

## Analisis Hidrograf Satuan Terukur Sub DAS Way Besai

Mega Astriyana<sup>1)</sup>  
Dyah Indriana<sup>2)</sup>  
Ofik Taufik Purwadi<sup>3)</sup>

### Abstract

Way Besai River is the largest river in west lampung district. High sedimentation in this river affects the performance of Hydroelectric Power Plant (HEPP) owned by PLN which is located in Way Besai River. In order to know the condition of Way Besai's catchment area, a research is conducted on each of Way Besai's sub catchment area. One of the sub catchment area is located in Talang Bandung Village, Pekon Sindang Pagar, Kel Tugu Sari Kec Sumber Jaya West Lampung District named Talang Bandung Catchment and Air Anak Catchment. In order to make the survey of Catchments condition easier, the research uses measured unit hydrograph analysis method. The purpose is to analyse the measured unit hydrograph in order to get the value of Peak Discharge, Peak time, basic time, and analysing the flood hydrograph.

In this research the data needed are automatic rainfall data, automatic water level data, velocity data, and the stream cross section. From these data will be used to make Rating Curve to turn the hydrograph of water level into flow hydrograph. The separation of the components of base flow and direct runoff using straight-line approach and calculate the effective rainfall to get the ordinate of unit hydrograph. From the average of unit hydrograph combined with periodic rainfall will obtain the periodic flood hydrograph.

From the analysis result it is, obtained an average of hydrograph unit for each catchment area. On 60 minutes period, the average of unit hydrograph of Air Anak Catchment and Talang Bandung Catchment have average peak discharge average ( $Q_p$ ) of  $0,340 \text{ m}^3/\text{sec}$  and  $0,394 \text{ m}^3/\text{sec}$ , the time of rise are 560 minutes and 660 minutes. The result shows that for return period of 25 years, flood discharge for Air Anak is  $16,832 \text{ m}^3/\text{sec}$  and for Talang Bandung is  $20,179 \text{ m}^3/\text{sec}$ .

**Keywords:** Measured Unit Hydrograph Analysis, Sub Catchment Area of Way Besai.

### Abstrak

Sungai Way Besai merupakan sungai terbesar di Kabupaten Lampung Barat. Sedimentasi yang cukup tinggi mempengaruhi kinerja dari Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) milik PLN yang berada di Sungai Way Besai. Untuk mengetahui kondisi Daerah Aliran Sungai (DAS) Way Besai maka dilakukan penelitian di setiap sub DAS Way Besai. Salah satunya adalah Sub DAS yang terletak di Dusun Talang Bandung Pekon Sindang Pagar Kel. Tugu Sari Kec. Sumber Jaya Kabupaten Lampung Barat yaitu DAS Talang Bandung dan DAS Air Anak. Untuk mempermudah melihat kondisi DAS maka penelitian ini menggunakan metode Analisis Hidrograf Satuan Terukur (HST). Tujuannya adalah menganalisis Hidrograf Satuan Terukur (HST) untuk mendapatkan nilai debit puncak, waktu puncak, waktu dasar dan menganalisis hidrograf banjir.

Dalam penelitian ini data yang diperlukan adalah data curah hujan otomatis, data tinggi muka air otomatis, data kecepatan aliran, dan data penampang melintang sungai. Dari data tersebut selanjutnya akan dibuat liku kalibrasi (rating curve) untuk mengalihragamkan hidrograf tinggi muka air menjadi hidrograf aliran. Pemisahan komponen aliran dasar dan limpasan langsung menggunakan pendekatan garis lurus. Dan menghitung curah hujan efektif untuk mendapatkan ordinat hidrograf satuan. Dari ordinat hidrograf satuan rata-rata yang dipadukan dengan kala ulang hujan yang didapatkan akan menghasilkan kala ulang hidrograf banjir.

<sup>1)</sup> Mahasiswa pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung.

<sup>2)</sup> Staf pengajar pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung. Jalan. Prof. Sumantri Brojonegoro 1. Gedung Meneng Bandar Lampung. 35145.

<sup>3)</sup> Staf pengajar pada Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Lampung. Jalan Prof. Sumantri Brojonegoro 1. Gedung Meneng Bandar Lampung.

