

# PROSIDING

CIVIL ENGINEERING RESEARCH FORUM KE-1

TANTANGAN DAN  
INOVASI PEMBANGUNAN INFRASTRUKTUR  
DALAM MENGHADAPI PENINGKATAN  
RISIKO BENCANA

YOGYAKARTA, 13 JULI 2021

# **PROSIDING**

## ***Civil Engineering Research Forum Ke-1*** **(CE ReForm Ke-1)**

Tantangan dan Inovasi Pembangunan Infrastruktur  
dalam Menghadapi Peningkatan Risiko Bencana

**Yogyakarta, 13 Juli 2021**

Penerbit :



**UNIVERSITAS  
ISLAM  
INDONESIA**

2021

## **PROSIDING**

### **Civil Engineering Research Forum Ke-1 (CE ReForm Ke-1)**

#### **“Tantangan dan Inovasi Pembangunan Infrastruktur dalam Menghadapi Peningkatan Risiko Bencana”**

##### **(SC) *Science Committee:***

Prof. Ir. Widodo, MSCE, Ph.D	(Penanggung Jawab)
Setya Winarno, S.T., M.T., Ph.D.	(Pengarah)
Fitri Nugraheni, S.T., M.T., Ph.D.	(Pengarah)
Sri Amini Yuni Astuti, Dr. Ir., M.T.	(Pengarah)

##### **(OC) *Organizer Committee:***

Elvis Saputra, S.T., M.T.  
Malik Mushthofa, S.T., M.Eng.  
Jafar, S.T., M.T., MURP  
Anggit Mas Arifudin, S.T., M.T.  
Astriana Hardawati, S.T., M.Eng.  
Aisyah Nur Jannah, S.T., M.Sc.  
Anastasia Sivana, A.Md  
Rizka Ariyanto, S.Kom.  
Muhammad Hidayatullah,  
Deska Arini, A.Md, S.Kom.  
Isnaini Sumirat, SE

##### **Reviewer:**

Prof. Ir. Widodo, MSCE, Ph.D  
Prof. Ir. Mochamad Teguh, MSCE, Ph.D  
Dr.rer.nat. Wiwit Suryanto, S.Si., M.Si. (Universitas Gadjah Mada)  
Miftahul Fauziah, Ph.D.  
Setya Winarno, Ph.D  
Edy Purwanto, DR. Ir., CES., DEA  
Dr. Eng. Mahmud Kori Effendi (Universitas Negeri Semarang)  
Pradipta Nandi Wardhana, ST, M. Eng  
Aisyah Nur Jannah, S.T., M.Sc.

**Editor:**

Malik Mushthofa, S.T., M.Eng.

Jafar, S.T., M.T., MURP

Elvis Saputra, S.T., M.T.

Adityawan Sigit, S.T., M.T.

Anggit Mas Arifudin, S.T., M.T.

Dinia Anggraheni, S.T., M.Eng.

Muhammad Rifqi Aburrazak, S.T., M.Eng.

Prayogo Afang Prayitno, S.T., M.Sc.

**Penerbit:**

Kampus Terpadu UII

Jl. Kaliurang Km 14,5 Yogyakarta 55584

Tel. (0274) 898 444 Ext. 2301; Fax. (0274) 898 444 psw 2091

e-mail: [penerbit@uii.ac.id](mailto:penerbit@uii.ac.id)

## KATA PENGANTAR

Assalamu ‘alaikum wr. Wb.

Alhamdulillah rabbil ‘alamin. Puji Syukur pada Allah SWT, karena atas rahmat dan hidayah-Nya proses penyusunan prosiding dari makalah-makalah yang disajikan dalam *Civil Engineering Research Forum* (CE ReForm) tahun 2021 dapat diselesaikan.

*Civil Engineering Research Forum* (CE ReForm) merupakan sebuah forum diskusi ilmiah yang dibentuk oleh Jurusan Teknik Sipil (JTS), Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan (FTSP), Universitas Islam Indonesia (UII) pada tahun 2021. CE ReForm 2021 dengan tema “Tantangan dan Inovasi Pembangunan Infrastruktur dalam Menghadapi Peningkatan Risiko Bencana” diselenggarakan secara virtual pada tanggal 13 Juli 2021. Forum ini diharapkan dapat menjadi wadah diseminasi hasil penelitian bagi para akademisi serta praktisi di bidang Teknik Sipil, Kebencanaan dan keilmuan terkait untuk saling bertukar pikiran tentang perkembangan keilmuan terkini.

Program Studi Sarjana Teknik Sipil, JTS FTSP UII sebelumnya telah mempunyai program diseminasi hasil penelitian rutin setiap bulan berupa kegiatan kolokium. Jurusan Teknik Sipil merasa bahwa sangat penting untuk mengembangkan kegiatan kolokium, maka dari itu CE ReForm hadir pertama kali pada tahun 2021. Kolokium perlu diperluas dan diperdalam tingkat keilmuannya dengan melibatkan lebih banyak mahasiswa magister maupun doktor, dosen, dan para praktisi serta dipublikasikan karya ilmiahnya dalam prosiding ber-ISBN.

Akhir kata, kami sangat berterima kasih kepada semua pihak yang telah berpartisipasi dan membantu terlaksananya kegiatan ini. Semoga prosiding ini dapat memberikan manfaat sebesar-besarnya bagi Indonesia.

Wassalamu ‘alaikum wr. Wb.

Hormat Kami.

Panitia CE ReForm 2021

## DAFTAR ISI

### KATA PENGANTAR

### DAFTAR ISI

#### BIDANG STRUKTUR DAN MATERIAL

- Perilaku Keruntuhan Balok Beton Dengan Penggunaan *Carbon Fiber Reinforced Polymer* (CFRP) Sebagai Pengganti Baja Tulangan..... 1  
**(Helmy Akbar Bale, Hariadi Yulianto, Yusnanda Luthfi Evin Ayumni)**
- The Derrick (Onshore) Structure Capacity Analysis In Wind Load Combination Effect Based On Sni 1729 2015*..... 11  
**(Supriyadi, Miftahul Iman)**
- Analisis Elemen Hingga Nonlinier Kolom Konsentris Tabung Baja diisi Beton..... 19  
**(Mahmud Kori Effendi)**
- Pengaruh Semen Holcim Powermax Pada Balok Beton Bertulang Terhadap Kuat Lentur Dan Faktor Reduksinya ..... 28  
**(Hariadi Yulianto, Novi Rahmayanti, Akhmad Reza Kriswiansyah)**
- Perbandingan Kuat Geser dan Daktilitas Dinding Bata Merah, Batako, dan Bata Ringan ..... 37  
**(Sarwidi, Jafar)**
- Pengaruh Penggunaan Serbuk Limbah Asbes, *Silica Fume* Dan *Superplasticizer* Terhadap Berat Semen Pada Beton Memadat Sendiri ..... 47  
**(Novi Rahmayanti, Julang Angkoso)**
- Valuasi Nilai Sisa Kapasitas Struktur Atas Jembatan Sardjito Ii Dengan Metode *Rating Factor*..... 55  
**(Astriana Hardawati, Febriandha Treskha)**

