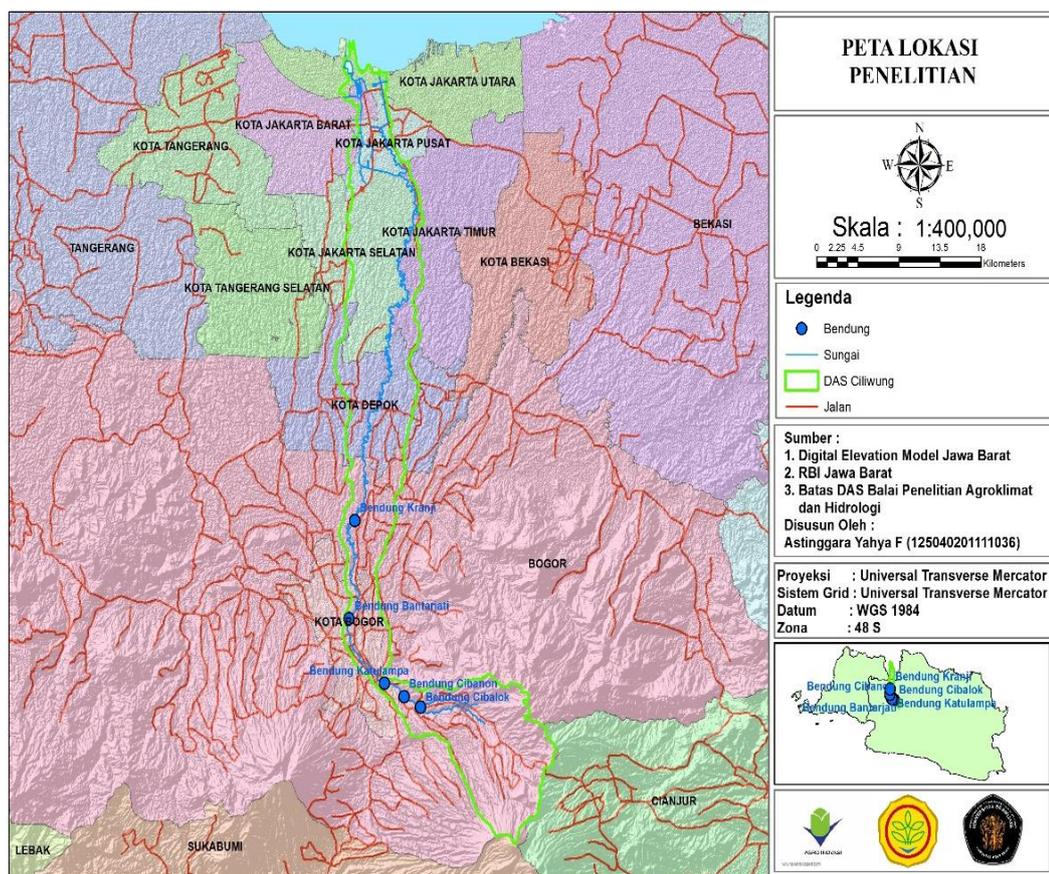


### III. METODE PENELITIAN

#### 3.1. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada bulan Februari sampai April 2016. Pengambilan data debit air dan curah hujan penelitian ini dilakukan di wilayah outlet DAS Ciliwung yaitu pada outlet bendung Bendung Cibalok dan stasiun klimatologi Citeko Jawa Barat. Analisa data dilakukan di Laboratorium Hidrologi Balai Penelitian Agroklimat dan Hidrologi, Bogor.

Lokasi bendung yang dilakukan pemodelan berada pada lima titik pengamatan di DAS Ciliwung. Masing-masing pemodelan dilakukan di Daerah Irigasi (DI) Bendung Cibalok, Bendung Cibanon, Bendung Katulampa, Bendung Bantarjati dan Bendung Kranji (Gambar 7).



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian.

