

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Lokasi Penelitian

Sungai Code merupakan sungai yang membelah kota Yogyakarta menjadi dua yang membentang dari Bukit Turgo di lereng kaki Gunung Merapi dan bermuara di Sungai Opak. Sumber daya airnya banyak dimanfaatkan untuk pengairan di Kabupaten Sleman dan Bantul. Daerah penelitian ini dilakukan pada sub Daerah Aliran Sungai (DAS) Code Hulu yang terletak di Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta (Gambar 3.1), dan stasiun *Automatic Water Level Recorder* (AWLR) Gemawang yang terletak di Pogung Rejo, Sinduadi, Mlati, Sleman, Yogyakarta (Gambar 3.2).

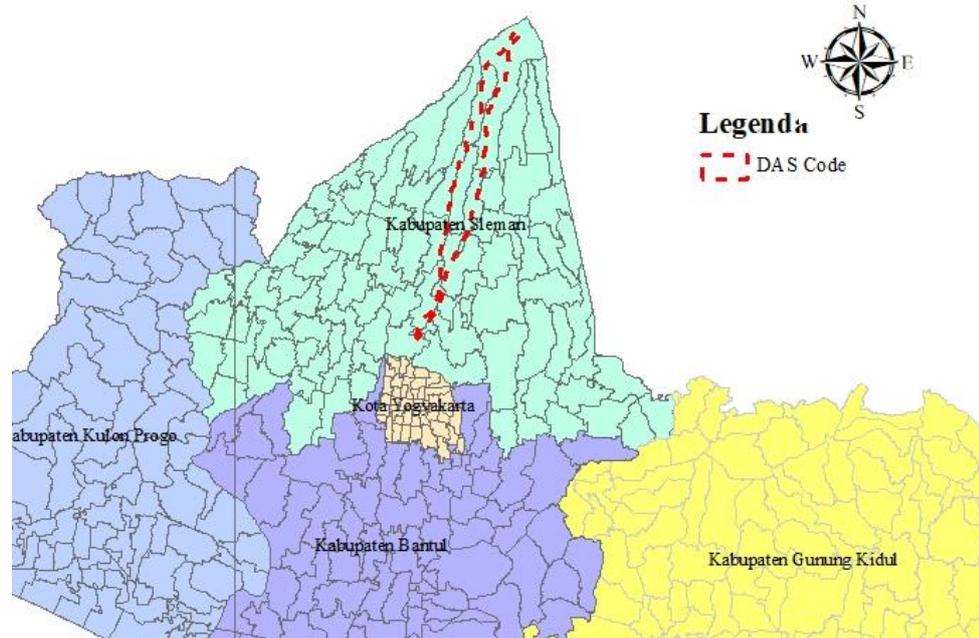
Sungai Code yang merupakan anak sungai dari Sungai Opak yang memiliki panjang ± 46 km dan luas DAS sebesar ± 62 km². Ruas Sungai Code yang digunakan untuk penelitian adalah sepanjang ± 26 km dari hulu Sungai Code hingga titik outlet yang berada di stasiun AWLR Gemawang.

3.2. Data Curah Hujan

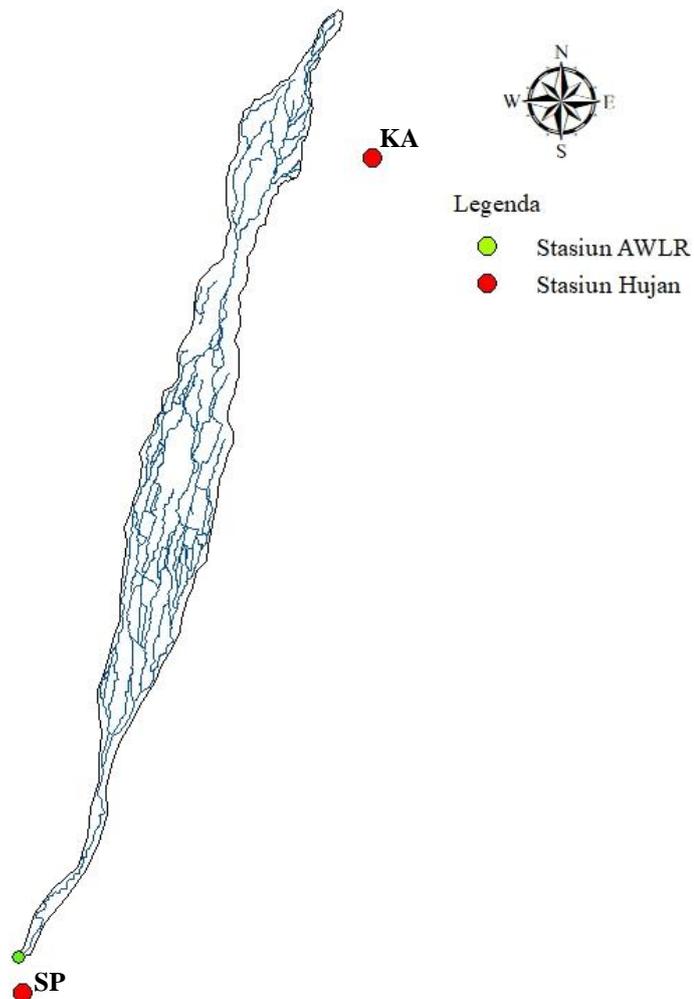
Data curah hujan yang digunakan adalah hasil pengukuran penakar hujan. Di Indonesia pengukuran curah hujan dilakukan menggunakan alat penakar curah hujan otomatis dan konvensional yang dikelola oleh Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG). Pada penelitian ini digunakan 3 stasiun pengukuran hujan dengan interval pengukuran 5 menit, namun dalam pengolahan data diakumulasi menjadi curah hujan per-jam (60 menit). Peta sebaran lokasi stasiun hujan dan data koordinat stasiun hujan ditunjukkan pada Gambar 3.2 dan Tabel 3.1 secara berurutan.

Tabel 3.1 Data koordinat stasiun hujan

No	Nama	Longitude	Latitude
1	ARR Sipil UGM	110.3723675	-7.764741328
2	ARR Kaliadem	110.4475194	-7.583641424



Gambar 3.1 Peta batas-batas DAS Code dan lokasi sub DAS Code hulu.



Gambar 3.2 Peta sebaran lokasi stasiun hujan di dalam sub DAS Code hulu.