#### BIDANG MANAJEMEN KONSTRUKSI

- Kajian Kesiapan Implementasi Sistem Manajemen Keselamatan Konstruksi (SMKK) Pada Kontraktor Kecil Di Kabupaten Kebumen ..... 64  
**(Nindhita Ayu Kusumaningrum)**
- Penerapan ISO 31000:2018 Risk Management-Guidelines Pada Proyek Pembangunan Perpipa-an Air Limbah di Pekanbaru ..... 76  
**(Aldesra Azria Lisananda, Mochammad Agung Wibowo, Setya Winarno)**
- Analisis Penerapan Sistem Manajemen Keselamatan Dan Kesehatan Kerja (SMK3) Pada Proyek Konstruksi Gedung ..... 84  
**(Ibrahim, Albani Musyafa, Faisol AM)**

Studi Penerapan Konsep *Lean Construction* Pada Perencanaan Anggaran Biaya Menggunakan Aplikasi Estimator.Id ..... 94  
**(Fatimah Zahrah Fatih Alfajr, Fitri Nugraheni)**

#### **BIDANG TRANSPORTASI**

Kinerja Operasional dan Tingkat Kepuasan Penumpang Bus Trans Jogja Trayek 6A dan 6B ..... 103  
**(Faishol Jamil, and Berlian Kushari)**

Pengaruh Oli Bekas Sebagai Bahan Peremaja *Reclaimed Asphalt Pavement* (RAP) Terhadap Karakteristik Campuran *Split Mastic Asphalt* (SMA) 0/11 Dengan Selulosa Serabut Kelapa ..... 114  
**(Tnorth Adhitiya Prayuda dan Miftahul Fauziah)**

Desain Koordinasi Sinyal Untuk Dua Simpang Yang Berdekatan ..... 123  
**(Suci Iryanti, Berlian Kushari)**

#### **BIDANG KEAIRAN**

Analisis Debit Sungai Ciujung Menggunakan Model Swat Untuk Kebutuhan Air Baku di Kecamatan Bandung ..... 132  
**(Muhamad Faisal Archiansah, Dwi Astuti Wahyu Wulan Pratiwi)**

Analisis Koefisien Debit Pada Variasi Alat Ukut Debit di Laboratorium Hidraulika Jurusan Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia ..... 144  
**(Dimas Briantono Hakim, Dinia Anggraheni)**

#### **BIDANG GEOTEKNIK**

Pengaruh Fly Ash dan Abu Sekam Padi Sebagai Bahan Stabilisasi Tanah Lempung Terhadap Nilai CBR dan Swelling pada Berbagai Variasi Lama Perendaman ..... 156  
**(Suniyatul Ukhrowiyah, Akhmad Marzuko dan Muhammad Rifqi Abdurrozak)**

#### **BIDANG KEBENCANAAN**

Evaluasi Kesiapsiagaan Dan Budaya Sadar Bencana Masyarakat Desa Wukirsari, Kecamatan Cangkringan, Kabupaten Sleman Daerah Istimewa Yogyakarta ..... 167  
**(Elvis Saputra, Restu Faizah)**

# ANALISIS DEBIT SUNGAI CIUJUNG MENGGUNAKAN MODEL SWAT UNTUK KEBUTUHAN AIR BAKU DI KECAMATAN BANDUNG

Muhamad Faisal Archiansah<sup>1</sup>, Dwi Astuti Wahyu Wulan Pratiwi<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Sipil, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta  
Email: [16511140@students.uii.ac.id](mailto:16511140@students.uii.ac.id)

<sup>2</sup>Program Studi Teknik Sipil, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta  
Email: [wulan.pratiwi@uii.ac.id](mailto:wulan.pratiwi@uii.ac.id)

## ABSTRACT

*According to data from Serang regency Statistics agency, the population in the Serang regency area has increased by 6,67%. One of the sub-districts in Serang, Bandung, has an increase in the population of about 1% annually, which means that the need for raw water every year will continue to grow. This study aims to determine the estimation of river water discharge and the magnitude of the flagship discharge on the Ciujung River by using SWAT modeling. The stages of making SWAT models are carried out with 4 stages, namely watershed deliniation based on outlets, the formation of HRU, model simulation, and calibration and validation which then produces a value in the form of discharges. The discharge from the SWAT output will be used to calculate the availability of ciujung river raw water with a mainstay discharge of 90%. Then compare the results of water availability and raw water needs in The District of Bandung in the planned year of 2038. From the simulations results on the SWAT modeling it is known that the comparison of observation discharge and simulated discharge has a correlation value (R) of 0.71 and a Nash-Sutcliffe Model Efficiency (NS) value of 0.46 so that the model can be said to be satisfactory for predicting river discharge. The result of the 90% reliable discharge calculation using a simulated discharge have a value of 4680 l/s where these results fully meet the raw water needs in Bandung district in the 2038 plan year, which is 221,62 l/s.*

