

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

Muhammad Zakie Darmawan¹, Dwi Astuti Wulan Pratiwi², dan Shofwatul Fadilah²

¹Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta

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

Article Info

Article history:

Available online

Keywords:

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

Corresponding Author:

wulan.pratiwi@uii.ac.id

Abstract

Population growth in Indramayu and Subang Regency increase significantly from 2010-2020. It will cause an increase in demand for raw water. Therefore, this study aims to determine raw water demand in Indramayu and Subang Regencies by comparing the availability of water in the Cipunagara River with the water needs there. Streamflow analysis at the Cipunagara River at the Kiarapayung station outlet was analysed for four years, from 2012 to 2015. The SWAT modelling requires land use data, soil properties, climatological data, and discharge measurement data. There are four steps for creating the SWAT model, which consists of watershed delineation, HRU formation, model simulation, then calibration and validation processes. The discharge from the SWAT output will be used to calculate the availability of raw water for the Cipunagara River with a reliable discharge of 80%. Then the discharge compared with raw water demand in Indramayu Regency for 2032. The results of the SWAT modelling analysis on the Cipunagara Watershed showed a correlation value (R) of 0.65 and a Nash-Sutcliffe Model Efficiency (NS) of 0.40, which means the model was acceptable for predicting river discharge. The results of calculating the reliable discharge using simulated discharge have a maximum 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 © 2023 Universitas Islam Indonesia
All rights reserve

Pendahuluan

Menurut data Badan Pusat Statistik (2020) 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 ini. 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. Hasil penelitian ini Aplikasi MW-SWAT menghasilkan debit maksimal hasil simulasi sebesar 19,73 m³/detik dan debit maksimum observasi sebesar 23,82 m³/detik. Sedangkan debit minimum simulasi sebesar 3,04 m³/detik, dan debit minimum observasi sebesar 8,43 m³/detik. Selain itu, Dari hasil kalibrasi dan uji validasi model terhadap hasil air bulanan atau debit aliran sungai mempunyai nilai efisiensi Nash Sutcliffe (Ens) sebesar 0,46 dan koefisien korelasi (R²) sebesar 0,85 dan nilai standar deviasi (α) antara debit ukur dan simulasi sebesar 3,57. Sehingga MWSWAT dapat digunakan untuk memprediksi debit aliran sungai.

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. Metode penelitian yang dilakukan melalui 2 tahapan, yaitu tahap pengumpulan data dan tahap analisis data. Pengumpulan data dilakukan dengan mengumpulkan data data yang terkait yang akan digunakan pada proses Analisis debit aliran sungai DAS Cipasauran dilakukan dengan menggunakan model SWAT. Hasil penelitian ini yaitu Nilai debit harian di DAS Cipasauran berkisar dari 0 – 3,309 m³/dt, sedangkan nilai debit bulanan DAS Cipasauran berkisar dari 0,648 – 3,266 m³/dt. Kemudian, debit bulanan dan debit harian masing masing dapat memenuhi kebutuhan air baku sebesar 98,22% dan 100%. Selain itu, juga diperoleh hasil kalibrasi harian dan bulanan menunjukkan bahwa 84% dan 83% data observasi berpotongan dengan luasan grafik 95 PPU, dengan nilai p-factor harian dan bulanan sebesar 0,84 dan 0,83. Dengan demikian model hasil kalibrasi dikatakan valid, meskipun nilai R² dan nilai NS yang didapat kurang memuaskan.