3.3. Data Curah Hujan *TRMM*

Pada penginderaan jarak jauh menggunakan satelit *Tropical Rainfall Measuring Mission (TRMM)*, presipitasi bergantung pada hubungan antara curah hujan dan suhu puncak awan seperti yang diamati oleh instrumen satelit berupa inframerah (IR), atau dari pengaruh tetes hujan dan partikel es pada radiasi gelombang mikro (MW) atau keduanya. *Global Precipitation Measurement (GPM)* diluncurkan pada 27 Februari 2014, misi internasional ini dipimpin oleh *National Aeronautics and Space Administration (NASA)* dan *Japan Aerospace and Exploration Agency (JAXA)* sebagai penerus *TRMM* untuk melanjutkan dan meningkatkan kualitas observasi curah hujan dan salju berbasis satelit salju dalam skala global. Data yang digunakan pada penelitian ini yaitu data curah hujan harian *GPM* produk satelit *GPM IMERG Final Precipitation* dengan resolusi spasial $0.1^\circ \times 0.1^\circ$ (10 km x 10 km) dan resolusi temporal 30 menit yang diunduh dari situs <https://giovanni.gsfc.nasa.gov>.

3.4. Data Debit Pengukuran *AWLR* Gemawang

Data pengukuran muka air *AWLR* Gemawang dialihragamkan menjadi data debit dengan persamaan yang didapat dari hasil pembuatan rating curve sebagai penentuan bersanya debit aliran sungai.

$$q(t) = 10.861(x^{1.7672}) \dots\dots\dots (3.1)$$

dengan:

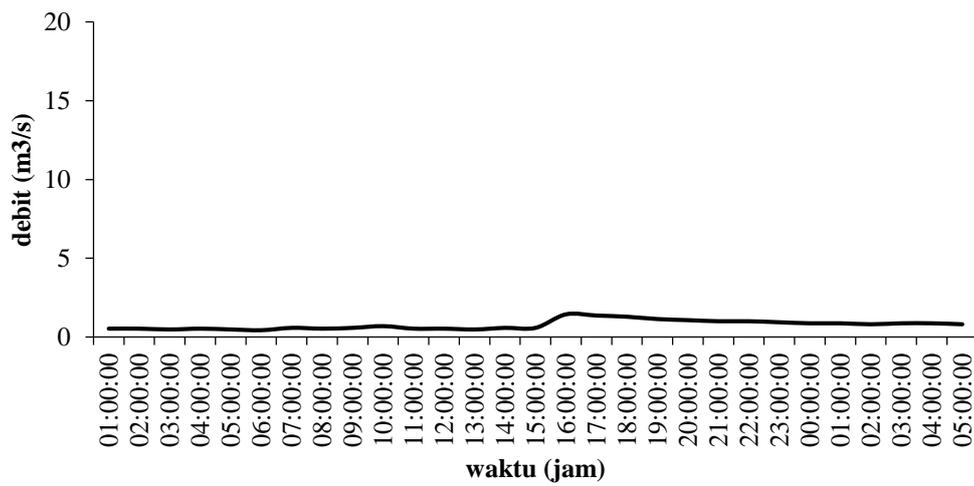
q : debit aliran sungai (m^3/s)

x : muka air sungai (m)

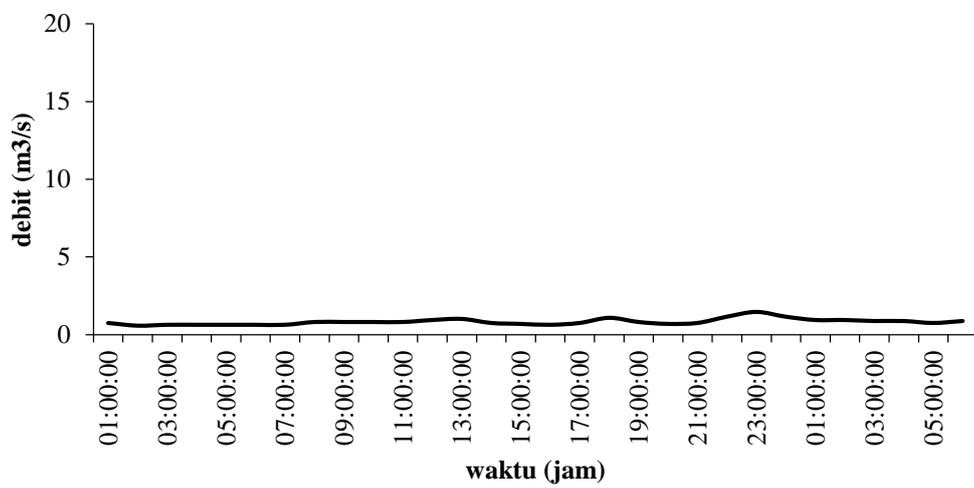
Data *AWLR* yang digunakan pada penelitian ini seperti ditunjukkan pada Tabel 3.2. Sedangkan hidrograf aliran hasil konversi data *AWLR* ditunjukkan pada Gambar 3.3 sampai dengan Gambar 3.11.

Tabel 3.2 Keterangan kondisi muka air Sungai Code

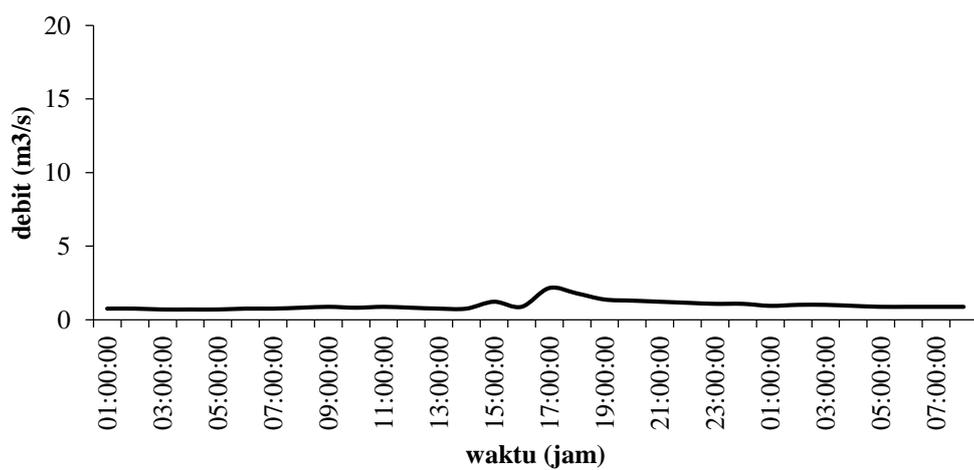
Kondisi	Keterangan
Kondisi 1	Data muka air pada tanggal 20 Januari s/d 21 Januari 2017
Kondisi 2	Data muka air pada tanggal 16 Maret s/d 17 Maret 2017
Kondisi 3	Data muka air pada tanggal 26 November s/d 27 November 2017
Kondisi 4	Data muka air pada tanggal 16 Januari s/d 17 Januari 2018
Kondisi 5	Data muka air pada tanggal 18 Januari 2018
Kondisi 6	Data muka air pada tanggal 22 Januari s/d 23 Januari 2018
Kondisi 7	Data muka air pada tanggal 02 Februari s/d 03 Februari 2018
Kondisi 8	Data muka air pada tanggal 04 Februari s/d 05 Februari 2018
Kondisi 9	Data muka air pada tanggal 07 Februari s/d 08 Februari 2018