**Keywords:** Ciujung River, Raw water needs, SWAT, Water Availability

## PENDAHULUAN

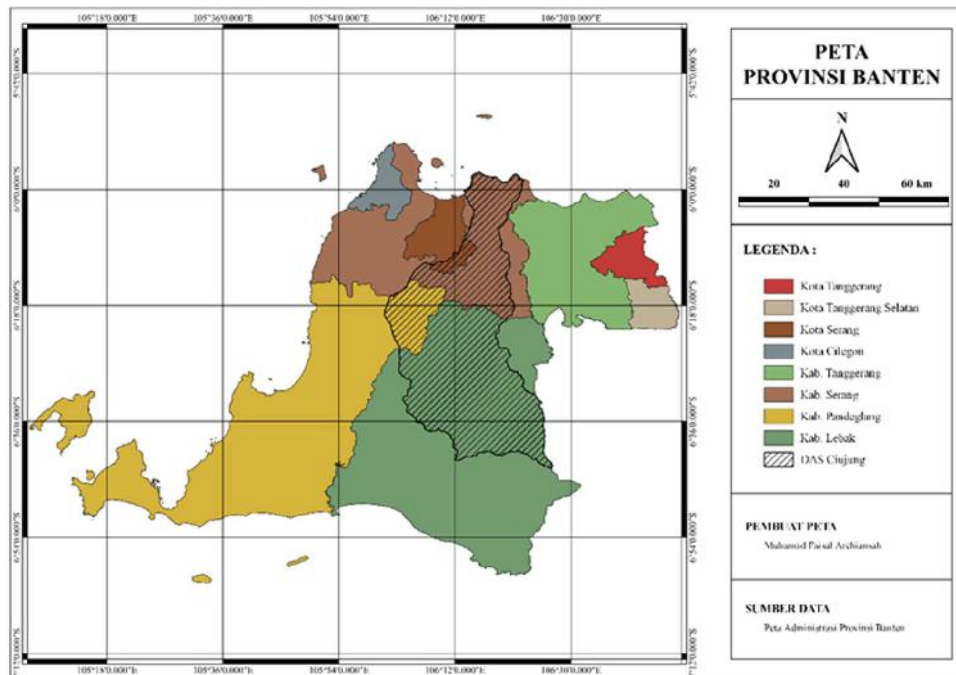
Menurut data Badan Pusat Statistik (BPS) Kabupaten Serang jumlah penduduk di wilayah Kabupaten Serang mengalami peningkatan 6,67% dari 1,5 juta jiwa menjadi 1,6 juta jiwa pada tahun 2019 sampai 2020. Salah satu Kecamatan di Kabupaten Serang yaitu Kecamatan Bandung mengalami kenaikan jumlah penduduk tiap tahunnya, yang berarti setiap tahunnya mempunyai kebutuhan air baku yang tidak tetap karena adanya peningkatan jumlah penduduk dan meningkatnya jumlah pembangunan. Model *Soil and Water Assessment Tool* (SWAT) sendiri dirancang untuk memprediksikan dampak dari pengelolaan lahan terhadap sumberdaya air, sedimen, dan hasil

*agrochemical* pada DAS besar dan kompleks dengan berbagai skenario tanah, penggunaan lahan dan pengelolaan berbeda. Model SWAT ini dipakai untuk mensimulasikan debit sungai di wilayah DAS Ciujung yang berguna untuk kebutuhan air baku di Kecamatan Bandung 20 tahun mendatang dari data yang ada yaitu tahun 2038.

## METODE PENELITIAN

Daerah aliran sungai Ciujung yang secara administratif terletak di Provinsi Banten. Untuk luas Daerah Aliran Sungai Ciujung 2.090,83 km<sup>2</sup> dengan 1.995,50 km<sup>2</sup> di wilayah Banten dan 95,33 km<sup>2</sup> di luar wilayah Banten, yang mengalir dari arah selatan ke arah utara.





Gambar 1 Peta Lokasi Penelitian

Prosedur analisis pada penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahap, yaitu tahap pengolahan data, tahap permodelan menggunakan model QSWAT, tahap kalibrasi dan validasi, serta perhitungan kebutuhan dan ketersediaan air baku.

1. Tahap perhitungan kebutuhan air baku  
Untuk menghitung kebutuhan air baku dibagi dengan 2 golongan yaitu kebutuhan domestik dan kebutuhan non domestik yang nantinya akan dijumlahkan keduanya untuk mendapatkan kebutuhan air baku total.
2. Tahap pengolahan data yaitu mengolah data berupa peta DEM, data tata guna lahan, jenis tanah, dan data klimatologi.
3. Tahap permodelan menggunakan QSWAT adalah sebagai berikut.
  - a. Deliniasi DAS
  - b. Pembentukan *Hidrological*

c. Pemasukan data iklim dan simulasi

4. Tahap kalibrasi dan validasi model QSWAT dilakukan dengan menggunakan software *SWAT+ Toolbox*. Penelitian kali ini hanya menggunakan 1 periode untuk *warming up* yaitu pada tahun 2010. Karena keterbatasan data, maka kalibrasi dan validasi model dilakukan dengan cara membandingkan debit harian DAS Ciujung hasil observasi dan debit harian hasil simulasi QSWAT dari tahun 2011 – 2018.
5. Langkah selanjutnya menganalisis ketersediaan debit dengan cara membandingkan nilai debit kebutuhan air baku ( $Q_{demand}$ ) dengan nilai debit andalan ( $Q_{supply}$ ) yang dihitung menurut SNI 6738 tahun 2015 DAS Ciujung dari analisis QSWAT.

## ANALISIS DAN PEMBAHASAN

### Perhitungan Kebutuhan Air Baku

Perhitungan kebutuhan air baku menggunakan data kependudukan Kecamatan Bandung tahun 2019 diproyeksikan 19 tahun kedepan hingga tahun 2038. Untuk perhitungan kebutuhan air baku dibagi menjadi 2 golongan, yaitu kebutuhan air baku domestik dan kebutuhan air baku non domestik sebagai berikut.

#### 1. Perhitungan kebutuhan air baku domestik

Data jumlah penduduk Kecamatan Bandung pada tahun 2017 – 2019 dari Badan Pusat Statistik Kabupaten Serang.

Tabel 1 Data Jumlah Penduduk Kecamatan Bandung Tahun 2017 – 2019

Desa	2017	2018	2019	Tingkat Pertumbuhan (%)
Bandung	6700	6865	7005	1,01
Blokang	6423	6587	6755	1,26
Babakan	3156	3204	3252	0,74
Mander	4526	4626	4720	1,01
Malabar	3373	3443	3522	1,13
Panamping	5520	5637	5752	1,01
Pangawainan	5139	5271	5406	1,26
Pringwuling	4805	4881	4959	0,79
<b>Jumlah</b>	<b>41659</b>	<b>42532</b>	<b>43390</b>	<b>Rata – rata = 1,00</b>

Sumber: Badan Pusat Statistik Kabupaten Serang (2019)

Perhitungan jumlah penduduk Kecamatan Bandung pada tahun 2038 dihitung sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 P_n &= P_o (1 + r)^n & (1) \\
 &= 43390 (1 + 1\%)^{19} \\
 &= 52420 \text{ Penduduk}
 \end{aligned}$$

Kebutuhan air total dihitung berdasarkan jumlah pemakai air yang telah di proyeksikan dan kebutuhan setiap pemakai telah ditambahkan 20% sebagai faktor kehilangan air (Kebocoran). Perhitungan kebutuhan air domestik

pada tahun 2038 dengan nilai debit perorang sebesar 144 liter/orang/hari.

$$\begin{aligned}
 Q_{md} &= P_n \times q \times f_{md} & (2) \\
 &= 63684 \times 144 \times 1,05 \\
 &= 7925904 \text{ l/hari} \\
 &= 91,74 \text{ l/detik}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q_{t/\text{domestik}} &= Q_{md} \times 100/80 & (3) \\
 &= 91,74 \times 100/80 \\
 &= 114,68 \text{ l/detik}
 \end{aligned}$$

#### 2. Kebutuhan air non domestik

Kebutuhan air non domestik terbagi menjadi kebutuhan air sarana kesehatan, sekolah, sarana perekonomian, jumlah peribadatan, jumlah peternakan dan lainnya. Perhitungan kebutuhan air non domestik sebagai berikut.

