah mendekati angka 1. Hasil perhitungan nilai NS pada tahun 2012-2015 sudah memuaskan karena Junaidi (2011) menyatakan bahwa nilai NS lebih dari 0,36, maka efisiensi model pada simulasi dikategorikan sudah memuaskan.

Ketersediaan Air Baku

Perhitungan ketersediaan air baku dihitung dengan membandingkan debit andalan hasil simulasi model SWAT dengan perhitungan air baku sesuai dengan SNI 6738 tahun 2015. Perhitungan debit andalan dengan keandalan 80% sehingga didapatkan rasio ketersediaan dan kebutuhan air baku seperti pada tabel dan gambar berikut.

Tabel 3. Rasio Ketersediaan dan Kebutuhan Air (m³/detik)

No	Bulan	Q _{andalan80%} / Q _{supply}	Q _{kebutuhan} / Q _{demand}
1	Januari	15,04	2,604
2	Februari	44,75	2,604
3	Maret	51,631	2,604
4	April	77,349	2,604
5	Mei	52,475	2,604
6	Juni	39,507	2,604
7	Juli	20,965	2,604
8	Agustus	10,719	2,604
9	September	6,699	2,604
10	Oktober	4,625	2,604
11	November	39,772	2,604
12	Desember	79,584	2,604



Gambar 15. Grafik Ketersediaan air di Kabupaten Indramayu dan Kabupaten Subang Tahun 2032

Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan

Berdasarkan analisis debit sungai Cipunagara menggunakan model SWAT untuk kebutuhan air baku di Kabupaten Indramayu dan Kabupaten Subang dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut.

1. Berdasarkan hasil perhitungan kebutuhan air baku di Kabupaten Indramayu dan Kabupaten Subang diperoleh nilai kebutuhan air baku (*Qdemand*) sebesar 2,604 m³/detik pada tahun 2032.
2. Hasil kalibrasi debit bulanan Sungai Cipunagara tahun 2012 – 2015 diperoleh nilai statistik R² dan NS masing-masing sebesar 0,65 dan 0,40 yang berarti R² sudah menunjukkan hasil yang memuaskan karena nilai R² ≥ 0,5 dan nilai statistik NS menunjukkan hasil yang sudah memuaskan karena nilai statistik NS ≥ 0,36. Nilai statistik *p-factor* menunjukkan nilai 0,82 yang berarti model dianggap valid karena data hasil observasi berpotongan dengan luasan grafik 95PPU sebesar 80% (*P-factor* > 0,8). Dapat disimpulkan bahwa kalibrasi sudah memuaskan.
3. Hasil validasi debit bulanan Sungai Cipunagara tahun 2012 – 2015 diperoleh nilai statistik R² sebesar 0,54 ; 0,99 ; 1 ; 0,98 dan NS sebesar 0,36 ;

0,81 ; 0,54 ; 0,45. Nilai statistik R^2 sudah menunjukkan hasil yang memuaskan yaitu dengan nilai R^2 sudah mendekati angka 1 dan nilai statistik NS sudah menunjukkan hasil yang memuaskan karena nilai sudah menunjukkan lebih dari 0,36 dan dan sudah mempresentasikan kondisi asli yang terjadi di sungai.

4. Hasil validasi debit harian Sungai Cipunagara tahun 2012 – 2015 diperoleh nilai statistik R^2 sebesar 0,55 ; 0,81 ; 0,93 ; 0,88 dan NS sebesar 0,38 ; 0,46 ; 0,51 ; 0,37. Nilai statistik R^2 sudah menunjukkan hasil yang memuaskan yaitu dengan nilai R^2 sudah mendekati angka 1 dan nilai statistik NS sudah menunjukkan hasil yang memuaskan karena nilai sudah menunjukkan lebih dari 0,36 dan dan sudah mempresentasikan kondisi asli yang terjadi di sungai.
5. Berdasarkan hasil perhitungan ketersediaan air di Kabupaten Indramayu dan Kabupaten Subang di tahun 2032, ketersediaan air baku di Kabupaten Indramayu dan Kabupaten Subang mempunyai selisih antara ketersediaan dan kebutuhan air bersih paling besar pada Bulan Desember yaitu sebesar 79,584 m³/detik, sedangkan untuk paling kecil terjadi pada Bulan Oktober yaitu sebesar

4,625 m³/detik. Hasil tersebut memenuhi kebutuhan air baku di Kabupaten Indramayu dan Kabupaten Subang pada Tahun rencana 2032 yaitu sebesar 2,604 m³/detik.