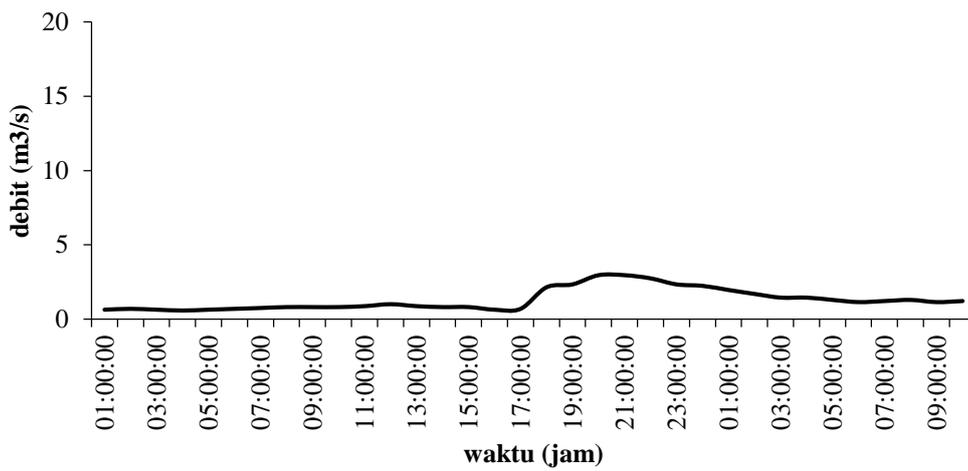
Gambar 3.3 Debit pada tanggal 20 Januari s/d 21 Januari 2017.



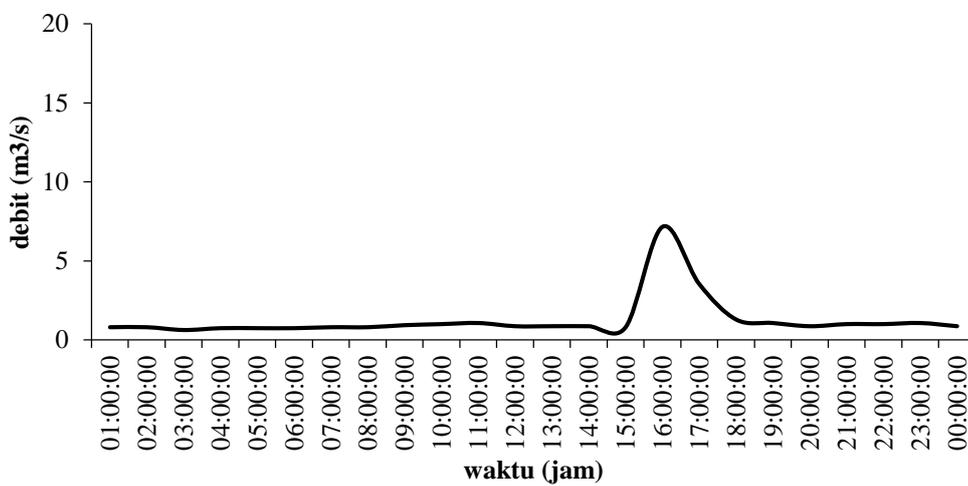
Gambar 3.4 Debit pada tanggal 16 Maret s/d 17 Maret 2017.



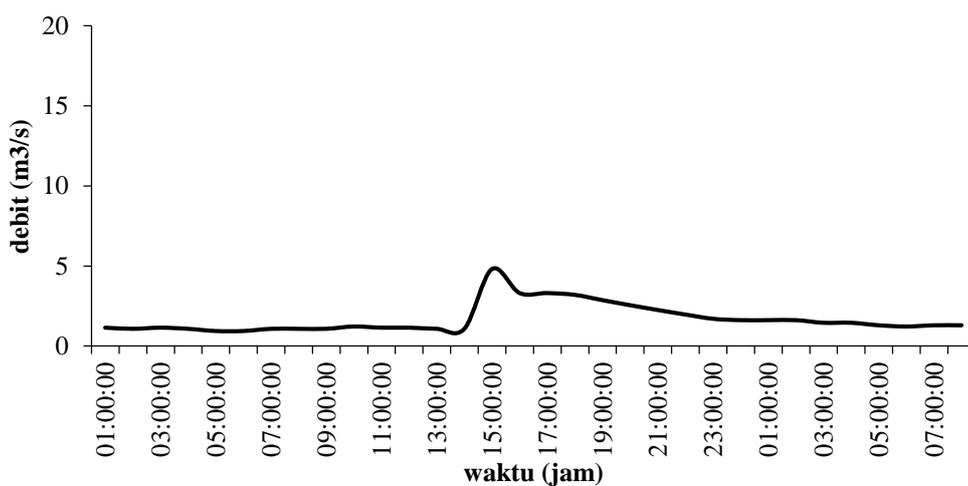
Gambar 3.5 Debit pada tanggal 26 November s/d 27 November 2017.



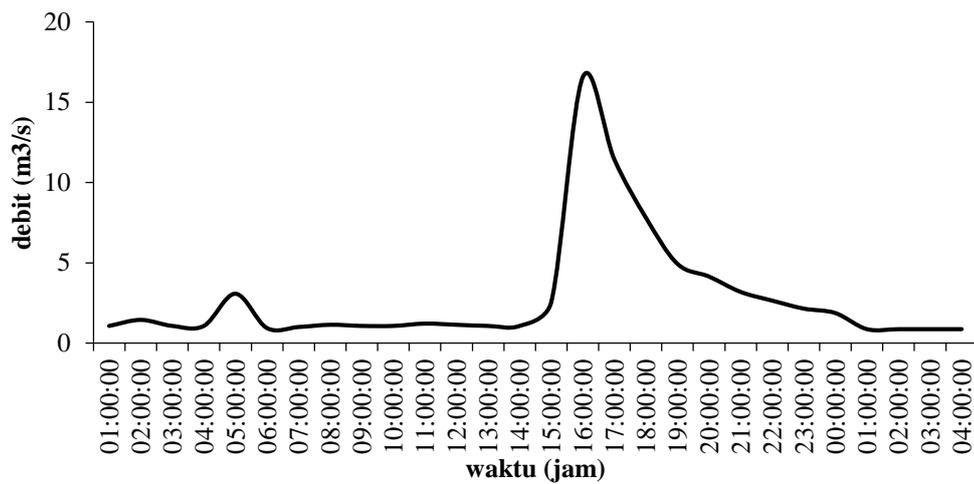
Gambar 3.6 Debit pada tanggal 16 Januari s/d 17 Januari 2018.