##### a. Kebutuhan air sarana kesehatan

Perkembangan untuk fasilitas kesehatan sampai tahun 2038 diasumsikan bertambah 1 unit setiap 10 tahun, sehingga 58 unit fasilitas kesehatan pada tahun 2019 akan bertambah 2 unit pada tahun 2038 dengan jumlah 60 unit fasilitas kesehatan. Sehingga kebutuhan air untuk sarana kesehatan dengan kebutuhan air 2000 liter/unit/hari sebesar 120000 l/hari atau 1,39 l/detik.

##### b. Kebutuhan air sarana pendidikan

Untuk jumlah murid sebanyak 5695 murid sampai tahun 2038 dan untuk jumlah guru diasumsikan bertambah 1 orang setiap tingkatan sekolah per 5 tahun, jadi jumlah guru pada tahun 2019 sampai 2038 bertambah sebanyak 12 orang. Untuk jumlah guru tahun 2038 menjadi 165 orang. Didapatkan kebutuhan air baku untuk sarana Pendidikan dengan kebutuhan air 25 liter/orang/hari sebesar 146500 l/hari atau 1,69 l/detik.

- c. Kebutuhan air sarana perekonomian Untuk pasar umum, toko, dan kios/warung diasumsikan bertambah 1 unit setiap 15 tahun, untuk toko dan kios/warung diasumsikan memiliki 2 pegawai setiap unitnya. Jumlah sarana perekonomian tahun 2038 sebagai berikut.

$$\begin{aligned} P_{\text{pasar}} &= 2 + 1 \\ &= 3 \text{ Unit} \\ P_{\text{Toko}} &= 177 + 1 \\ &= 178 \text{ Unit} \\ P_{\text{Kios}} &= 207 + 1 \\ &= 208 \text{ Unit} \end{aligned}$$

Sehingga nilai kebutuhan air untuk sarana perekonomian dengan kebutuhan air 1500 liter/unit/hari untuk pasar 25 liter/pegawai/hari untuk kios sebesar 23800 l/hari atau 0,28 l/detik.

- d. Kebutuhan air rumah peribadatan Untuk rumah peribadatan diasumsikan bertambah 1 unit setiap 5 tahun, sehingga 157 rumah peribadatan pada tahun 2019 akan bertambah 4 unit pada tahun 2038 dengan jumlah 161 rumah peribadatan. Didapatkan kebutuhan air baku untuk rumah peribadatan dengan kebutuhan air 3000 liter/unit/hari sebesar 483000 l/hari atau 5,59 l/detik.
- e. Kebutuhan air peternakan Menurut Badan Pusat Statistik pertumbuhan ternak 2017 – 2019 di Kecamatan Bandung yaitu 19,5% untuk ayam dan 45,4% untuk itik, untuk kerbau dan kambing mengalami penurunan sebesar 8%, sedangkan untuk peternakan sapi baru diadakan pada tahun 2019 ini, bisa kita asumsikan peningkatannya sebesar 12%. Sehingga jumlah ternak tahun 2038 dapat dihitung sebagai berikut.

$$\begin{aligned} P_{(c/b/h)(\text{sapi})} &= P_o (1 + r)^n \\ &= 12 (1 + 12\%)^{19} \\ &= 103 \text{ ekor} \\ P_{(c/b/h)(\text{kerbau})} &= P_o (1 + r)^n \\ &= 147 (1 - 8\%)^{19} \\ &= 30 \text{ ekor} \\ P_{(s/g)(\text{kambing})} &= P_o (1 + r)^n \\ &= 375 (1 - 8\%)^{19} \\ &= 77 \text{ ekor} \\ P_{(po)(\text{ayam})} &= P_o (1 + r)^n \\ &= 2549 (1 + 19,5\%)^{19} \\ &= 75225 \text{ ekor} \\ P_{(po)(\text{itik})} &= P_o (1 + r)^n \\ &= 2255 (1 + 45,4\%)^{19} \\ &= 2766115 \text{ ekor} \end{aligned}$$

Sehingga jumlah kebutuhan air peternakan pada tahun 2038 dapat dihitung sebagai berikut.

$$\begin{aligned} Q_{\text{temak}} &= (40 \times P_{(c/b/h)}) + (5 \times P_{(s/g)}) + (0,6 \times P_{(po)}) \\ &= 1710509 \text{ l/hari} \\ &= 19,80 \text{ l/detik} \end{aligned}$$

- f. Kebutuhan air industri Kebutuhan air untuk industri sebesar 10% dari jumlah konsumsi air domestik, sehingga nilai kebutuhan air untuk industri tahun 2038 sebesar 14,22 l/detik
- g. Kebutuhan air untuk lain – lain Kebutuhan air untuk lain – lain diambil dari 45% dari kebutuhan air domestik, kebutuhan air untuk lain – lain didistribusikan untuk taman dan penghijauan sebesar 3%, kebutuhan air pemadam kebakaran sebesar 28%, dan kehilangan air sebesar 28%. Sehingga kebutuhan air untuk lain – lain tahun 2038 dihitung sebagai berikut.

$$\begin{aligned} Q_{\text{Lain - lain}} &= 45\% \times 142,148 \\ &= 63,97 \text{ l/detik} \end{aligned}$$

Jadi total kebutuhan air non domestik di Kecamatan Bandung tahun 2038 sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
Q_{\text{Non domestik}} &= Q_{\text{Kesehatan}} + Q_{\text{Pendidikan}} \\
&+ Q_{\text{Ekonomi}} + Q_{\text{Peribadatan}} \\
&+ Q_{\text{Ternak}} + Q_{\text{Industri}} + \\
&Q_{\text{Lain - lain}} \\
&= 106,94 \text{ l/detik}
\end{aligned}$$

Sehingga total kebutuhan air baku Kecamatan Bandung tahun 2038 dapat dihitung sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
Q_{\text{Demand}} &= Q_{\text{Domestik}} + Q_{\text{Non domestik}} \\
&= 114,68 + 106,94 \\
&= 221,62 \text{ l/detik}
\end{aligned}$$

### Persiapan dan Pengolahan Data

Untuk menjalankan permodelan SWAT dibutuhkan data DEM, data tataguna lahan, data jenis tanah dan data iklim untuk wilayah DAS Ciujung. Berikut ini persiapan DEM untuk daerah DAS Ciujung.

1. Jika daerah yang akan ditinjau mempunyai beberapa DEM terpisah, yang pertama dilakukan harus menyatukan beberapa DEM.
2. Sesudah DEM selesai disatukan, selanjutnya potong DEM sesuai batas tinjauan yaitu DAS Ciujung.
3. Setelah selesai dipotong, maka akan didapatkan hasil DEM sesuai batas yang akan ditinjau yaitu DAS Ciujung.