### 3.2. Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi alat dalam pengambilan sampel data debit pembanding, alat dalam pengolahan dan pengolahan data debit, dan alat dalam pengolahan data penelitian. Bahan dalam penelitian ini meliputi bahan dalam melakukan pengambilan data primer lapang, selanjutnya data dalam pengolahan data dan data pendukung penelitian, baik berupa data primer maupun data sekunder (Tabel 7 dan 8).

Tabel 1. Alat yang Digunakan dalam Penelitian

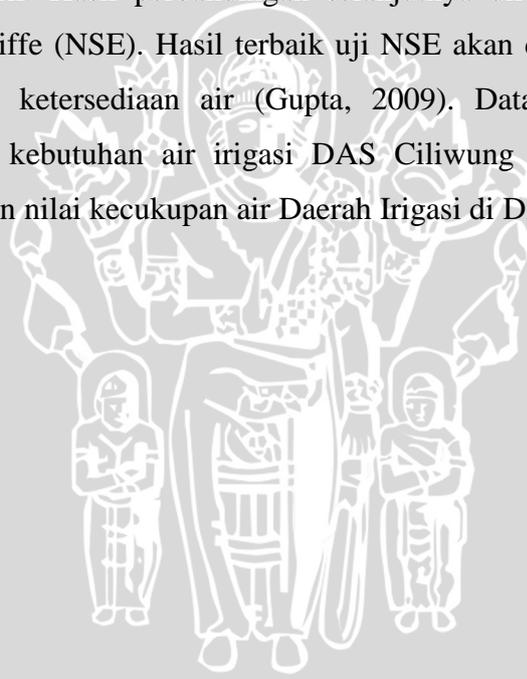
No	Alat	Kegunaan
1.	<i>Current Meter Merk OTT Type Z400</i>	Sebagai alat bantu pengukur kecepatan aliran
2.	Meteran 50m	Sebagai alat bantu pengukur lebar penampang sungai
3.	Penggaris Mistar 5m	Sebagai alat bantu pengukur kedalaman sungai
4.	GPS (Global Position System) <i>type Garmin Oregon 650</i>	Sebagai alat bantu penanda titik dan penentuan lokasi penelitian
5.	Laptop Toshiba SAT L735, core i5, RAM 4Gb, menggunakan Windows 7 Uliterimate	Sebagai alat bantu mengolah data
6.	IFAS 1.2	Sebagai alat bantu melakukan pemodelan hidrologi
7.	ArgGIS 10.2.2	Sebagai alat bantu dalam melakukan analisis spasial
8.	Alat Tulis	Sebagai alat bantu pencatat data di lapangan