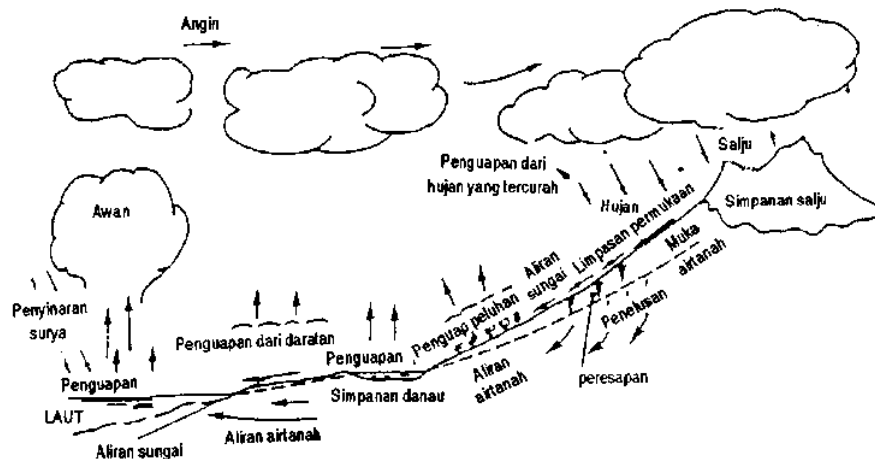
Septian (2018) melakukan penelitian mengenai analisis ketersediaan air sungai sampit menggunakan model SWAT untuk kebutuhan air baku di Kecamatan Mentaya Hilir Selatan. Tujuan penelitian ini untuk mencari sumber alternatif kebutuhan air baku di Kecamatan Mentaya Hilir Selatan dan memanfaatkan Sungai Sampit sebagai salah satu alternatif untuk memenuhi kebutuhan air baku di Kecamatan Mentaya. Metode yang digunakan melalui 3 tahap yaitu, tahap pengumpulan data, tahap pemodelan SWAT dan tahap perhitungan kebutuhan air baku. Untuk tahap pengumpulan data, data yang diperlukan seperti data curah hujan, debit sungai, data klimatologi dan data Aster GDEM. Data tersebut yang akan menjadi data *input* pada tahap pemodelan SWAT ini 2012 ver 1.2. Hasil output dari model SWAT ini berupa sub-DAS yang berbentuk dari hasil deliniasi, topografi DAS, debit dugaan dari model SWAT. Untuk tahap perhitungan kebutuhan air baku dibagi menjadi 2 golongan, yaitu kebutuhan air domestik dan non domestik. Setelah kebutuhan air domestik dan domestik sudah didapatkan, lalu mencari nilai kebutuhan total air bersih. Hasil

penelitian ini menunjukkan bahwa kebutuhan air baku di Kecamatan Mentaya Hilir sebesar 231,709 lt/dt pada tahun 2033. Selanjutnya, hasil perhitungan ketersediaan air baku diperoleh nilai debit andalan 88,9% sebesar 9400 lt/dt, dapat diketahui bahwa kebutuhan air baku di Kecamatan Mentaya Hilir dapat dipenuhi.. Selain itu, MWSWAT menghasilkan debit maksimum hasil simulasi sebesar 97,4 m³/detik dan debit maksimum hasil observasi sebesar 112,87 m³/detik. Sedangkan debit minimum hasil simulasi sebesar 8,5 m³/detik dan hasil observasi sebesar 9,12 m³/detik.

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.



Gambar 1. Siklus Hidrologi (Triatmodjo, 2008)

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).

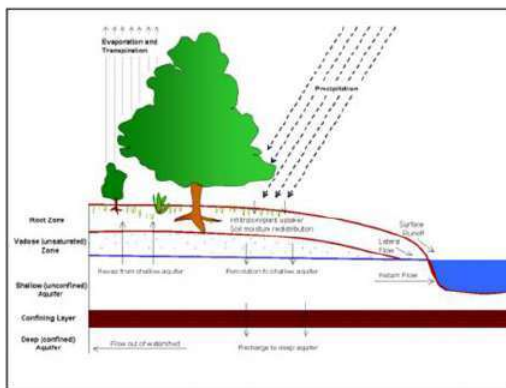
Geographic Information System (GIS)

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)

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 (Neitsch, dkk., 2005)

Penggunaan Lahan

Penggunaan lahan adalah segala campuran 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 pertumbuhan 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 1.

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

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 2.