Setelah DEM daerah tinjauan didapatkan langkah selanjutnya mempersiapkan peta tataguna lahan serta database berformat .csv.

1. Potong peta tataguna lahan sesuai daerah tinjauan, yaitu batas DAS Ciujung.
2. Untuk langkah selanjutnya mengubah peta tataguna lahan yang berformat *vector* menjadi *raster*.
3. Setelah selesai mengubah format *vector* ke *raster*, langkah terakhir pada persiapan data untuk tataguna lahan adalah membuat database berupa format .csv.

Setelah peta tataguna lahan daerah tinjauan didapatkan langkah selanjutnya

mempersiapkan peta jenis tanah serta database berformat .csv.

1. Potong peta jenis tanah sesuai daerah tinjauan, yaitu DAS Ciujung.
2. Untuk langkah selanjutnya mengubah peta jenis tanah yang berformat *vector* pada Gambar 5.14 menjadi *raster*.
3. Setelah selesai mengubah format *vector* ke *raster*, langkah terakhir pada persiapan data untuk jenis tanah adalah membuat database berupa format .csv.
4. Data yang harus disiapkan terakhir adalah data iklim yang sudah didapat dari Balai Besar Wilayah Sungai Cidanau – Ciujung – Cidurian dan BMKG Stasiun Meteorologi Kelas 1 Serang, lalu disusun dengan format .csv untuk setiap stasiun yaitu Pch Jongjing, Pch Ragas Hilir, Pch Pipitan, Pch Cadasari, Pch Pamarayan, Pch Pasir Ona, Pch Cibeureum, Pch Sampang Peundeuy, Pch Ciminyak Cilaki, Pch Bojongmanik, Pch Ciboleger, dan Pch Sajira.

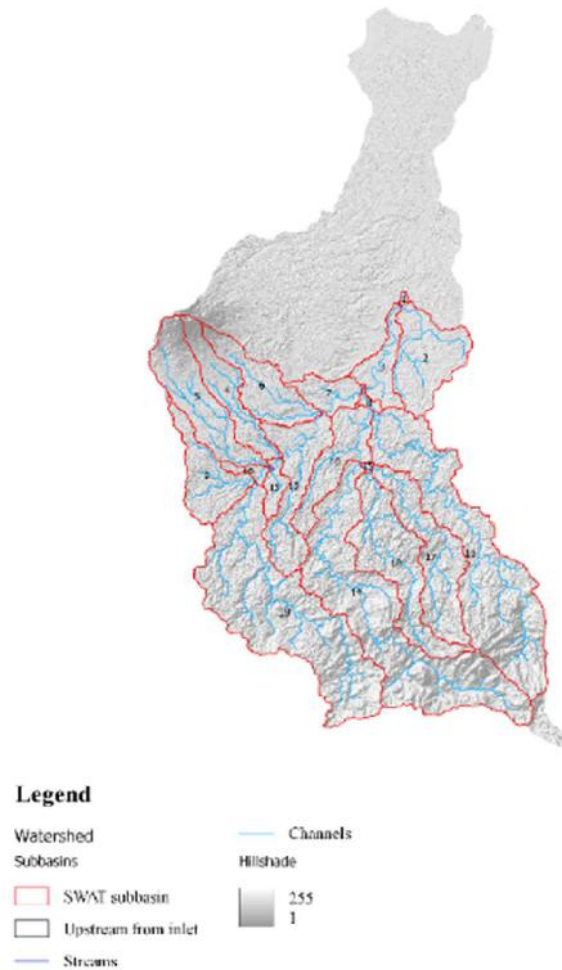
### Permodelan SWAT

Pada permodelan SWAT itu sendiri terbagi menjadi 3 langkah yaitu deliniasi daerah aliran sungai, pembentukan *Hydrological Response Unit* (HRU), dan *input* data iklim dan simulasi SWAT. Setelah 3 langkah tersebut selesai dilakukan, maka akan muncul langkah terakhir yaitu visualisasi yang akan memunculkan nilai debit simulasi.

1. Deliniasi DAS Ciujung  
Deliniasi DAS Ciujung merupakan langkah pertama dalam menjalankan permodelan SWAT. Pada tahap ini merupakan pengolahan peta DEM yang sudah diatur untuk zona UTM 48S. Hasil dari deliniasi yang terbentuk berdasarkan *outlet* didapat luasannya sebesar 136.422,82 ha dan memiliki 19 *subbasin* serta 169 *channels*.
2. Pembentukan *Hydrological Response Unit* (HRU)

Selesai proses deliniasi maka dilanjutkan pembentukan *Hydrological Response Unit* (HRU).

Dari hasil simulasi didapatkan jumlah HRU sebanyak 562.



Gambar 2 Hasil dari Deliniasi DAS Ciujung

Tabel 2 Rekapitulasi Hasil Klasifikasi Jenis Tanah

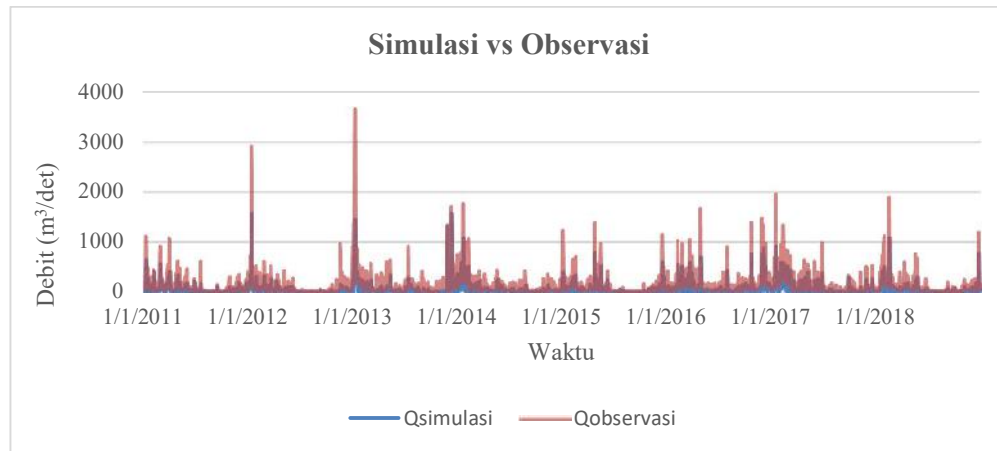
Jenis Tanah	Kode SWAT	Luasan	
		ha	%
<i>Orthic acrisols</i>	Ao70-2-3b-3643	63420,74	46,49
<i>Orthic acrisols</i>	Ao83-2-3c-4467	40571,60	29,74
<i>Gleyic acrisols</i>	Ag15-2-3a-4455	27821,38	20,39
<i>Ochric andosols</i>	To24-2c-4575	4609,10	3,38