Tabel 2. Bahan yang Digunakan dalam Penelitian

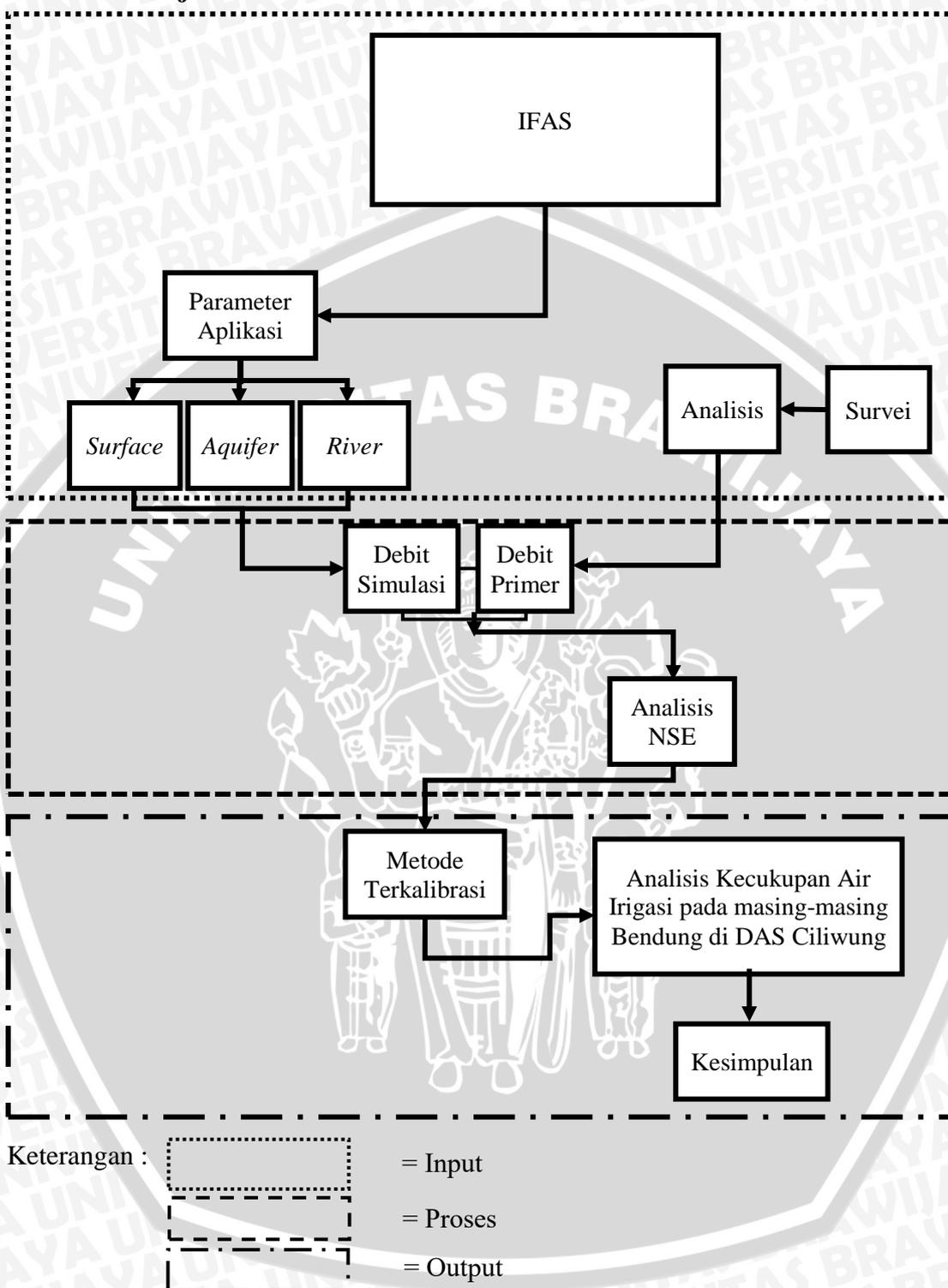
No	Bahan	Kegunaan
1.	Peta RBI Skala 1 : 25.000	Sebagai bahan dalam melakukan analisis spasial
2.	Citra Lansat 8	Sebagai bahan dalam melakukan analisis spasial (penggunaan lahan)
3.	Data debit harian primer tgl 1 April-30 April 2016	Sebagai bahan dalam melakukan kalibrasi model hidrologi
4.	Data curah hujan harian tgl 1 April-30 April 2016	Sebagai bahan dalam melakukan kalibrasi model hidrologi
5.	Data curah hujan harian tahun 2015	Sebagai bahan dalam melakukan analisis debit kecukupan air irigasi tahun 2015
6.	Data Rekapitulasi Rencana Tata Tanam Global Tahun 2015-2016	Sebagai data pembanding kebutuhan air di wilayah aliran DAS Ciliwung

### 3.3. Pelaksanaan Penelitian

Metode yang dilakukan pada penelitian ini adalah dengan menggunakan metode observasi, serta didukung dengan data pemodelan, pelaksanaan penelitian yaitu dengan melakukan analisis biofisik DAS yang nantinya akan digunakan dalam mengkarakterisasi DAS Ciliwung. Karakterisasi biofisik DAS dilakukan dengan maksud menghitung faktor yang mempengaruhi dalam ketersediaan air di pintu air, selanjutnya adalah dengan pengumpulan data primer maupun sekunder yang nantinya akan digunakan dalam pemodelan IFAS. Sebelum dilakukan simulasi pada mosel IFAS dilakukan kalibrasi parameter model (Tabel 10, 11 dan 12), setelah dilakukan uji pada masing-masing parameter, selanjutnya hasil kalibrasi dibandingkan dengan debit hasil primer pengukuran pada bulan yang sama, yaitu bulan april. Hasil perbandingan selanjutnya dilakukan analisis data dengan uji Nash-Sutcliffe (NSE). Hasil terbaik uji NSE akan dilakukan simulasi sebagai data prediksi ketersediaan air (Gupta, 2009). Data ketersediaan air dibandingkan dengan kebutuhan air irigasi DAS Ciliwung untuk selanjutnya dilakukan perbandingan nilai kecukupan air Daerah Irigasi di DAS Ciliwung.