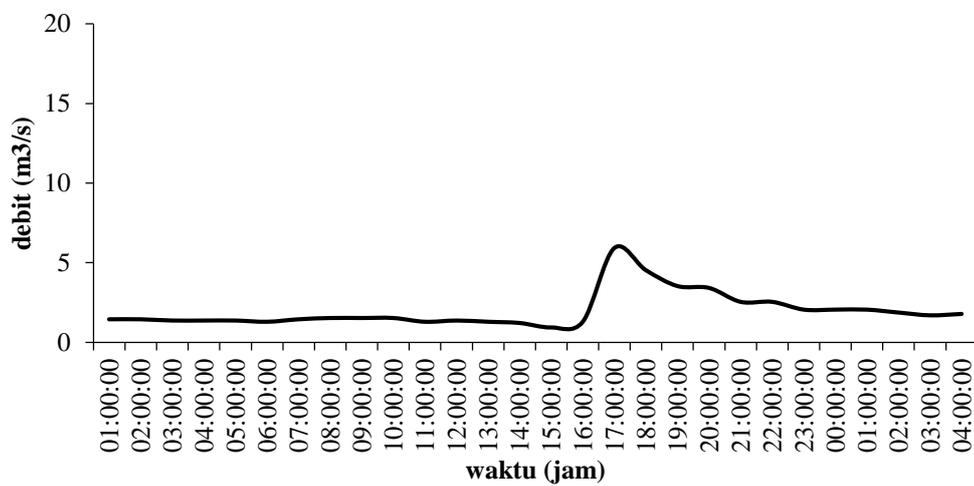
Gambar 3.7 Debit pada tanggal 18 Januari 2018.



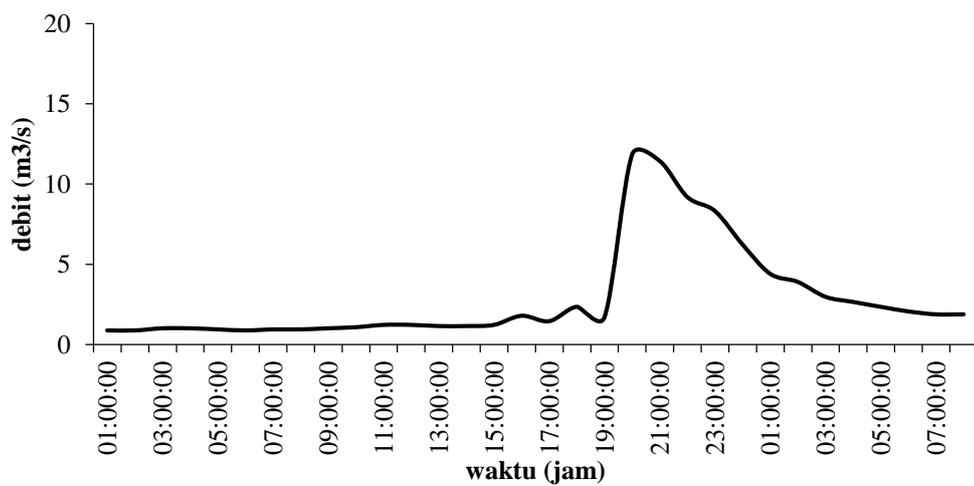
Gambar 3.8 Debit pada tanggal 22 Januari s/d 23 Januari 2018.



Gambar 3.9 Debit pada tanggal 02 Februari s/d 03 Februari 2018.



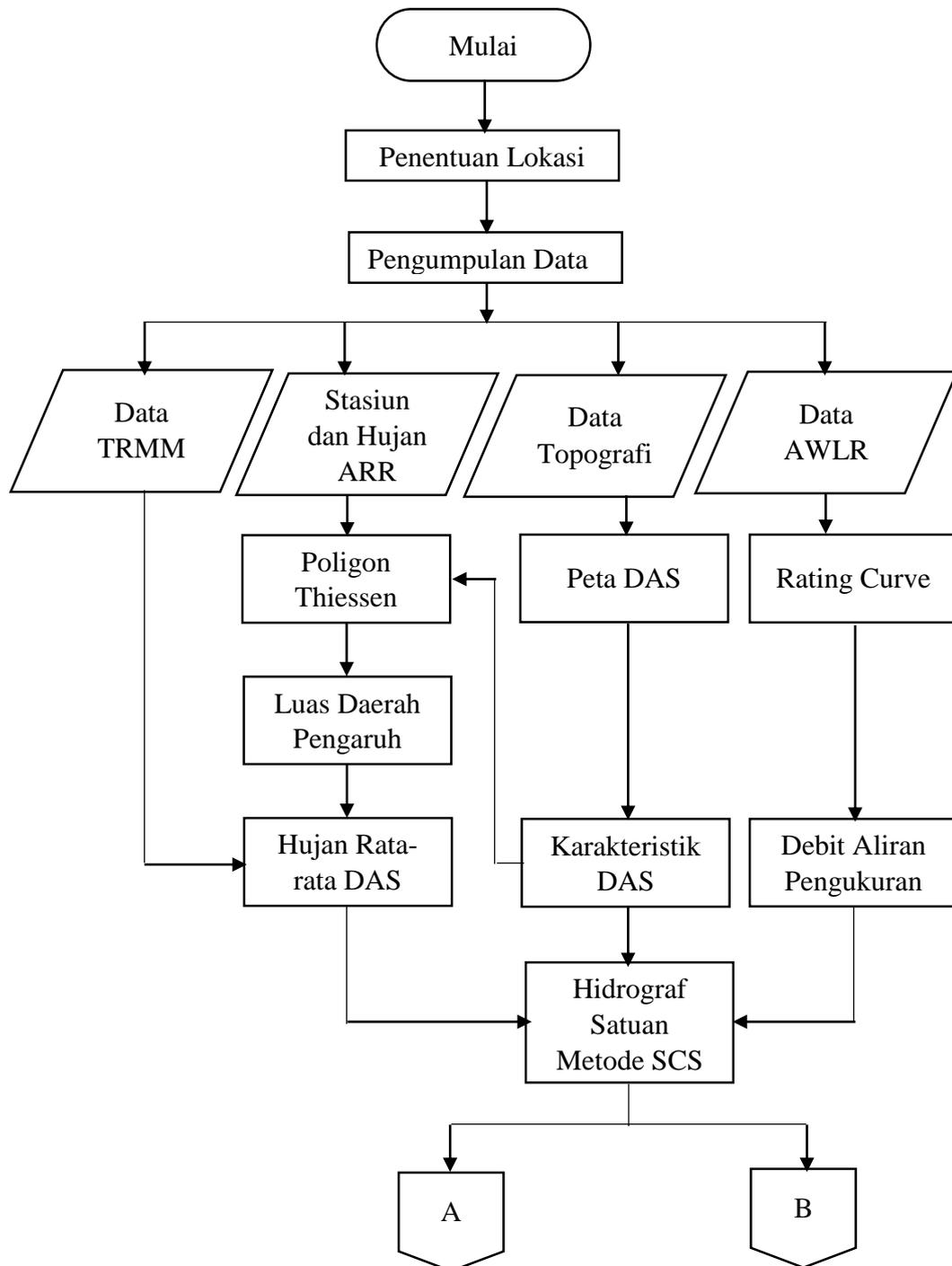
Gambar 3.10 Debit pada tanggal 04 Februari s/d 05 Februari 2018.

