

ANALISIS KETERSEDIAAN AIR SUNGAI SAMPIT DENGAN MODEL SWAT UNTUK KEBUTUHAN AIR BAKU DI KECAMATAN MENTAYA HILIR SELATAN

Prakas Indra Septian¹, Dwi Astuti Wahyu Wulan Pratiwi²

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

Email: prakasindra07@gmail.com

² Dosen Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia

Email: wulan.pratiwi@uii.ac.id

Abstract: Raw water in the South Mentaya Hilir Sub-district comes from the downstream of Mentaya River. Based on observations in the downstream of Mentaya River, saltwater intrusion caused a decrease in raw water quality and difficulties in the management and distribution of raw water. Therefore, it is necessary to investigate and analyze new raw water extraction sites to reduce the risk of raw water availability in the South Mentaya Hilir Sub-district in the future. Sampit River located in North Mentaya Hilir Sub-district is a river that has potential as a new source of raw water in the South Mentaya Hilir Sub-district. This study applies SWAT modeling in estimating river water discharge and calculating the dependable flow in the Sampit River. SWAT modeling is carried out with the Sampit Sub-watershed delineation stage, HRU formation, SWAT simulation and calibration and validation processes. Calibration and validation using the input data characteristics of the Sampit Sub-watershed which then produces an average monthly discharge output. From the SWAT output is used to dependable flow of Sampit River with reliability 80% to 90%. The raw water demand in the South Mentaya Hilir Sub-district. This study compare the result of dependable flow and raw water demand in planned year 2033. The results of SWAT modeling through the calibration and validation process obtained the determination coefficient value (R^2) of 0.83 and the value of Nash-Sutcliffe Model Efficiency (E_{NS}) of 0.82. Based on the modeling, it is feasible to predict the river water discharge with $E_{NS} > 0,75$. The results of the calculation of the dependable flow using the discharge results from the SWAT simulation obtained a dependable flow value of 9400 liters/sec with percentage of 88.9%. It can be concluded that the raw water demand in the Sub-district of South Mentaya Hilir can be fulfilled until the planned year in 2033 is 231.709 lt/sec.

Keyword: Sea Water Intrusion, Raw Water Demand, SWAT, Sampit River

PENDAHULUAN

Dalam rangka pendayagunaan dan pengembangan sumber air di Kabupaten Kotawaringin Timur, kegiatan penyediaan air sarana air baku bagi penduduk setempat merupakan salah satu bagian yang harus dilaksanakan. Sarana air baku merupakan kebutuhan pokok manusia, terdapat berbagai macam sumber air yang dapat dipergunakan sebagai sumber air seperti air hujan, air permukaan, danau, sungai, mata air dan air

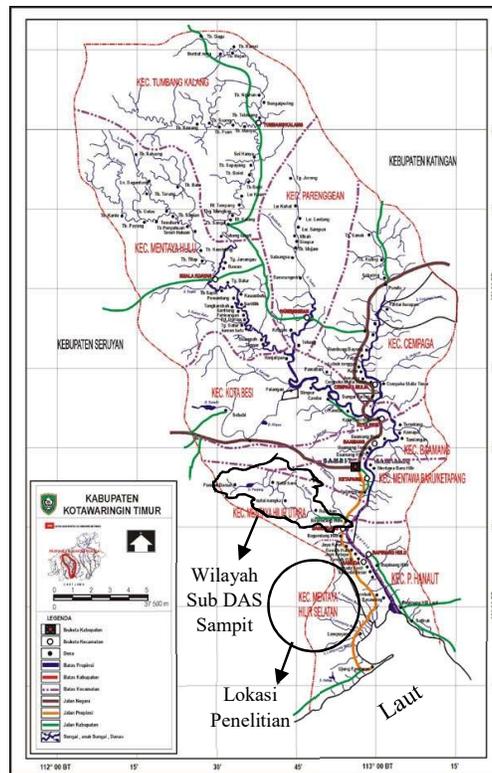
tanah bawah permukaan. Masyarakat di Kecamatan Mentaya Hilir Selatan, Kabupaten Kotawaringin Timur memanfaatkan air hujan, mata air, dan sungai Mentaya sebagai sumber air baku.