### 3.3.1. Alur Kerja



Gambar 2. Alur Kerja Penelitian

### 3.4. Tahapan Penelitian

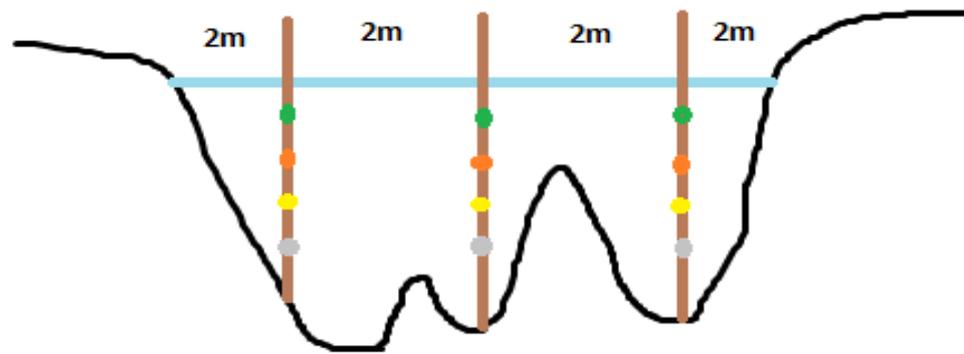
#### 3.4.1. Persiapan

Persiapan dilakukan dengan menyiapkan alat-alat dan bahan yang diperlukan untuk penelitian (Tabel 8 dan 9). Persiapan alat dilakukan dengan melakukan pemeriksaan pada masing-masing alat. Pada persiapan *current* meter dilakukan kalibrasi pada baling-baling *current* meter merk OTT tipe Z400 sehingga didapat konstanta kecepatan baling-baling. Pada persiapan selanjutnya, dilakukan pengkalibrasian pada *Global Position System* (GPS) tipe Garmin Oregon 650. Pada persiapan sistem aplikasi dilakukan pemasangan aplikasi IFAS 1.2 dan ArgGIS 10.2.2 pada perangkat lunak atau laptop Toshiba SAT L735, core i5, RAM 4Gb, dengan Windows 7 Ultimate. Data spasial yang didapat dari laboratorium Informasi Geografis dan Analisis Sistem (IGAS) dilakukan pengecekan data secara spasial dengan menggunakan aplikasi ArgGIS 10.2.2.

#### 3.4.2. Observasi

Observasi dilakukan pada Bendung Cibalok yang berada di wilayah kab. Bogor, kec. Cibinong dan desa Gadok. Tahapan observasi yang dilakukan dengan mengukur luas areal penampang sungai, baik basah dan kering, selanjutnya mengukur kedalaman sungai dengan menggunakan penggaris mistar 5 m dan melakukan pengukuran debit dengan menggunakan alat pengukuran debit yaitu *Current Meter*.

*Current meter* dapat digunakan untuk mengukur debit dari sungai yang memiliki arus yang beragam (Fenton dan Keller, 2001). Pengukuran dengan menggunakan *Current Meter* dilakukan dengan melihat banyaknya putaran baling-baling (kecepatan aliran) selama 30 detik, setelah itu dilakukan pula pengukuran jumlah putaran baling-baling dengan 4 kedalaman baling-baling, yaitu dengan kedalaman 30, 60, 90 dan 120 cm, masing-masing kedalaman baling-baling diaplikasikan sesuai dengan kedalaman sungai yang diukur. Untuk pengukuran menggunakan *Current Meter* selain pengukuran berdasarkan kedalaman sugai pengukuran juga disesuaikan berdasarkan luas penampang sungai, pengukuran dilakukan setiap 2 meter dari tepi sungai (Gambar 9).