Tabel 3 Rekapitulasi Hasil Klasifikasi Jenis Tataguna Lahan

Jenis Tataguna Lahan	Kode SWAT	Klasifikasi Kode	Luasan	
			ha	%
Pertanian lahan kering bercampur dengan semak	AGRL	<i>Agricultural Land</i>	118650,68	86,97
Pertanian lahan kering				
Hutan tanaman industri				
Sawah				
Perkebunan				
Semak / belukar	RNGB	<i>Range Shrubland</i>	8123,45	5,95
Hutan lahan kering sekunder	FRST	<i>Forest</i>	5412,16	3,97
Hutan mangrove sekunder				
Hutan lahan kering primer				
Permukiman	URMD	<i>Urban Residential Medium Density</i>	3194,38	2,34
Tanah terbuka	WETF	<i>Wetland Forested</i>	681,54	0,50
Tambak				
Tubuh air	WATR	<i>Water</i>	360,61	0,26

3. *Input Data Iklim Pada SWAT+*  
 Selesai proses pembentukan HRU maka dilanjutkan masuk kedalam aplikasi SWAT+ *Editor* untuk memasukan data iklim dan mensimulasikan data iklim untuk mendapatkan hasil visualisasi yang bervariasi pada *plugin* SWAT.
  - a. Pada tahap ini yang perlu dilakukan hanya mengirim data yang setelah selesai *running* pada langkah deliniasi DAS dan pembentukan HRU ke dalam aplikasi SWAT+ *Editor*.
  - b. Selanjutnya *import* data iklim yang sudah disiapkan sebelumnya, *import* semua stasiun yang sudah disiapkan ke dalam SWAT+ *Editor*.
  - c. Setelah data iklim berhasil dimasukan kedalam aplikasi SWAT+, maka pilih simulasi waktu yang akan dilakukan atau ikuti saja pengaturan awal sesuai jangka waktu data iklim yang dimiliki.
  - d. Selanjutnya memilih waktu warmup pada model selama 1 tahun karena keterbatasan data dan mencentang hasil yang akan divisualisasikan yaitu *channel* baik hari, bulan, dan tahun.
  - e. Untuk langkah terakhir, harus dilakukan *Save & Write Files*, *Run* SWAT+, dan *Analyze Output*.
4. *Visualisasi Hasil Output Pada SWAT*  
 Setelah proses deliniasi, pembentukan HRU, dan *input* SWAT+ berhasil, maka langkah ke-4 akan terbuka dengan sendirinya yaitu visualiasi.
  - a. Untuk langkah pertama pada visualisasi yaitu memilih menu *plot*, karena pada penelitian kali ini hanya menampilkan hasil debit simulasi untuk dibandingkan dengan debit observasi.
  - b. Langkah selanjutnya mencari sungai yang akan dilihat hasil debit simulasinya.

Kemudian upload data debit harian observasi tahun 2011 sampai 2018 yang sudah disesuaikan formatnya berupa *.csv*, lalu klik *plot* untuk mengetahui nilai NS dan R.



Gambar 3. Grafik Hasil Plot Debit Harian Simulasi dan Observasi

Pada gambar tersebut didapat nilai NS pada perbandingan debit observasi dan simulasi memiliki nilai 0,32 yang dimana nilai tersebut masih jauh dari memuaskan, sedangkan untuk nilai R memiliki nilai sebesar 0,69 yang dimana nilai tersebut sudah cukup memuaskan, di karenakan nilai NS yang masih jauh dari memuaskan maka model perlu dikalibrasi dan validasi.

### Kalibrasi dan Validasi

Proses kalibrasi menggunakan aplikasi SWAT+ *Toolbox*. SWAT+ *Toolbox* sendiri diciptakan oleh Celray James dan Haw Yen untuk menyediakan alat yang mudah digunakan untuk adaptasi model SWAT+. Model ini sendiri dapat melakukan analisis sensitivitas serta kalibrasi manual dan otomatis. Proses kalibrasi ini dilakukan dengan menyesuaikan beberapa parameter seperti pada tabel berikut.

Tabel 4 Parameter Kalibrasi

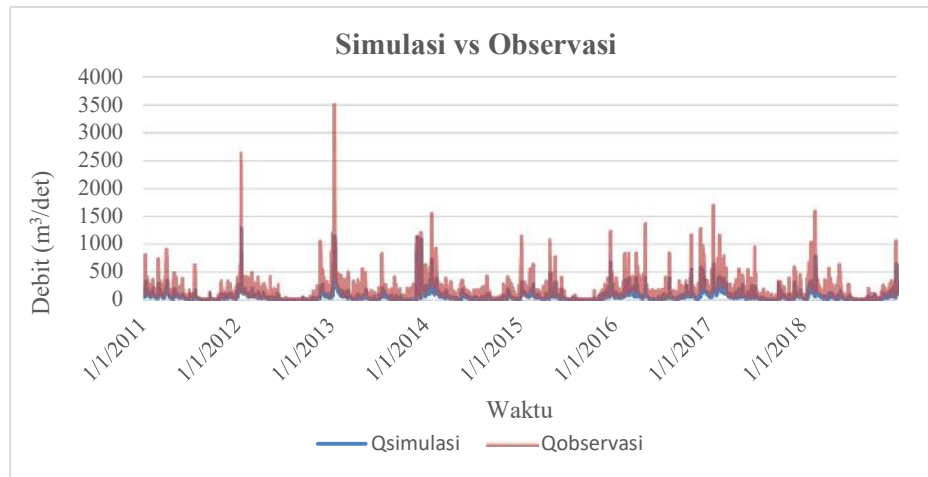
No.	Parameter	Keterangan	Rentang Nilai	
			Min	Maks
1	CN2	Nilai SCS curve number	-0,2	0,2
2	ESCO	Faktor penguapan air tanah	0	1
3	EPCO	Faktor penguapan serapan tanaman	0	1
4	OVN	Nilai manning untuk aliran tanah	-0,2	0,2
5	ALPHA	Faktor alpha aliran dasar	0	1
6	REVP CO	Koefisien penguapan air tanah	0,02	0,2
7	REVP MIN	Batas kedalaman air di akuifer dangkal	0	300
8	AWC	Kapasitas air tersedia di dalam tanah	0	1
9	K	Konduktifitas hidrolis tanah dalam keadaan jenuh	0	2000
10	SURLAG	Waktu jeda limpasan permukaan	0,05	24
11	N	Nilai kekasaran manning pada saluran utama	0,01	0,3
12	K CH	Konduktifitas hidrolis pada saluran utama	0,01	500

1. Untuk melakukan kalibrasi, aplikasi yang digunakan adalah SWAT+ *Toolbox*.
2. Selanjutnya memasukan beberapa parameter yang sudah disebutkan pada Tabel 4.