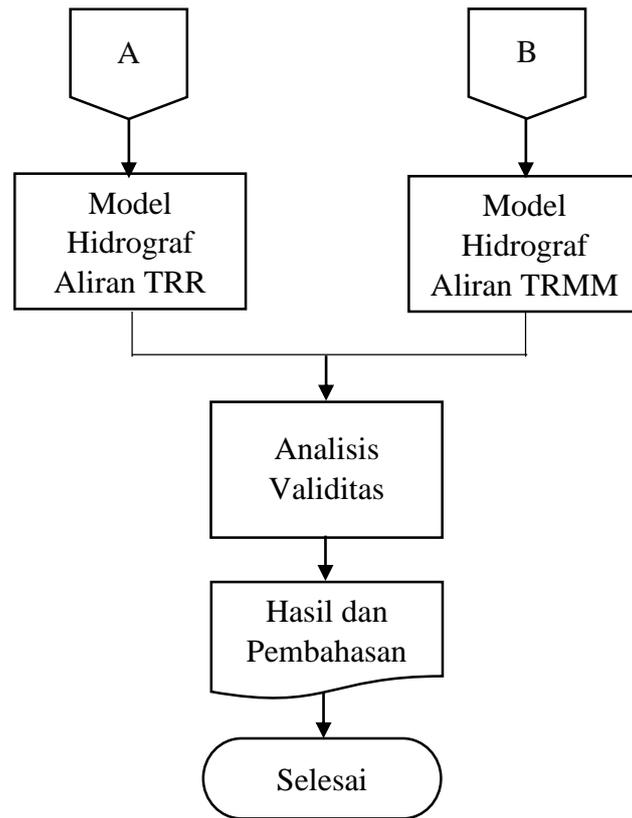


Gambar 3.11 Debit pada tanggal 07 Februari s/d 08 Februari 2018.

3.5. Diagram Alir Penelitian

Pada penelitian ini terdapat beberapa tahapan yang harus dilaksanakan. Tahapan-tahapan tersebut secara umum disajikan dalam bentuk bagan alir pada Gambar 3.12.





Gambar 3.12 Bagan alir tahapan-tahapan pelaksanaan penelitian.

3.6. Analisis Data

3.4.1. Daerah Aliran Sungai (DAS)

DAS merupakan wilayah yang dibatasi pembatas topografi sebagai batas tangkapan air hujan yang berakhir pada muara sungai (Atmojo, 2008). Data masuk yang digunakan dalam pembuatan batas DAS adalah peta kontur wilayah Sub DAS Code hulu, peta jaringan sungai dan koordinat stasiun *AWLR* Gemawang sebagai titik *outlet* DAS. Pembuatan batas DAS dilakukan dengan menghubungkan punggung-punggung bukit atau gunung di sekeliling Sungai Code hulu dengan titik *outlet* pada stasiun *AWLR* Gemawang hingga membentuk garis poligon utuh. Hasil yang didapat pada analisis ini yaitu luas DAS yang merupakan daerah tangkapan air pada sub DAS Code hulu, panjang sungai yang merupakan panjang lintasan air yang mengalir pada suatu DAS, dan *slope* sungai yang merupakan kemiringan dasar aliran, semakin miring suatu saluran semakin meningkat kecepatannya. Hasil analisis disajikan pada Tabel 4.1. Dalam pembuatan peta tataguna lahan data masukan yang digunakan adalah data *landuse* wilayah Sub DAS Code hulu yang didapatkan dari <https://tanahair.indonesia.go.id>.

3.4.2. Poligon Thiessen

Data masukan yang digunakan dalam pembuatan poligon *Thiessen* adalah peta Sub DAS Code hulu dan koordinat lokasi stasiun hujan yang digunakan pada wilayah Sub DAS Code hulu. Pembuatan poligon *Thiessen* dilakukan menggunakan *software ArcMap 10.6.1* pada fungsi *Analysis Tools Thiessen Polygon*. Setelah pembuatan poligon *Thiessen*, didapatkan data luas wilayah pengaruh masing-masing stasiun hujan. Data-data stasiun hujan ditunjukkan pada Tabel 3.4.

Tabel 3.3 Luas daerah penutup lahan sub DAS Code hulu

No	Lahan Penutup	Luas Area (km ²)
1	Hutan	3.794
2	Padang Rumput	0.056
3	Kebun / Perkebunan	1.706
4	Gedung / Bangunan / Pemukiman	4.812
5	Sawah	11.549
6	Tegalan / Ladang	1.926
7	Semak Belukar	0.913
Jumlah		24.755

Table 3.4 Luas daerah pengaruh stasiun hujan

No	Nama	Longitude	Latitude	Luas Area Pengaruh (km ²)
1	ARR Sipil UGM	110.3723675	-7.764741328	7.368
2	ARR Kaliadem	110.4475194	-7.583641424	17.387
Jumlah				24.755

3.4.3. Analisis Curah Hujan Rata-rata DAS

Data curah hujan yang tersedia di setiap stasiun hujan hanya berupa curah hujan pada lokasi alat penakar hujan dipasang, sehingga curah hujan masing-masing stasiun hujan tidak sama dan perlu dilakukan suatu analisis hidrologi untuk mengubah data tersebut menjadi data curah hujan rata-rata DAS. Analisis hidrologi yang digunakan untuk mengubah data hujan titik menjadi data curah hujan rata-rata DAS adalah Metode *Thiessen*. Persamaan yang digunakan untuk mencari curah hujan rata-rata adalah Persamaan 2.1.