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

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 3 dan 4.

$$Q_{md} = P_n \times q \times f_{md} \tag{3}$$

$$Q_t = Q_{md} \times 100/80 \tag{4}$$

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 kedalam 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 andalah (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

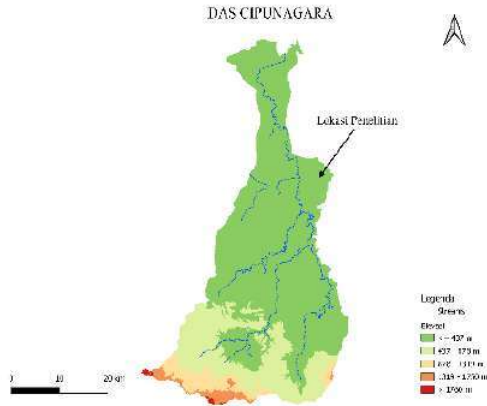
Perhitungan dilakukan dengan melakukan perhitungan kebutuhan air domestik dan kebutuhan air non domestik sehingga didapatkan hasil total kebutuhan air baku di Kabupaten Indramayu dan Kabupaten Subang seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Kebutuhan Air Total Kabupaten Indramayu dan Kabupaten Subang

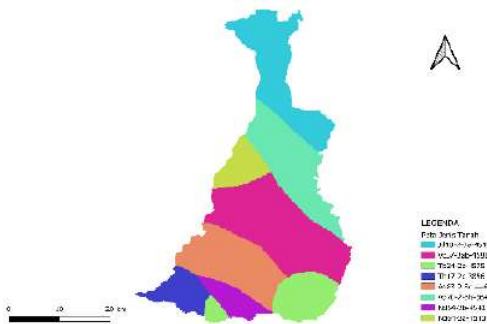
Jenis Kebutuhan	Jumlah Kebutuhan (m ³ /detik)		
	2020	Proyeksi Kebutuhan	
		2025	2030
Sambungan Rumah	1757,296	1840,544	1963,759
Hidran Umum	117,153	122,703	130,917
Fasilitas Masjid	31,250	32,986	35,417
Fasilitas Pendidikan	24,407	25,563	27,274
Fasilitas Rumah Sakit	1,042	1,296	1,653
Fasilitas Puskesmas	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

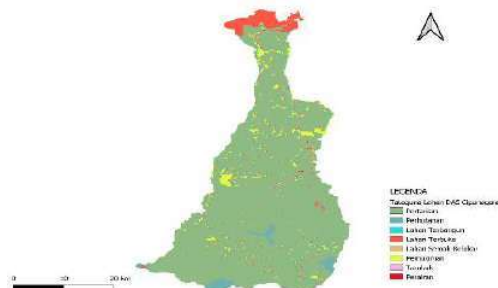
Untuk menjalankan permodelan SWAT dibutuhkan data peta DEM, peta tataguna lahan, peta jenis tanah serta data iklim pada DAS Cipunagara. Peta DEM DAS Cipunagara ditampilkan oleh Gambar 3, 4, dan 5.



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.



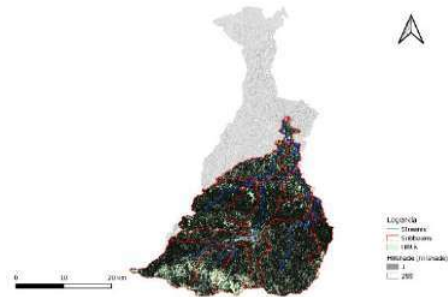
Gambar 6. Peta Deliniasi DAS Cipunagara

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.