Pada musim kemarau panjang, persediaan air ternyata tidak mencukupi kebutuhan dan pada sebagian daerah mengalami intrusi air laut, termasuk DAS Mentaya di bagian hilir sungai mengalami intrusi air laut. (Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat

Jendral Sumber Daya Air Balai Wilayah Sungai Kalimantan II, 2013). Intrusi air laut tersebut akan menurunkan kualitas air baku serta menimbulkan kesulitan dalam pengelolaan dan penyaluran air baku.

Maka dari itu perlu dilakukan investigasi dan analisis tempat pengambilan air baku yang baru untuk mengurangi resiko kurangnya ketersediaan air baku di wilayah Kecamatan Mentaya Hilir Selatan untuk kebutuhan air baku di masa mendatang. Sungai Sampit merupakan sungai yang tidak terkena intrusi air asin yang terletak dibagian Kecamatan Mentaya Hilir Utara. Untuk sampai pada pengelolaan DAS Sampit yang berkelanjutan diperlukan kajian yang tepat terhadap pola pengelolaan unsur-unsur di dalam DAS tersebut. *Soil and Water Assessment Tool*

(SWAT) merupakan permodelan debit pada skala DAS yang dibuat tahun 1990 oleh DR. Jeff Arnold dari *USDA Agricultural Research Service (ARS)*. SWAT dibentuk untuk memprediksi dampak dari manajemen perairan, sedimen dan bahan kimiawi pertanian dalam DAS yang besar dan kompleks. SWAT yang digunakan pada penelitian ini adalah *MWSWAT2012*. Model *MWSWAT2012* akan dipakai untuk mensimulasikan debit sungai di wilayah DAS Sampit. Kondisi iklim, tataguna lahan dan jenis tanah dijadikan pertimbangan dalam menganalisis debit di Sungai Sampit. Kemudian diteliti apakah debit yang tersedia tersebut dapat memenuhi kebutuhan air baku di Kecamatan Mentaya Hilir Selatan yang direncanakan sampai tahun 2033.



Gambar 1 Peta Lokasi Penelitian

RUMUSAN MASALAH

1. Berapakah kebutuhan air baku yang diperlukan di Kecamatan Mentaya Hilir Selatan pada tahun 2033 ?
2. Apakah debit Sungai Sampit dapat memenuhi kebutuhan air baku di Kecamatan Mentaya Hilir Selatan pada tahun 2033 ?

LANDASAN TEORI

Soil And Water Assessment Tools (SWAT)

SWAT adalah sebuah model DAS atau *river basin* yang dikembangkan oleh Dr. Jeff Arnold pada tahun 1990an dari USDA *Agricultural Research Service (ARS)*. SWAT dibentuk untuk melakukan prediksi dampak dari manajemen lahan pertanian terhadap air, sedimentasi, dan jumlah bahan kimia, pada suatu area DAS besar dan kompleks dengan mempertimbangkan variasi jenis tanahnya, tataguna lahan, serta kondisi manajemen suatu DAS setelah melalui periode yang lama.

Simulasi hidrologi DAS dengan menggunakan SWAT dapat dibagi menjadi dua bagian utama. Bagian pertama adalah fase lahan pada siklus hidrologi dan kedua adalah fase pergerakan air pada siklus hidrologi. Pada fase lahan yaitu mengontrol jumlah air, sedimen, unsur hara dan pestisida yang masuk kedalam sungai. Fase yang kedua adalah fase pergerakan air pada siklus hidrologi yang didefinisikan sebagai pergerakan air, sedimen, unsur hara dan pestisida melalui jaringan sungai sampai ke *outlet*.