Saran

Berdasarkan kesimpulan dari penelitian ini terdapat beberapa saran yang dapat dijadikan pertimbangan untuk penelitian kedepannya yaitu sebagai berikut.

1. Melakukan simulasi dengan periode waktu yang lebih variatif seperti tengah bulan atau 15 harian dan 10 harian agar mendapatkan hasil yang presisi.
2. Perlu periode waktu data yang lebih panjang agar mendapatkan hasil yang optimal.
3. Melakukan parameterisasi yang lebih mendalam dan luas agar nilai statistik dari kalibrasi dan validasi pemodelan aliran sungai bisa memenuhi syarat yang ditentukan.
4. Menambah perhitungan kebutuhan irigasi dan PDAM untuk menghitung total kebutuhan air pada Kabupaten Indramayu dan Kabupaten Subang.

Daftar Pustaka

Abbaspour, K.C. 2008. *SWAT Calibration and Uncertainty Programs*. Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology. Swiss.

- Ahl RS, Woods SW, Zuurig HR. 2008. *Hydrologic calibration and validation of SWAT in a snow-dominated rocky mountain watershed*. Journal of The American Water Resouce Association. 44(6):1411.
- Arnold, J. G. et al. 2012. *SWAT: MODEL USE, CALIBRATION, AND VALIDATION*. Transactions of the ASABE. Vol. 55 No.4. Texas.
- Asdak, C. 2002. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Archiansah, F. 2020. Analisis Debit Sungai Ciujung Mengetahui Model SWAT Untuk Kebutuhan Air Baku di Kecamatan Bandung. *Skripsi*. Universitas Islam Indonesia, Sleman.
- Badan Pusat Statistik. 2020. *Statistik Daerah Kabupaten Indramayu*. Penerbit BPS Kabupaten Indramayu. Kabupaten Indramayu.
- Badan Pusat Statistik. 2020. *Statistik Daerah Kabupaten Subang*. Penerbit BPS Kabupaten Subang. Kabupaten Subang.
- Baker, Tracy J. 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*. Wyoming University of Ecosystem Science and Managemen. United States.
- Direktorat Jendral Cipta Karya 2006. *Pentunju Praktis Perencanaan Pembangunan Sistem Penyediaan Air Bersih Pendesaan*. Penerbit Cipta Karya. Jakarta.
- Hamdan, M. 2010. Analisis Debit Aliran Sungai Sub DAS Ciliwung Hulu Menggunakan MWSWAT. *Skripsi*. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Junaidi, Edi. 2011. Penggunaan Model Hidrologi SWAT (*Soil and Water Assessment Tool*) Dalam Pengelolaan DAS Cisadane. *Jurnal Penelitian Hutan dan koservasi alam*. Vol.9 No.3 : 221-237.Bogor.
- Neitsch, S. L. et al. 2011. *Soil and Water Assesment Tool Theoretical Documentation Version 2009*. Agricultural Research Service US. Texas.
- Rau, M.I. 2012. Analisis Debit Sungai dengan Menggunakan Model SWAT pada DAS Cipasauran Banten. *Skripsi*. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Septian, P. I. 2018. Analisis Ketersediaan air Sungai Sampit Menggunakan Model SWAT Untuk Kebutuhan Air Baku di Kecamatan Mentaya Hilir Selatan. *Skripsi*. Universitas Islam Indonesia, Sleman.
- Seyhan, E. 1997. *Dasar dasar hidrologi*. Terjemahan oleh Sentot Subagyo. 1990. Gadjah mada University Press. Yogyakarta.
- Suripin. 2004. *Sistem Drainase Perkotaan Yang Berkelanjutan*. Adi. Yogyakarta.
- SNI 67281 : 2015 Sumber Daya Air
- Triadmodjo, B. 2008. *Hidrologi Terapan*. Beta Offset. Yogyakarta.
- Wilson, E. M. 1990. *Hidrologi Teknik*. Terjemahan oleh MM Purbohadiwidjoyo. 1993. Institut Teknologi Bandung. Bandung.