3.4.4. Penentuan Nilai *Curve Number* (CN)

Proses penentuan nilai *Curve Number* (CN) dilakukan dengan menggunakan peta tataguna lahan dan peta DAS Code hulu sebagai data masukan yang selanjutnya diolah menggunakan *software ArcMap 10.6.1*. Kedua data tersebut diolah menggunakan fitur *Analysis Tools Clip* untuk membuat irisan dari peta tataguna lahan dan peta DAS Code hulu. Hasil dari analisis tersebut berupa luasan tertentu dalam DAS yang mempunyai penutup lahan tertentu. Penentuan nilai *CN* dikelompokkan dalam satu jenis tanah yaitu kelompok tanah B dalam *Hydrologic Soil Groups*, maka luasan dan nilai *CN* di DAS Code hulu identik dengan tataguna lahan saja. Tabel 3.5 adalah nilai *CN* untuk tataguna lahan lokasi penelitian.

Tabel 3.5 Nilai *curve number* (CN)

No	Lahan Penutup	Luas Area (km ²)	Persentase (%)	CN
1	Hutan	3.794	15.325	55
2	Padang Rumput	0.056	0.227	69
3	Kebun / Perkebunan	1.706	6.891	65
4	Gedung / Bangunan / Pemukiman	4.812	19.439	71
5	Sawah	11.549	46.651	75
6	Tegalan / Ladang	1.926	3.688	56
7	Semak Belukar	0.913	7.778	69

3.4.5. Analisis Limpasan Langsung Metode SCS-CN

Salah satu metode yang mentransformasikan curah hujan ke dalam volume limpasan langsung yaitu metode *SCS-CN*. *Soil Conservation Services (SCS)* merupakan metode yang dikembangkan oleh Departemen Pertanian A.S sebagai metode dalam berbagai kasus analisis limpasan langsung di berbagai negara. Persamaan yang dikembangkan metode ini termasuk metode konseptual karena memasukan parameter karakteristik DAS sebagai parameter lahan dan jenis tanah (Harsanto, 2007). Dalam memprediksi impasan langsung dengan metode ini didasarkan pada parameter retensi (S), *initial abstraction* (I_a), dan hujan harian. Parameter retensi (S) adalah variabel yang berhubungan langsung dengan jenis tanah, tataguna lahan, dan kelembaban tanah. Persamaan untuk menghitung nilai parameter retensi adalah sebagai berikut:

$$S = 25.4 \left(\frac{1000}{CN} - 10 \right) \dots\dots\dots (3.2)$$

dengan:

- S : parameter retensi
- CN : *curve number*

Initial abstraction (I_a) adalah fungsi penggunaan tanah, perlakuan dan kondisi, serta kandungan air tanah sebelumnya. Parameter ini mewakili nilai intersepsi, evaporasi, dan penahan air yang mempengaruhi kemungkinan terjadinya limpasan langsung. Persamaan untuk menentukan nilai I_a adalah sebagai berikut:

$$I_a = \lambda \times S \dots\dots\dots (3.3)$$

dengan:

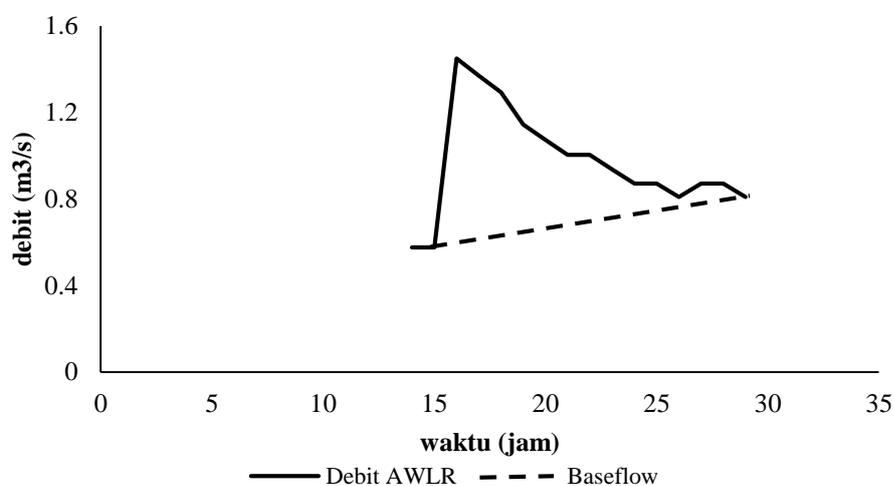
- I_a : *initial abstraction*
- λ : rasio abstraksi, berkisaran antara 0 sampai 0.3
- S : parameter retensi

3.4.6. Rating Curve

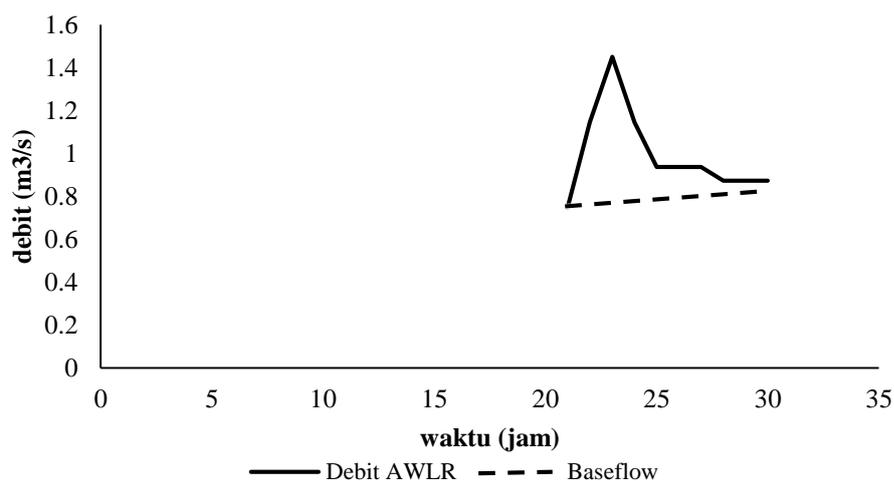
Rating curve menunjukkan hubungan antara debit dengan tinggi muka air pada lokasi penampang sungai. *Rating curve* digunakan sebagai dasar penentuan besarnya debit sungai dan tinggi muka air pada waktu tertentu, dan juga dapat digunakan untuk mengetahui perubahan sifat fisik dan hidraulis dari lokasi penampang sungai yang ditinjau.