Kegiatan Kalibrasi adalah pengujian model yang bertujuan agar hasil simulasi model mendekati dengan keadaan sebenarnya. Proses kalibrasi dan validasi dilakukan dengan software SUFI2.SWAT-CUP. Dengan menggunakan software tersebut dapat dibandingkan langsung antara grafik debit hasil simulasi dan grafik debit hasil pengukuran di lapangan. Model dianggap valid apabila data hasil observasi berpotongan dengan luasan grafik 95PPU sebesar 80% ($p\text{-factor} > 0.8$). Dalam proses kalibrasi dan validasi di anjurkan menggunakan *warming up* periode agar memantapkan kondisi *base flow* (aliran dasar) sehingga proses hidrologi seimbang dengan jumlah 2 sampai 3 periode. Pada SUFI2.SWAT-CUP akan digunakan koefisien determinasi (R^2) dan Nash-Sutcliffe Model Efficiency (ENS). Nash-Sutcliffe Model Efficiency merupakan model

yang direkomendasikan oleh The American of Civil Engineers. Nash-Sutcliffe Model Efficiency (ENS) digunakan untuk mengevaluasi model hasil simulasi. Dalam Kriterianya, simulasi dianggap layak jika nilai $ENS > 0,75$, memuaskan apabila nilai berada diantara $0,36 - 0,75$, dan dikatakan kurang layak apabila nilai $< 0,36$. Koefisien determinasi menunjukkan seberapa dekatnya nilai yang dihasilkan oleh hasil simulasi dengan nilai sesungguhnya di lapangan. Nilai R^2 yang mendekati 1 menandakan nilai debit hasil simulasi memiliki nilai yang cukup dekat dengan nilai debit observasi.

Debit Andalan

Debit andalan (*dependable flow*) adalah besarnya debit sungai yang diharapkan selalu tersedia dan dapat dimanfaatkan dalam penyediaan air dengan resiko kegagalan yang telah diperhitungkan. Dalam praktek ternyata debit andalan dari waktu ke waktu mengalami penurunan seiring dengan fungsi daerah tangkapan air. Penurunan debit andalan dapat menyebabkan kinerja irigasi berkurang yang mengakibatkan pengurangan areal persawahan. Antisipasi keadaan ini perlu dilakukan dengan memasukkan factor koreksi sebesar 80% sampai dengan 90% untuk debit andalan. Faktor koreksi tersebut tergantung pada kondisi perubahan DAS.

Untuk menentukan besarnya debit andalan, dapat dihitung dengan beberapa metode yang disesuaikan dengan data yang tersedia. Data yang tersedia dapat berupa seri data debit yang dimiliki oleh setiap stasiun pengamatan debit sungai maupun data seri data curah hujan yang dimiliki oleh setiap stasiun pencatat curah hujan pada DAS Sungai yang dimaksud. Debit andalan dapat ditentukan dengan menggunakan kurva durasi massa debit yang dibentuk dengan menyusun data debit, dari debit maksimum sampai debit minimum. Susunan data dapat dinyatakan dalam bentuk gambar kurva massa atau dalam bentuk tabel. Pada kurva massa debit, ordinat adalah debit aliran sedangkan absis adalah waktu (hari) atau % waktu. Untuk bentuk tabel, data debit bulanan di urutkan dari nilai terbesar sampai terkecil, persen

keandalan diperoleh dari nilai m/n yang dinyatakan dalam % dimana m adalah nomor urut dan n adalah jumlah data.

Kebutuhan Air Baku

Kebutuhan air baku dihitung dengan menggunakan standar – standar perhitungan yang telah ditetapkan untuk masa mendatang. Kebutuhan air baku dibagi menjadi dua yaitu kebutuhan air domestik dan non domestik.