Tabel 2. Klasifikasi Kemiringan Lahan

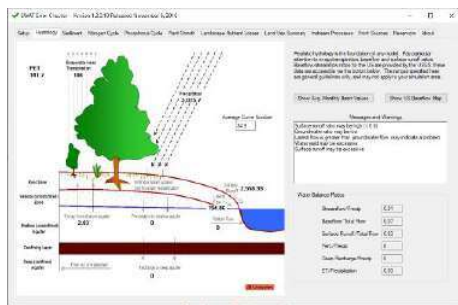
Kelas	Kemiringan	Klasifikasi
I	0% – 8%	Datar
II	8% – 15%	Landai
III	15% – 25%	Agak Curam
IV	25% – 45%	Curam
V	>45%	Sangat Curam

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



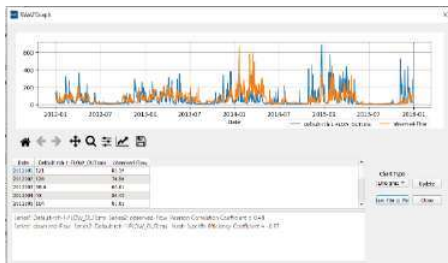
Gambar 7. Hasil Pembentukan HRU DAS Cipunagara

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.



Gambar 8. Run SWAT Check

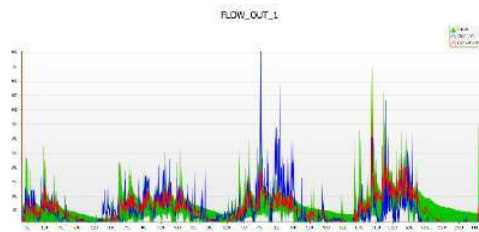
5. Langkah yang terakhir yaitu visualisasi debit simulasi dan debit observasi Sungai Cipunagara outlet Stasiun Kiarapayung.



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, dkk., 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.



Gambar 10. Hasil Grafik 95PPU DAS Cipunagara

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

Tabel 2. Nilai Statistik Hasil Kalibrasi

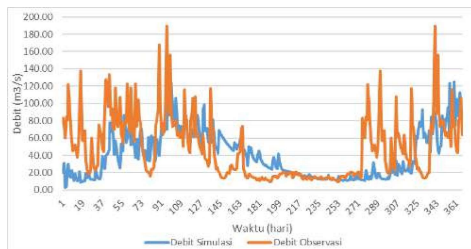
Variabel	Kalibrasi
<i>p-factor</i>	0,82
<i>R-factor</i>	1,20
R^2	0,65
NS	0,40

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.

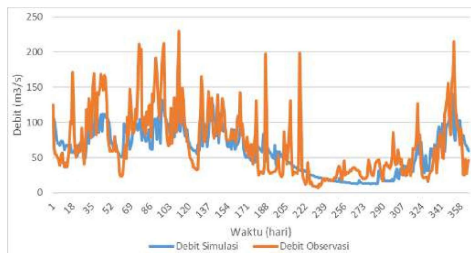
Hasil Validasi

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.

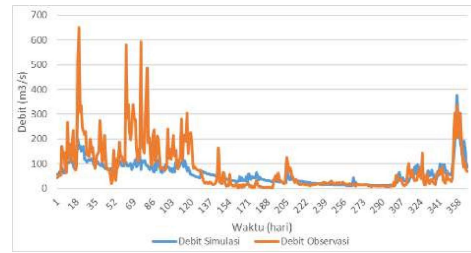
1. Validasi debit harian DAS Cipunagara dilakukan pada debit observasi yang diambil dari Stasiun Kiarapayung yang didapatkan dari Balai Wilayah Sungai Citarum.. Debit observasi dibandingkan dengan debit simulasi yang sudah dikalibrasi.



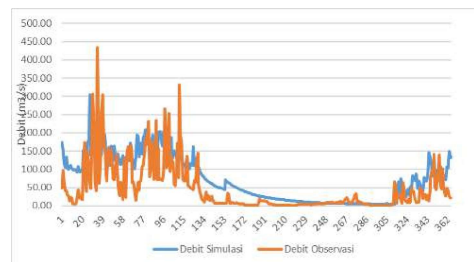
Gambar 11. Perbandingan Debit Simulasi dan Observasi Harian DAS Cipunagara Tahun 2012



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



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

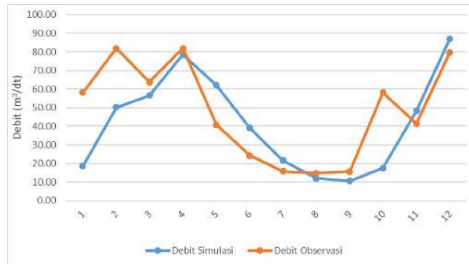


Gambar 14. Perbandingan Debit Simulasi dan Observasi Harian DAS Cipunagara Tahun 2015

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.