3.4.7. Aliran Dasar (*Baseflow*)

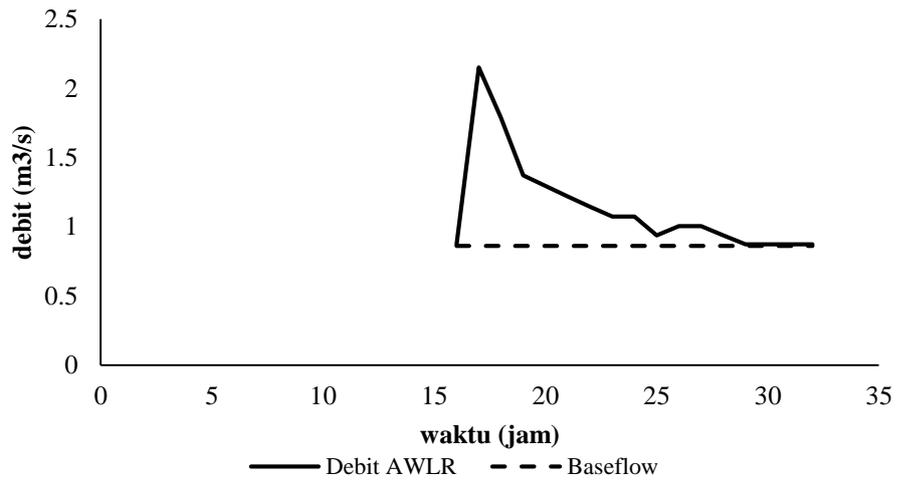
Untuk memperkirakan besarnya kontribusi aliran dasar pada DAS Code hulu, maka perlu dilakukan pemisahan hidrograf debit aliran dasar dari hidrograf debit aliran sungai. Proses pemisahan hidrograf debit aliran dasar (*baseflow*) dari hidrograf aliran sungai yaitu dengan mengasumsikan debit aliran dasar (*baseflow*) memiliki nilai yang sama. *Input* utama dalam menganalisis aliran dasar ini adalah debit total yang selanjutnya dipisah menjadi debit limpasan langsung. Debit aliran total dan aliran dasar pada penelitian ini disajikan pada Gambar 3.13 sampai dengan Gambar 3.21.



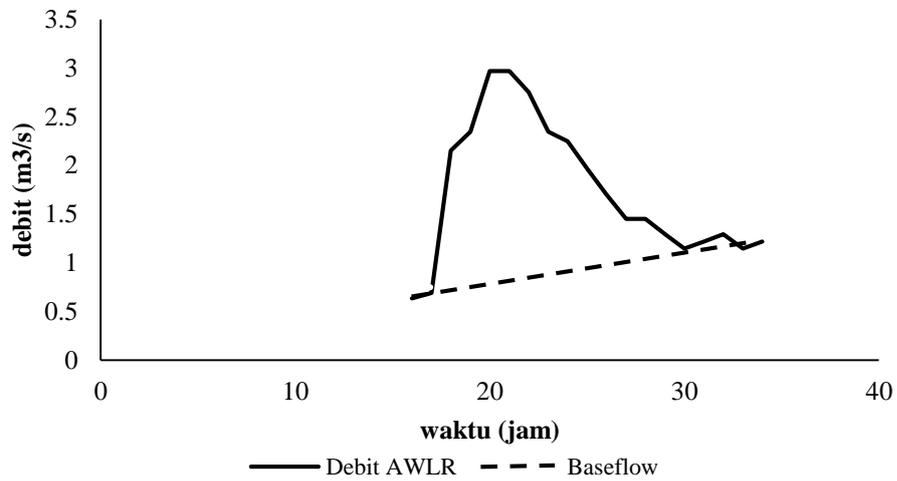
Gambar 3.13 Debit aliran dan *baseflow* AWLR 20 Januari s/d 21 Januari 2017.



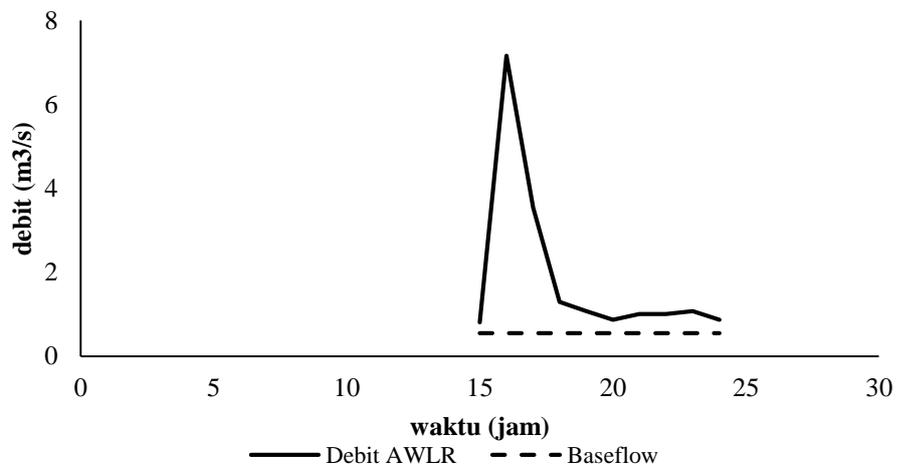
Gambar 3.14 Debit aliran dan *baseflow* AWLR 16 Maret s/d 17 Maret 2017.



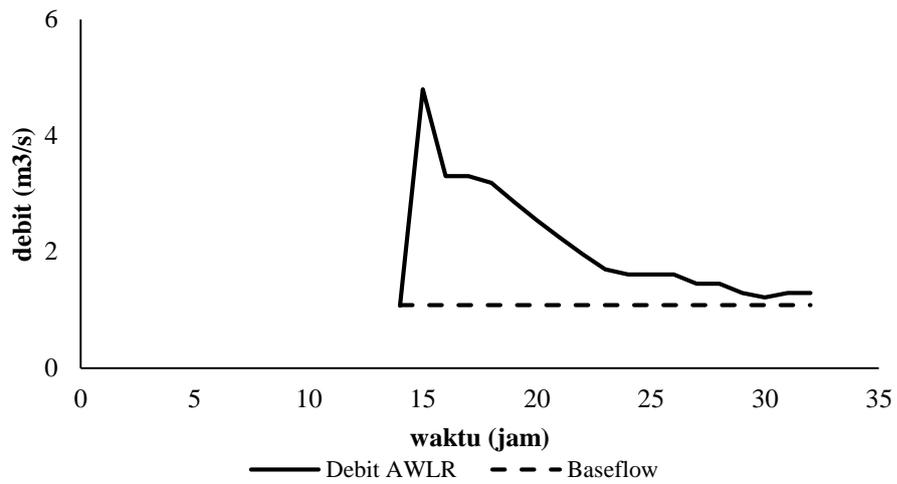
Gambar 3.15 Debit aliran dan *baseflow* AWLR 26 November s/d 27 November 2017.