Keterangan :

- Ketinggian Baling 120 cm
- Ketinggian Baling 90 cm
- Ketinggian Baling 60 cm
- Ketinggian Baling 30 cm

Gambar 3. Penentuan Kedalaman Baling-baling dan Jarak Lebar Sungai pada Pengukuran *Current Meter*

Pengamatan kecepatan aliran dengan menggunakan *Current Meter* dilakukan pada semua titik pengamatan (Gambar 9), setelah dilakukan pengamatan kecepatan, selanjutnya dilakukan pencatatan keseluruhan data. Setelah dilakukan pengukuran data kecepatan aliran harian, selama satu bulan mulai dari tanggal 1 april hingga 30 april. Setelah dilakukan pengukuran data primer, selanjutnya dilakukan penandaan titik kordinat lokasi saluran irigasi pada masing-masing bendung di DAS Ciliwung dengan menggunakan GPS.

### 3.4.3. Inventarisasi Data

Inventarisasi dan pengolahan data dilakukan untuk mendapatkan nilai debit dari perhitungan kecepatan aliran yang dilakukan dengan menggunakan *Current Meter*. Selain mengolah data dari hasil pengukuran pada inventarisasi data dilakukan pengumpulan data sekunder berupa data curah hujan harian dari stasiun klimatologi citeko tahun 2015. Selain itu data spasial yang dibutuhkan dalam penelitian ini juga dilakukan inventarisasi, berupa peta batas DAS, peta lokasi bendung, peta jaringan sungai, dan peta administrasi. Data spasial didapat dari Laboratorium IGAS (Informasi Geografi dan Analisis Sistem).

Dalam pengolahan data debit hasil survei dilakukan pengolahan dan inventarisasi. Inventarisasi data dan pengolahan data pengukuran dari *current meter* dilakukan pengolahan data dengan cara :

- Perhitungan rata-rata lebar sungai dari 3 pengukuran yaitu samping 1, tengah dan samping 2
- Menghitung rata-rata kedalaman pengukuran  $\frac{30,60,90,120}{4}$  setelah itu dilakukan konfersi dari satuan cm ke m
- Menghitung kecepatan aliran dengan menggunakan jumlah putaran baling-baling alat (*Current Meter*). Perhitungan dilakukan dengan cara jumlah putaran dikalikan dengan konstanta kecepatan alat (*current meter type Z400*). Konstanta *Current Meter* tipe Z400, kecepatan baling samping 1 adalah sebesar 0,0097 m/s selanjutnya kecepatan baling tengah adalah sebesar 0,0087 m/s dan kecepatan baling samping 2 adalah sebesar 0,0096.
- Dari perhitungan rata-rata lebar sungai, rata-rata kedalaman pengukuran dan menghitung kecepatan aliran maka dapat diketahui nilai debit degan rumus

$$Q = \Sigma(Ls. Ks. Kb)$$

Dengan Q adalah debit, Ls adalah lebar sungai, Ks adalah Kedalaman sungai dan Kb adalah kecepatan baling-baling.

#### 3.4.4. Identifikasi Karakteristik DAS Ciliwung

Dalam penelitian ini analisis karakteristik DAS dilakukan dengan melakukan pengkarakterisian morfometri DAS. Pada analisis tutupan, sebaran dan jenis penggunaan lahan dibutuhkan beberapa bahan dalam melakukan analisis, bahan yang dibutuhkan yaitu peta RBI skala 1:25000 sebagai bahan dasar dalam pembuatan batas dan luas DAS Ciliwung. Pada pengkarakteristikan morfometri DAS terdapat beberapa perhitungan yang dilakukan. Karakterisasi morfometri meliputi luas DAS, bentuk DAS, jaringan sungai, kerapatan aliran sungai dan gradien sungai.