METODE PENELITIAN

Prosedur pengujian dilakukan melalui 5 tahapan, yaitu tahap pengumpulan data, tahap pengolahan data, tahap permodelan MWSWAT2012 ver 1.2, tahap kalibrasi dan validasi, dan tahap perhitungan kebutuhan dan ketersediaan air baku. Jenis dan sumber data yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1 Jenis dan sumber data yang digunakan pada penelitian

No	Jenis data (<i>Data Type</i>)	Sumber data (<i>Data Source</i>)
1	Peta DEM dengan resolusi 30 x 30 m Zona UTM 49S	US Geological Survey
2	Data klimatologi	BWS Kalimantan II
3	Data debit Sungai Sampit tahun 2005-2013	BWS Kalimantan II
4	Peta tataguna lahan Kabupaten Kota Waringin Timur tahun 2015 Skala 1 : 1.200.000	BWS Kalimantan II
5	Data kependudukan Kecamatan Mentaya Hilir Selatan tahun 2013	BPS Kecamatan Mentaya Hilir Selatan
6	Peta digital tataguna lahan dan jenis tanah wilayah indonesia	<i>Waterbase.org</i>

Pada tahap simulasi permodelan MWSWAT2012 ver 1.2 dibagi menjadi 3 tahapan sebagai berikut.

1. Deliniasi Daerah Aliran Sungai

Untuk melakukan deliniasi dibutuhkan peta batas DAS Sampit dan DEM SRTM ukuran 30 m X 30 m. Sebelum melakukan kegiatan watershed delineation pada MWSWAT semua peta harus pada satuan yang sama seperti UTM.

2. Pembentukan Hidrologic Respons Unit (HRU)

Pembentukan HRU (Hydrological Response Unit) merupakan unit analisis hidrologi yang mempunyai karakteristik tanah dan penggunaan lahan yang spesifik, sehingga dapat dipisahkan antara satu HRU dengan lainnya. HRU didapatkan dari overlay peta tanah dan peta penggunaan lahan. Pembuatan HRU terdiri dari interval slope, peta raster

landuse dan peta raster tanah format sistem koordinat proyeksi UTM, dari presentase total luasan landuse 0 %, jenis tanah sebesar 0 %, dan slope sebesar 0 % yang berarti semua luasan akan tetap di perhitungkan.

3. Simulasi

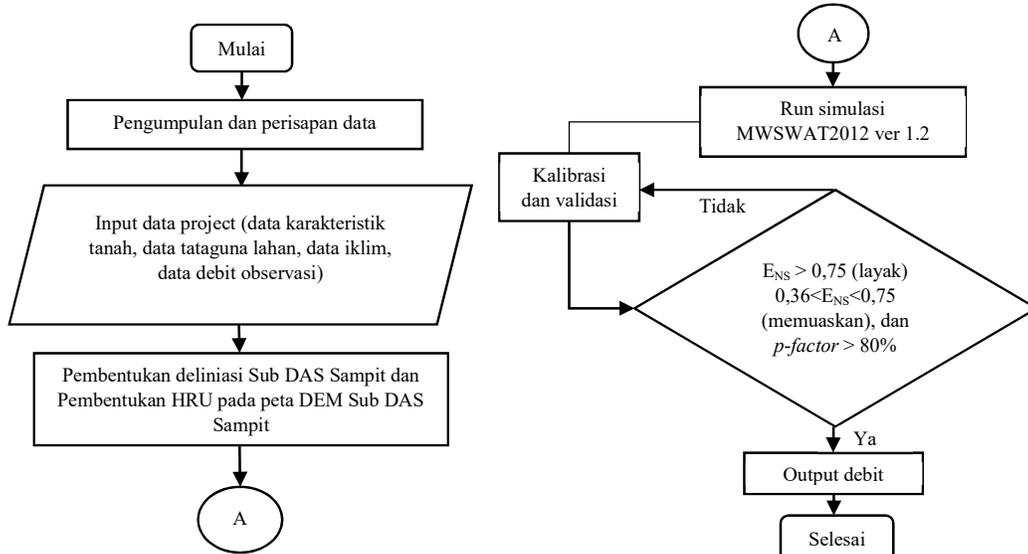
Proses simulasi dilakukan setelah proses penggabungan HRU dengan data iklim. Jumlah tahun yang digunakan untuk tahap simulasi berjumlah 10 tahun yaitu pada tahun 2004-2013. Persamaan yang digunakan dalam simulasi SWAT untuk melakukan prediksi aliran permukaan adalah metode SCS Curve Number.