3. Kemudian lakukan analisis sensitifitas pada setiap parameter.
4. Setelah didapatkan hasil sensitifitas, lalu kalibrasi otomatis yang diatur untuk memaksimalkan nilai NS dengan 200 kali iterasi.

nilai koefisien korelasi (R) sebesar 0,71. Dengan adanya kalibrasi, nilai NS meningkat menjadi memuaskan untuk permodelan SWAT pada penelitian ini. Berikut nilai yang digunakan pada parameter kalibrasi

Didapatkan nilai NS yang meningkat dari 0,32 pada visualisasi awal menjadi 0,46 dan



Gambar 12 Grafik Hasil Plot Debit Harian Simulasi dan Observasi Setelah Kalibrasi

Tabel 5 Nilai yang digunakan Pada Parameter Kalibrasi

No.	Parameter	Keterangan	Nilai
1	CN2	Nilai SCS curve number	-0,19
2	ESCO	Faktor penguapan air tanah	0,05
3	EPCO	Faktor penguapan serapan tanaman	0,05
4	OVN	Nilai manning untuk aliran tanah	-0,05
5	ALPHA	Faktor alpha aliran dasar	0,28
6	REVP_CO	Koefisien penguapan air tanah	0,18
7	REVP_MIN	Batas kedalaman air di akuifer dangkal	91,32
8	AWC	Kapasitas air tersedia di dalam tanah	0,05
9	K	Konduktifitas hidrolik tanah dalam keadaan jenuh	1967,26
10	SURLAG	Waktu jeda limpasan permukaan	15,91
11	N	Nilai kekasaran manning pada saluran utama	0,06
12	K_CH	Konduktifitas hidrolik pada saluran utama	92,78



Tabel 6 Nilai Debit Hasil Simulasi Rerata Bulanan (m<sup>3</sup>/detik)

Tahun	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agu	Sep	Okt	Nov	Des
2011	99,67	74,25	99,65	85,04	65,32	31,49	42,15	4,68	7,49	16,09	45,72	61,23
2012	215,90	86,89	60,31	41,71	22,22	18,38	0,73	0,38	2,14	8,71	90,32	69,55
2013	280,23	81,59	31,65	34,51	45,34	13,23	72,08	26,33	19,26	3,63	81,40	178,84
2014	190,02	133,63	58,43	30,11	54,90	31,80	17,08	26,74	12,00	17,48	57,08	15,97
2015	115,91	102,14	38,19	75,49	78,85	30,08	2,77	3,17	0,16	4,67	49,61	119,55
2016	52,55	131,34	123,05	77,34	32,65	17,31	49,99	29,69	49,72	110,52	63,99	171,19
2017	144,79	196,11	96,63	71,19	62,99	76,70	27,04	6,40	15,60	49,32	40,16	73,01
2018	102,65	132,88	48,02	52,29	47,07	26,85	7,84	0,21	11,50	16,21	53,20	109,90

#### Ketersediaan Air Baku

Untuk menghitung debit andalan mengacu pada SNI 6738 Tahun 2015, debit andalan untuk air baku menggunakan debit andalan 90%.

Karena keterbatasan data debit, yaitu hanya sebanyak 8 tahun dan memiliki 96 data debit, maka dalam menghitung debit andalan dengan metode kurva durasi debit dapat dilihat hasilnya pada tabel berikut.

Tabel 7 Perhitungan Debit Andalan Simulasi Menggunakan Kurva Massa Debit (m<sup>3</sup>/detik)

Data Ke	P (%)	Debit	Data Ke	P (%)	Debit
1	1,03	280,23	13	13,40	115,91
2	2,06	215,90	14	14,43	110,52
3	3,09	196,11	15	15,46	109,90
4	4,12	190,02	16	16,49	102,65
5	5,15	178,84	17	17,53	102,14
6	6,19	171,19	18	18,56	99,67
7	7,22	144,79	19	19,59	99,65
8	8,25	133,63	20	20,62	96,63
9	9,28	132,88	21	21,65	90,32
10	10,31	131,34	22	22,68	86,89
11	11,34	123,05	23	23,71	85,04
12	12,37	119,55	24	24,74	81,59

Lanjutan Tabel 7 Perhitungan Debit Andalan Simulasi Menggunakan Kurva Massa Debit (m<sup>3</sup>/detik)

Data Ke	P (%)	Debit	Data Ke	P (%)	Debit
25	25,77	81,40	49	50,52	49,32
26	26,80	78,85	50	51,55	48,02
27	27,84	77,34	51	52,58	47,07
28	28,87	76,70	52	53,61	45,72
29	29,90	75,49	53	54,64	45,34
30	30,93	74,25	54	55,67	42,15
31	31,96	73,01	55	56,70	41,71
32	32,99	72,08	56	57,73	40,16
33	34,02	71,19	57	58,76	38,19
34	35,05	69,55	58	59,79	34,51
35	36,08	65,32	59	60,82	32,65
36	37,11	63,99	60	61,86	31,80
37	38,14	62,99	61	62,89	31,65
38	39,18	61,23	62	63,92	31,49
39	40,21	60,31	63	64,95	30,11
40	41,24	58,43	64	65,98	30,08
41	42,27	57,08	65	67,01	29,69
42	43,30	54,90	66	68,04	27,04
43	44,33	53,20	67	69,07	26,85
44	45,36	52,55	68	70,10	26,74
45	46,39	52,29	69	71,13	26,33
46	47,42	49,99	70	72,16	22,22

Lanjutan Tabel 7 Perhitungan Debit Andalan Simulasi Menggunakan Kurva Massa Debit (m<sup>3</sup>/detik)

Data Ke	P (%)	Debit	Data Ke	P (%)	Debit
47	48,45	49,72	71	73,20	19,26
48	49,48	49,61	72	74,23	18,38
74	76,29	17,31	86	88,66	6,40
75	77,32	17,08	87	89,69	4,68
76	78,35	16,21	88	90,72	4,67
77	79,38	16,09	89	91,75	3,63
78	80,41	15,97	90	92,78	3,17
79	81,44	15,60	91	93,81	2,77
80	82,47	13,23	92	94,85	2,14
81	83,51	12,00	93	95,88	0,73
82	84,54	11,50	94	96,91	0,38
83	85,57	8,71	95	97,94	0,21
84	86,60	7,84	96	98,97	0,16
85	87,63	7,49			

Karena debit andalan yang digunakan tidak terdapat pada tabel yaitu debit probabilitas 90%, maka dilakukan interpolasi antara probabilitas 89,691% dan 90,722% sebagai berikut.

$$Q_{90} = 4,68 + \frac{4,67 - 4,68}{90,72 - 89,69} (90 - 89,69)$$

$$= 4,68 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Dari hasil perhitungan, didapatkan nilai debit andalan 90% pada debit observasi memiliki nilai sebesar 4,68 m<sup>3</sup>/det.