#### 3.4.5. Kalibrasi Model

Kalibrasi model aplikasi hidrologi IFAS dilakukan untuk mengetahui tingkat akurasi model hidrologi pada masing masing parameter. Kalibrasi parameter pada

model hidrologi IFAS meliputi parameter air permukaan, parameter air tanah dan parameter air sungai (Tabel 10, 11 dan 12).

#### **3.4.5.1. Parameter Air Permukaan**

Parameter air permukaan merupakan parameter pertama yang diuji dalam melakukan kalibrasi model IFAS, parameter air permukaan memiliki lima parameter yang harus dilakukan kalibrasi, nantinya akan dipilih salah satu dari lima parameter yang memiliki hasil uji model Efisiensi *Nash-Sutcliffe* yang terbaik (Tabel 10).

#### **3.4.5.2. Parameter Air Sungai**

Parameter air sungai merupakan parameter kedua yang diuji dalam melakukan kalibrasi model IFAS, parameter air sungai memiliki tiga parameter yang harus dilakukan kalibrasi, nantinya akan dipilih salah satu dari tiga parameter yang memiliki hasil uji model Efisiensi *Nash-Sutcliffe* yang terbaik (Tabel 14).

#### **3.4.6. Analisis Nilai Ketersediaan Air Irigasi DAS Ciliwung**

Analisis ketersediaan air di DAS Ciliwung dilakukan dengan menggunakan simulasi model hidrologi IFAS, parameter hasil analisis data dengan uji NSE terbaik akan digunakan dalam simulasi model debit aliran DI di DAS Ciliwung pada masing-masing outlet DAS. Hasil simulasi model debit bulanan selanjutnya akan digunakan sebagai data nilai ketersediaan air DAS Ciliwung.

#### **3.4.7. Analisis Nilai Kebutuhan Air Irigasi DAS Ciliwung**

Melakukan analisis nilai debit pada masing-masing bendung di DAS Ciliwung memiliki tujuan mendapatkan nilai kebutuhan air irigasi sesuai wilayah yang diiri oleh DI pada bendung, selain itu juga sesuai dengan luasan areal persawahan pada masing-masing daerah yang diiri oleh DI di masing-masing bendung yang sesuai pada masa tanam wilayah tersebut. Dengan melakukan analisis luasan areal persawahan pada masing-masing masa tanam dapat diketahui jumlah pasokan debit aliran yang dibutuhkan untuk irigasi, sesuai dengan kebutuhan masing-masing masa tanam pada wilayah tersebut.

Analisis dilakukan dengan menghitung nilai kebutuhan air irigasi pada masing-masing wilayah yang diiri oleh bendung (*outlet* DAS). Nilai kebutuhan pada masing-masing wilayah DI ditunjukkan pada Tabel 9.

Tabel 3. Tabel Kebutuhan Irigasi DI di Outlet DAS Ciliwung Sesuai Musim Tanam

BENDUNG	MT 1		MT 2		MT 3	
	1-31 Okt	1 Nop - 1 Jan	1-31 Feb	1 Mar - 31 Jun	1-31 Jul	1 Agu - 30 Sep
Cibalok		1728.0		993.0	165.00	1329.00
Cibanon	228.00	720.0	528.00	420.0	708.00	240.00
Katulampa	4.95	1200.9	4.95	1197.9	1.95	1007.40
Bantarjati	411.00	73.5	30.00	414.0	30.00	414.00
Kranji		442.5		442.5		431.55

### 3.4.8. Analisis Nilai Kecukupan Air Irigasi DAS Ciliwung

Analisis kecukupan nilai air aliran irigasi dilakukan dengan melakukan perbandingan dengan nilai ketersediaan dengan nilai kebutuhan air irigasi. Dengan melakukan perbandingan tersebut, maka dapat diketahui nilai kecukupan air irigasi pada masing masing masa tanam dalam satu tahun (tahun 2015).