Proses kalibrasi dan validasi model SWAT dilakukan dengan menggunakan software SUFI2.SWAT-CUP. Dalam penelitian ini hanya menggunakan 1 periode warming up yaitu pada tahun 2004 karena keterbatasan data. Kalibrasi model dilakukan dengan cara membandingkan debit bulanan DAS Sampit

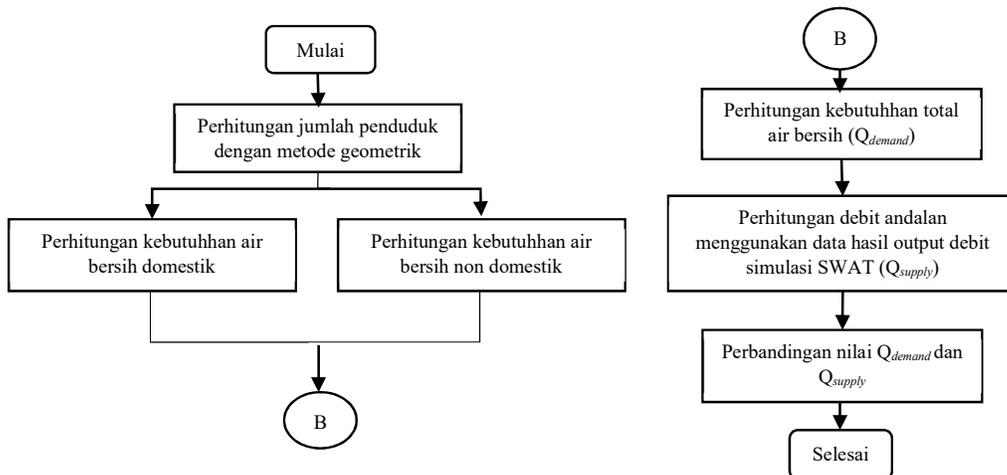
hasil pencatatan di lapangan dengan debit bulanan hasil simulasi model SWAT dari tahun 2005 – 2009. Sedangkan untuk validasi menggunakan data debit bulanan dari tahun 2010 – 2013.

Untuk perhitungan kebutuhan air baku dilakukan dengan membagi 2 golongan yaitu kebutuhan domestik dan kebutuhan non domestik. Untuk mencari nilai kebutuhan air domestik, pertama yaitu mencari nilai jumlah penduduk di masa mendatang. Kemudian mencari nilai kebutuhan domestik dilakukan dengan cara mengalikan jumlah jiwa yang akan dilayani dikali kebutuhan air per-orang

per-hari. Setelah itu mencari nilai kebutuhan total air bersih dengan faktor kehilangan air 20%. Untuk kebutuhan air non domestik dihitung dengan menjumlah total kebutuhan air sarana kesehatan, sarana pendidikan, sarana ekonomi, perkantoran dan pertokoan, rumah peribadatan, peternakan, industri, dan kebutuhan air untuk lain-lain. Setelah itu menjumlah total kebutuhan air domestik dan non domestik. Kemudian menganalisis ketersediaan debit dengan cara membandingkan nilai debit kebutuhan air baku (Q_{demand}) dengan nilai debit andalan (Q_{supply}) DAS Sampit dari analisis SWAT.



Gambar 2 Bagan Alir Simulasi SWAT



Gambar 3 Bagan Alir Perhitungan Ketersediaan Air Baku

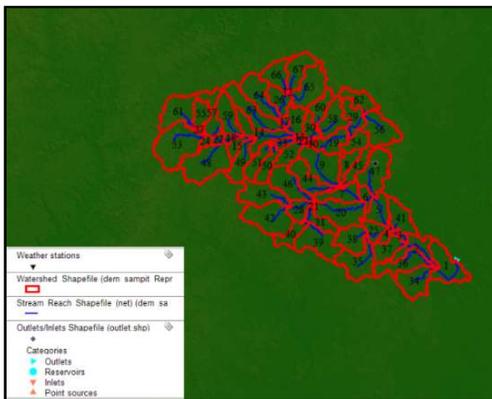
ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Pada tahap analisis dilakukan dengan menggunakan *software* SWAT dengan hasil sebagai berikut.