2. Validasi debit bulanan DAS Cipunagara dilakukan pada debit observasi yang diambil dari Stasiun Kiarapayung yang didapatkan dari Balai Wilayah Sungai Citarum.. Debit observasi dibandingkan

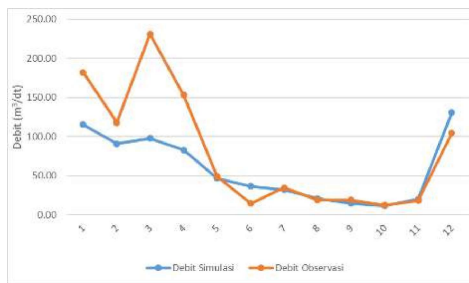
dengan debit simulasi yang sudah dikalibrasi.



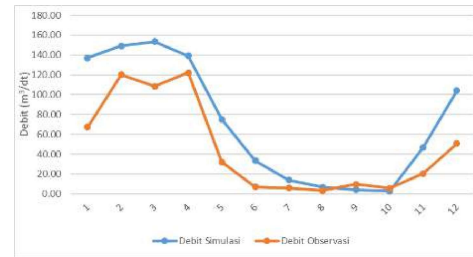
Gambar 15. Perbandingan Debit Simulasi dan Observasi Bulanan DAS Cipunagara Tahun 2012



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 3 dan Gambar 19.

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

No	Bulan	Qandalan80% / Qsupply	Qkebutuhan / Qdemand
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 19. Grafik Ketersediaan air di Kabupaten Indramayu dan Kabupaten Subang Tahun 2032

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 R² sudah menunjukkan hasil yang memuaskan yaitu dengan nilai R² 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 R² sebesar 0,55 ; 0,81 ; 0,93 ; 0,88 dan NS sebesar 0,38 ; 0,46 ; 0,51 ; 0,37. Nilai statistik R² sudah menunjukkan hasil yang memuaskan yaitu dengan nilai R² 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 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.

Daftar Pustaka

- Abbaspour, K.C. (2008). *SWAT Calibration and Uncertainty Programs*. Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology. Swiss.
- Arnold, J. G. dkk. (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.
- Badan Pusat Statistik. (2020). *Statistik Daerah Kabupaten Indramayu*. Penerbit BPS Kabupaten Indramayu. Kabupaten Indramayu.
- 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 konservasi alam*. Vol.9 No.3: 221-237. Bogor.
- Moriasi, D. N. et al. 2007. *Model evaluation guidelines for systematic quantification of accuracy in watershed simulations*. *Trans. ASABE* 50(3): 885-900.
- Neitsch, S. L. et al. (2011). *Soil and Water Assesment Tool Theoretical Documentation Version 2009*. Agricultural Research Service US. Texas.
- Pawitan, H. (2004). *Aplikasi model erosi dalam perspektif pengelolaan daerah aliran sungai*. *Prosiding Seminar Degradasi Lahan dan Hutan. Masyarakat Konservasi Tanah dan Air Indonesia*. Universitas Gadjah Mada dan Departemen Kehutanan.
- Rau, M.I. (2012). *Analisis Debit Sungai dengan Menggunakan Model SWAT pada DAS Cipasauran Banten*. Skripsi. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Ritohardoyo, SU. (2002). *Perencanaan Dan Tata Guna Lahan*. Yogyakarta: Fakultas Geografi UGM
- 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.
- SNI 67281: 2015 Sumber Daya Air
- Triadmodjo, B. (2008). *Hidrologi Terapan*. Beta Offset. Yogyakarta.