### 3.5. Analisis Data

Pengukuran akurasi pemodelan aplikasi hidrologi IFAS dilakukan dengan uji NSE, menurut Gupta (2009), perhitungan NSE dilakukan untuk menilai kekuatan prediksi dari efisiensi model hidrologi. *Nash-Sutcliffe* digunakan untuk kuantitatif menggambarkan akurasi model keluaran debit. Metode ini dapat digunakan untuk menggambarkan akurasi prediksi model debit dengan dua data untuk membandingkan hasil model untuk diamati. Penelitian ini membandingkan dua data debit, debit hasil simulasi IFAS dan data debit simulasi pengukuran primer. Perbandingan data debit primer dan debit hasil simulasi dilakukan pada bulan april 2016. Perbandingan dua data dilakukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut,

$$NSE = 1 - \left[ \frac{\sum (Y_{i \text{ obs}} - Y_{i \text{ sim}})^2}{\sum (Y_{i \text{ obs}} - Y_{\text{mean}})^2} \right]$$

$Y_{i \text{ obs}}$  adalah hasil nilai debit pengukuran lapang,  $Y_{i \text{ sim}}$  adalah nilai debit pemodelan IFAS,  $Y_{\text{mean}}$  adalah nilai rata-rata pengukuran lapang.

Tabel 4. Parameter air permukaan aplikasi model hidrologi IFAS (Aziz dan Tanaka, 2010)

Nilai Konstanta Model Aplikasi IFAS							
Parameter	[fo ( cm / s )]	[SF2 ( m )]	[SF1 ( m )]	[Sf0 ( m )]	[N ( m -1/ 3)]	[on]	T(m)
1.	0.00001	0.06	0.01	0.002	1	0.15	0
2.	0.00002	0.08	0.01	0.002	3	0.2	0
3.	0.00001	0.09	0.01	0.005	3.5	0.3	0
4.	0.000001	0.05	0.0005	0.0001	2.1	0.25	0
5.	0.000001	0.09	0.01	0.005	4.5	0.3	0

Keterangan: fo: Kapasitas infiltrasi akhir, SF2: Tinggi penyimpanan maksimum, SF1: Cepat aliran menengah, Sf0: Tinggi di mana tanah infiltrasi terjadi, N: Koefisien kekasaran permukaan, on: Cepat aliran menengah koefisien regulasi, T: Tinggi penyimpanan awal.

Tabel 5. Parameter air tanah aplikasi model hidrologi IFAS (Aziz dan Tanaka, 2010)

Nilai Konstanta Model Aplikasi IFAS				
Parameter	[AUD (1/mm/day)1/2 ]	[AGD (1/day)]	[HCGD (m)]	[HIGD (m)]
1.	0.2	0.0003	2	2

Keterangan: AUD: Koefisien serapan air tanah, AGD: Limpasan air tanah, HCGD: Tinggi aliran air tanah, HIGD: Nilai awal limpasan air tanah.

Tabel 6. Parameter air sungai aplikasi model hidrologi IFAS (Aziz dan Tanaka, 2010)

Nilai Konstanta Model Aplikasi IFAS										
Parameter	[RWB(c)]	[RBS(s)]	[RNS (n m-1/3s-1)]	[RRID(m)]	[RGWD(1/day)]	[RHW]	[RHS]	[RBH]	[RBET]	[RLCOF]
1.	7	0.5	0.038	0.2	0	9999	1	0.5	0.05	1.4
2.	7	0.5	0.037	0.2	0	9999	1	0.5	0.05	1.4
3.	7	0.5	0.036	0.2	0	9999	1	0.5	0.05	1.4

Keterangan: RWB: Lebar sungai, konstan hukum lanjutan, RBS: Koefisien jumlah, konstan hukum lanjutan, RNS: Koefisien kekasaran sungai, RRID: Nilai awal perhitungan alur sungai, RGWD: Koefisien infiltrasi dari permukaan sungai, RHW: Koefisien bentuk sungai menyilang, RHS: Koefisien bentuk sungai menyilang, RBH: Lebar aliran sungai ketika tinggi dan rendah, RBET: Kemiringan saluran banjir sungai, RLCOF: Kalibrasi koefisien panjang sungai.