Untuk debit andalan 90% pada debit simulasi memiliki nilai 4,68 m<sup>3</sup>/detik atau 4680 l/detik. Dari hasil tersebut dapat diperoleh bahwa nilai debit andalan atau  $Q_{supply}$  lebih besar dari nilai debit kebutuhan air baku atau  $Q_{demand}$  dengan nilai  $Q_{supply} = 4680 \text{ l/detik} > Q_{demand} = 221,62 \text{ l/detik}$  sehingga kebutuhan air baku hingga tahun 2038 dapat terpenuhi.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Berdasarkan analisis debit sungai Ciujung menggunakan model SWAT untuk kebutuhan air baku di Kecamatan Bandung dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut.

1. Berdasarkan hasil perhitungan kebutuhan air baku di Kecamatan Bandung diperoleh nilai kebutuhan air baku ( $Q_{demand}$ ) sebesar 221,62 l/detik pada tahun 2038.
2. Dari hasil kalibrasi dan validasi model dengan *warming up* 1 periode pada tahun 2010 diperoleh nilai koefisien korelasi (R) sebesar 0,71 dan nilai *Nash-Sutcliffe Model Efficiency* (NS) sebesar 0,46. Sehingga permodelan bida dikatakan memuaskan untuk memprediksi debit aliran sungai dengan nilai  $0,36 < NS < 0,75$ .
3. Permodelan hidrologi SWAT menghasilkan nilai debit maksimum sebesar 11280 m<sup>3</sup>/detik dengan nilai debit minimum 0 m<sup>3</sup>/detik untuk tahun 2011 – 2018 dan debit observasi memiliki nilai debit maksimum sebesar 2600 m<sup>3</sup>/detik dengan nilai debit minimum 0 m<sup>3</sup>/detik untuk tahun 2011 – 2018.
4. Dari hasil perhitungan kebutuhan air baku dan ketersediaan air baku diperoleh nilai kebutuhan air baku sebesar 221,62 l/detik sedangkan untuk nilai ketersediaan air baku sebesar 4680 l/detik. Dari hasil tersebut diketahui bahwa kebutuhan air baku di Kecamatan Bandung pada tahun 2038 dapat terpenuhi.

### Saran

Berdasarkan hasil dari penelitian yang dilakukan terdapat beberapa hal yang dapat disarankan.

1. Perlu adanya penelitian dari badan instansi terkait terhadap karakteristik dan jenis tanah di seluruh Indonesia. Sehingga data jenis tanah yang digunakan dalam simulasi dapat menggambarkan kondisi sebenarnya dari wilayah Indonesia.
2. Untuk mendapatkan hasil yang lebih optimal diperlukan periode data yang lebih panjang untuk simulasi.
3. Untuk mendapatkan nilai debit yang lebih baik lagi, perlu dilakukan kalibrasi

- yang lebih luas lagi terhadap parameter – parameter lain yang dimiliki oleh model SWAT. Sehingga hasil validasi dapat lebih baik lagi dan model SWAT dapat menggambarkan kondisi lapangan yang sebenarnya.
4. Dengan nilai ketersediaan air sungai Ciujung yang masih melimpah maka dapat digunakan untuk kebutuhan air baku di beberapa wilayah di sepanjang sungai Ciujung dan sekitar wilayah Kecamatan Bandung.
- DAFTAR PUSTAKA**
- Pradigdo, Muhamad Yanuar. 2016. *Analisis Debit DAS Cidanau Banten Menggunakan Model SWAT (Soil and Water Assessment Tool)*. Skripsi (Tidak diterbitkan). Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Hamdan, Mohamad. 2010. *Analisis Debit Aliran Sungai Sub DAS Ciliwung Hulu Menggunakan MWSWAT*. Skripsi (Tidak diterbitkan). Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Septian, Prakas Indra. 2018. *Analisis Ketersediaan Air Sungai Sampit Dengan Menggunakan Model SWAT Untuk Kebutuhan Air Baku di Kecamatan Mentaya Hilir Selatan*. Skripsi (Tidak diterbitkan). Universitas Islam Indonesia. Sleman.
- Hasibuan, Dedi Ade Pahrin. 2013. *Analisis Kebutuhan dan Ketersediaan Air Baku di Daerah Kabupaten Tangerang*. Skripsi (Tidak diterbitkan). Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Direktorat Jendral Cipta Karya 2006. *Petunjuk Praktis Perencanaan Pembangunan Sistem Penyediaan Air Bersih Perdesaan*. Penerbit Cipta Karya. Jakarta.
- Badan Pusat Statistik. 2019. *Statistik Daerah Kabupaten Serang 2019*. Penerbit BPS Kabupaten Serang. Kabupaten Serang.
- Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan 2013. *Proyeksi Siswa Tingkat Nasional Tahun 2012/2013 – 2020/2021*. Penerbit Pusat Data dan Statistik Pendidikan. Jakarta.
- Badan Informasi Geospasial. 2018. *Digital Elevation Model Nasional*. (<http://tides.big.go.id/DEMNAS>. Diakses 2 September 2020)
- Webgis Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. 2017. *Penutupan Lahan 2011*. (<http://webgis.menlhk.go.id:8080/kem/enhut/index.php/id/fitur/unduh>. Diakses 2 September 2020)
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2007. *Digital Soil Map of the World*. (<http://www.fao.org/geonetwork/srv/en/metadata.show?id=14116>. Diakses 2 September 2020)
- Neitsch, S. L. et al. 2011. *Soil and Water Assessment Tool Theoretical Documentation Version 2009*. Agricultural Research Service US. Texas.
- Badan Standarisasi Nasional. 2015. *SNI 6738-2015 Perhitungan Debit Andalan Sungai dengan Kurva Durasi Debit*. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. 2002. *SNI 19-6728.1-2002 Penyusunan Neraca Sumber Daya Bagian 1 : Sumber Daya Air Spasial*. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- Junaidi, Edy. dan Taringan, Surya Dharma. 2011. *Penggunaan Model Hidrologi SWAT (Soil and Assessment Tool) Dalam Pengelolaan Das Cisadane*. Jurnal Penelitian Hutan dan Konversi Alam. Vol.9 No.3:221-237. Bogor.
- Triadmodjo, Bambang. 2014. *Hidrologi Terapan*. Beta Offset. Yogyakarta.



Penerbit :



**UNIVERSITAS  
ISLAM  
INDONESIA**

2021

ISBN 978-602-450-638-4 (PDF)



9 786024 506384



[civil.uii.ac.id/cereform](http://civil.uii.ac.id/cereform)



[teknik.sipil@uui.ac.id](mailto:teknik.sipil@uui.ac.id)



+62 274 898471