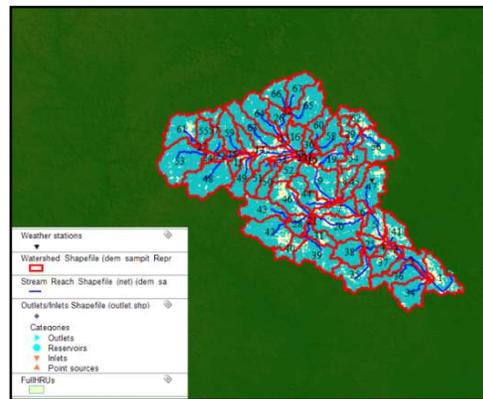
1. Deliniasi DAS Sampit menghasilkan 67 *Subbasin* dengan total luas DAS sampit 97600,63 ha. Hasil deleniasi DAS dapat dilihat pada Gambar 4.
2. *Hydrologi response units* (HRU) DAS Sampit. Pada tahap ini dilakukan *overlay* antara hasil deleniasi DAS, data penggunaan lahan serta data tanah. Dari

hasil analisis terbentuk 871 HRU yang berbeda pada DAS Sampit. Hasil pembentukan HRU dapat dilihat pada Gambar 5.

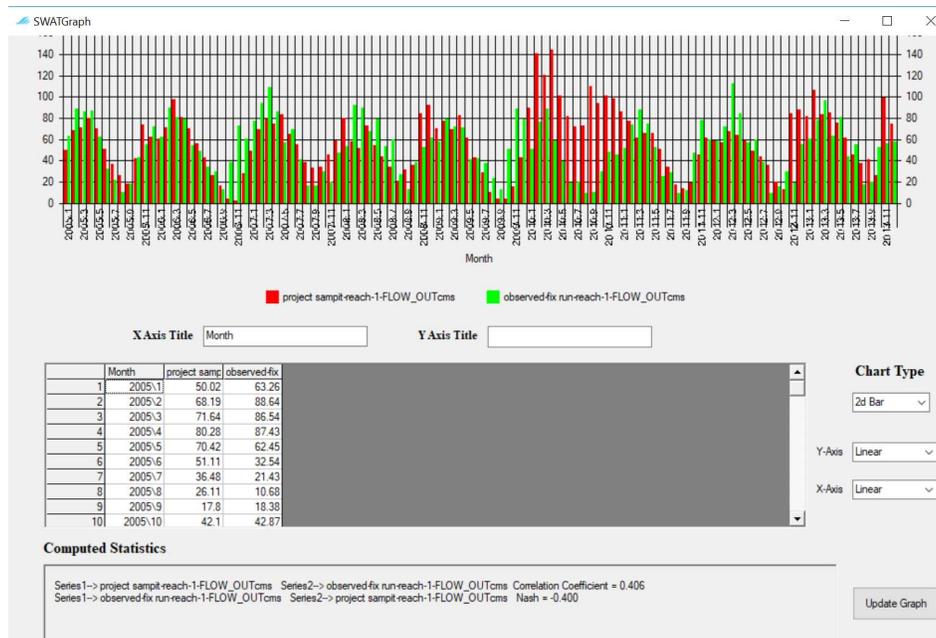
3. Dari hasil simulasi SWAT tahun 2004 – 2013 dengan *warming up periode* tahun 2004 diperoleh nilai E_{NS} Sebesar -0,40. Dari angka tersebut dapat disimpulkan bahwa debit observasi lebih mewakili debit pada Sungai Sampit sehingga perlu dilakukannya kalibrasi dan validasi. Hasil Simulasi SWAT dapat dilihat pada Gambar 6