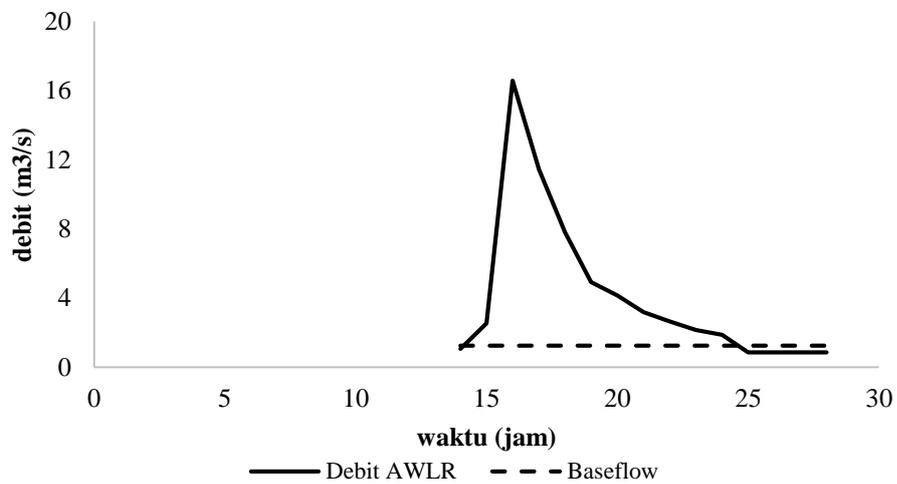
Gambar 3.16 Debit aliran dan *baseflow* AWLR 16 Januari s/d 17 Januari 2018.



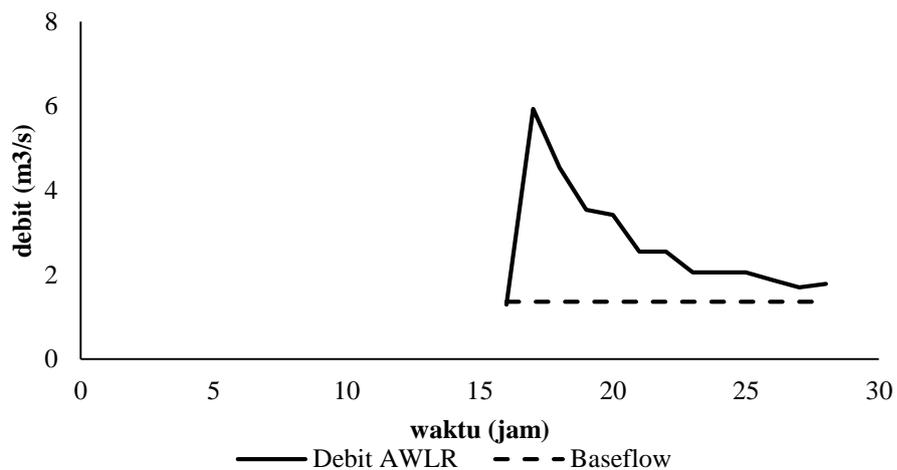
Gambar 3.17 Debit aliran dan *baseflow* AWLR 18 Januari 2018.



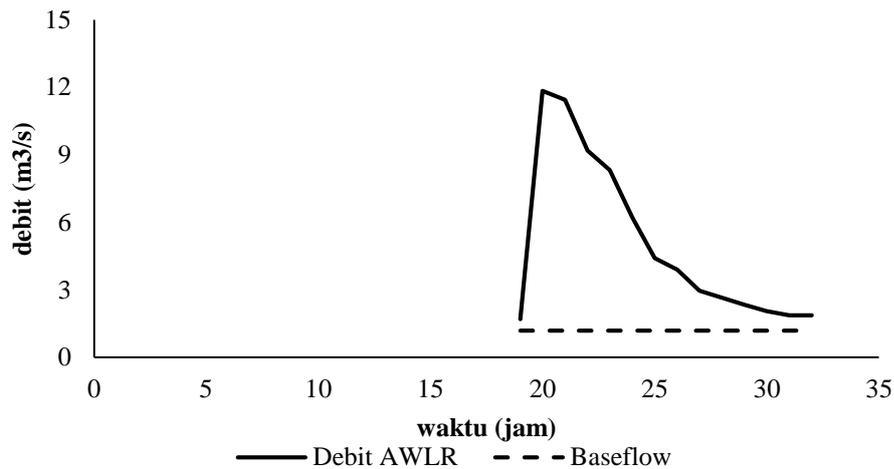
Gambar 3.18 Debit aliran dan *baseflow* AWLR 22 Januari s/d 23 Januari 2018.



Gambar 3.19 Debit aliran dan *baseflow* AWLR 02 Februari s/d 21 Februari 2018.



Gambar 3.20 Debit aliran dan *baseflow* AWLR 04 Februari s/d 05 Februari 2018.



Gambar 3.21 Debit aliran dan *baseflow* AWLR 07 Februari s/d 08 Februari 2018.

3.4.8. Koefisien Korelasi dan Efisiensi

Menurut Hendra dkk. (2015) untuk mengetahui kekuatan sebuah data perlu dilakukan pengujian, yaitu dengan koefisien korelasi dan efisiensi. Pada penelitian ini koefisien korelasi digunakan untuk menunjukkan besarnya keterkaitan antara data observasi dan satelit. Koefisien efisiensi untuk menunjukkan model hidrograf terhadap debit observasi dan satelit. Persamaan yang digunakan seperti ditampilkan pada Persamaan 3.4.

$$CE = \frac{\sum_{i=1}^n (Qo(i) - Qc(i))^2}{\sum_{i=1}^n (Qo(i) - Qorata-rata(i))^2} \dots\dots\dots (3.4)$$

dengan:

- $Qo(i)$: debit terukur (m³/s)
- $Qc(i)$: debit terhitung (m³/s)

3.4.9. Evaluasi Ketelitian Model

Menurut Aziz dan Tanaka (2011) untuk mengkaji ketelitian suatu model ada beberapa indikator penilaian yaitu kesalahan bentuk gelombang (*wave shape error*), kesalahan volume (*volume error*), dan kesalahan debit puncak (*peak discharge error*) yang di kembangkan oleh *Japan Institute of Construction Engineering (JICE)*. Setiap indikator dirumuskan pada Tabel 3.6.

Tabel 3.6 Indikator kesalahan model

<i>Wave Shape Error</i>	<i>Volume Error</i>	<i>Peak Discharge Error</i>
$Ew = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left(\frac{Qo(i) - Qc(i)}{Qo(i)} \right)^2$	$Ev = \frac{\sum_{i=1}^n Qo(i) - \sum_{i=1}^n Qc(i)}{\sum_{i=1}^n Qo(i)}$	$Ep = \frac{Qop - Qcp}{Qop}$

dengan:

E_w : kesalahan bentuk gelombang (*wave shape error*)

E_v : kesalahan volume (*volume error*)

E_p : kesalahan debit puncak (*peak discharge error*)

$Q_o(i)$: debit terukur (m^3/s)

$Q_c(i)$: debit terhitung (m^3/s)