Gambar 4 Hasil Deleniasi DAS



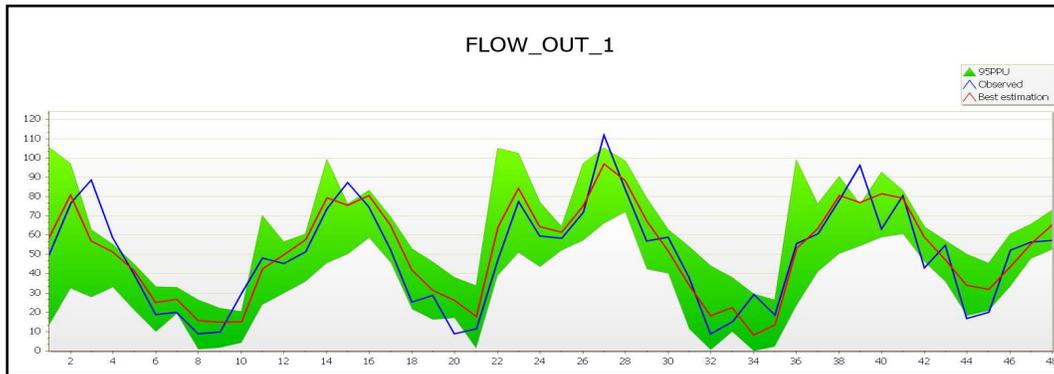
Gambar 5 Hasil Pembentukan HRU



Gambar 6 Hasil Simulasi SWAT

4. Model dianggap valid apabila data hasil observasi berpotongan dengan luasan grafik 95PPU sebesar 80% (p-factor > 80%). Dengan nilai debit tahun 2005 – 2009 sebagai data debit kalibrasi dan nilai debit tahun 2010 -2013 sebagai data debit validasi diperoleh nilai p-factor > 80% yang ditunjukkan pada Gambar 7 sehingga data hasil simulasi dapat dikatakan valid.

Dari hasil kalibrasi diperoleh nilai ENS sebesar 0,72 dan nilai R2 sebesar 0,73 dan hasil validasi diperoleh nilai ENS sebesar 0,82 dan nilai R2 sebesar 0,83. Dari hasil kalibrasi dan validasi dapat disimpulkan bahwa permodelan SWAT layak untuk digunakan dalam memprediksi debit Sungai Sampit dengan nilai validasi ENS > 0,75.



Gambar 7 Grafik 95PPU

Ketersediaan air baku dihitung dengan cara membandingkan nilai debit andalan hasil simulasi model SWAT dengan hasil perhitungan kebutuhan air baku. Dari hasil perhitungan kebutuhan air baku di Kecamatan Mentaya Hilir Selatan diperoleh kebutuhan air

baku pada tahun 2033 sebesar 231,709 lt/det. Dalam menghitung debit andalan menggunakan data debit bulanan dengan metode kurva massa debit diperoleh nilai debit andalan sebesar 9400 lt/det dengan persen keandalan 88,9%.

Tabel 2 Hasil Perhitungan Debit Andalan (m³/det)

No Urut	m/n %	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nov	Des
1	11,1	74,1	81,4	97,4	88,7	79,4	59,9	47,6	35,1	38,6	64,2	96,0	96,9
2	22,2	63,8	80,9	94,7	88,5	78,8	59,3	47,5	34,2	32,8	62,3	84,9	65,7
3	33,3	63,5	80,5	77,0	81,9	69,3	53,2	35,4	30,1	32,2	43,8	82,8	65,7
4	44,4	62,3	79,9	75,8	81,7	67,8	52,0	34,5	26,9	22,8	43,8	55,8	65,3
5	55,6	61,6	79,6	75,7	80,7	65,6	42,6	32,4	26,4	22,8	42,8	55,7	64,6
6	66,7	59,2	78,6	75,0	80,0	65,5	42,0	32,3	19,4	18,7	15,3	42,6	53,1
7	77,8	57,7	75,5	57,2	75,3	47,8	40,8	31,7	18,6	18,1	15,1	42,1	51,5
8	88,9	57,4	74,7	57,1	51,8	41,8	25,6	27,4	16,1	15,5	9,4	14,3	50,0
9	100	57,4	55,7	57,0	51,5	41,7	25,2	27,1	15,9	15,1	8,5	13,7	49,8

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut.

1. Dari hasil perhitungan kebutuhan air baku di Kecamatan Mentaya Hilir Selatan diperoleh nilai kebutuhan air baku (Q_{demand}) sebesar 231,709 lt/det pada tahun 2033.

2. Dari hasil perhitungan kebutuhan air baku dan ketersediaan air baku diperoleh nilai kebutuhan air baku Kecamatan Mentaya Hilir Selatan sebesar 231,709 lt/det di tahun 2033. Sedangkan hasil perhitungan ketersediaan air baku diperoleh nilai debit andalan 80% sebesar 9400 lt/det. Dari hasil tersebut dapat diketahui bahwa kebutuhan air baku Kecamatan Mentaya Hilir Selatan pada tahun 2033 dapat terpenuhi ($Q_{Supply} = 9400 \text{ lt/det} > Q_{demand} = 231,709 \text{ lt/det}$).
3. Permodelan hidrologi SWAT menghasilkan debit maksimum sebesar 97,4 m³/det dengan nilai debit maksimum observasi sebesar 112,81 m³/det sedangkan debit minimum hasil simulasi sebesar 8,5 m³/det dengan nilai debit minimum observasi sebesar 9,12 m³/det.
4. Dari hasil kalibrasi dan validasi model dengan 1 periode warming up pada tahun 2004 diperoleh nilai p-factor sebesar 0,90 dengan nilai koefisien determinasi (R²) sebesar 0,83 dan nilai Nash-Sutcliffe Model Efficiency (ENS) sebesar 0,82. Sehingga permodelan dikatakan layak untuk memprediksi debit aliran sungai dengan nilai ENS > 0,75.

Saran

Adapun saran yang peneliti buat sebagai berikut.

1. Dengan nilai ketersediaan air Sungai Sampit yang masih banyak maka dapat digunakan untuk kebutuhan air baku di beberapa wilayah di sekitar Kecamatan Mentaya Hilir.
2. Perlu dibuat beberapa skenario tataguna lahan dalam Model SWAT sebagai referensi perbaikan tataguna lahan untuk periode kedepan.
3. Karena keterbatasan data pada penelitian ini menggunakan 1 tahun periode warming up sehingga perlu ditambahkan warming up periode sesuai rekomendasi yaitu 2 – 3 tahun periode.
4. Karena keterbatasan data penelitian ini masih menggunakan peta global jenis tanah sehingga perlu adanya bentuk peta

jenis tanah dan peta tataguna lahan yang lebih detail pada masing - masing DAS setiap tahunnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Abbaspour, K.C. 2008. *SWAT-CUP2: SWAT Calibration and Uncertainty Programs*. Duebendorf: Departement of Systems Analysis, Integrated Assessment and Modelling (SIAM), Eawag, Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology.
- 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.
- Direktorat Jendral Cipta Karya. 2006. *Petunjuk Praktis Perencanaan Pembangunan Sistem Penyediaan Air Bersih Perdesaan*. Penerbit Cipta karya. Jakarta.
- Direktur Jendral Pengairan. 1986. *Kriteria Perencanaan-Jaringan Irigasi (KP-01)*. Penerbit Pekerjaan Umum. Jakarta.
- PT. Sarana Bhuana Jaya. 2013. *Laporan Akhir SID Penyediaan Air Baku IKK Samuda*. Kementrian Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Sumber Daya Air Balai Wilayah Sungai Kalimantan II. Palangkaraya.
- Neitsch SL, Arnold JG, Kiniry JR, Srinivasan R, William JR. 2009. *Soil and Water Assessment Tool Theoretical Documentation Version 2009*. Texas (US): Agricultural Research Service US.
- Triatmodjo, Bambang. 2014. *Hidrologi Terapan*. Beta Offset. Yogyakarta.