Dari hasil analisis yang sudah dilakukan maka didapatkan hidrograf satuan rata-rata untuk masing-masing DAS. Pada periode waktu 60 menitan Hidrograf Satuan Terukur (HST) rata-rata DAS Air Anak dan DAS Talang Bandung mempunyai debit puncak rata-rata ( $Q_p$ ) sebesar  $0,340 \text{ m}^3/\text{det}$  dan  $0,394 \text{ m}^3/\text{det}$ , waktu menuju puncak ( $T_p$ ) sama yaitu sebesar 60 menit kedua (2 jam), dan waktu dasarnya ( $T_b$ ) adalah 560 menit dan 660 menit. Dari hasil analisis hidrograf banjir dihasilkan untuk kala ulang 25 tahun sebesar  $16,832 \text{ m}^3/\text{det}$  untuk DAS Air Anak dan  $20,179 \text{ m}^3/\text{det}$  untuk DAS Talang Bandung.

**Kata kunci** : Analisis Hidrograf Satuan Terukur(HST), Sub DAS Way Besai

## **1. PENDAHULUAN**

Menurut Sinatala Arsyad, air adalah senyawa gabungan antara dua atom hidrogen dan satu atom oksigen menjadi  $\text{H}_2\text{O}$ . Air menutupi hampir 70% permukaan bumi. Terdapat 1,4 triliun kilometer kubik ( $330 \text{ juta mil}^3$ ) tersedia di bumi. Air sebagian besar terdapat di laut (air asin) dan pada lapisan-lapisan es (di kutub dan pucuk-pucuk gunung), akan tetapi juga dapat hadir sebagai awan, hujan, sungai, muka air tawar, danau, uap air, dan lautan es. Air dalam obyek-obyek tersebut bergerak mengikuti siklus air, yaitu: melalui penguapan, hujan, dan aliran air di atas permukaan tanah (*runoff*, meliputi mata air, sungai, muara) menuju laut.

DAS merupakan suatu wilayah daratan yang secara topografi dibatasi oleh punggung-punggungan gunung yang menampung dan menyimpan air hujan untuk kemudian menyalurkan ke laut melalui sungai utama (Asdak, 2002). Tidak hanya butiran tanah yang hanyut dalam banjir saat hujan tetapi kayu-kayu besar juga banyak yang hanyut terbawa arus yang deras. Di daerah ini terdapat salah satu anak DAS dari Hulu Sungai Way Besai yaitu Sungai Air Anak. Sungai Air Anak adalah sungai yang digunakan sebagai salah satu penyuplai air untuk PLTA (Pembangkit Listrik Tenaga Air) Way Besai. Air yang keruh dan mengandung banyak sedimen dapat mempengaruhi laju debit yang dihasilkan untuk menjalankan turbin pada PLTA milik PLN. Untuk itu selain merugikan bagi masyarakat juga mengurangi hasil daya listrik yang dihasilkan dari turbin yang ada di Bendungan Way Besai.

Data hidrologi yang didapat di Dusun Talang Bandung Pekon Sindang Pagar Kel. Tugu Sari Kec. Sumber Jaya Kab. Lampung Barat akan membantu memahami kondisi DAS setempat serta respon DAS terhadap hujan. Sehingga dapat diketahui seberapa besar banjir yang akan terjadi. Salah satu metode yang digunakan untuk melihat respon DAS terhadap bahaya banjir saat musim penghujan adalah Hidrograf Satuan Terukur (HST). Dalam pembuatan HST diperlukan data-data primer DAS seperti data curah hujan, data aliran dan data tentang DAS, sehingga untuk pemecahan masalah ini akan lebih akurat dan komprehensif.

## **2. TINJAUAN PUSTAKA**

### **2.1. Siklus Hidrologi**

Hidrologi adalah ilmu yang berkaitan dengan air yang ada di bumi, yaitu kejadian, sirkulasi dan penyebaran, sifat-sifat fisik dan kimiawi serta reaksinya terhadap lingkungan, termasuk hubungannya dengan kehidupan (makhluk hidup). Ruang lingkup hidrologi mencakup bagian-bagian dari bidang yang berhubungan langsung dengan perencanaan, perancangan, dan pemanfaatan air. Siklus hidrologi menurut Sosrodarsono (2006) adalah air yang menguap ke udara dari permukaan tanah dan laut, berubah menjadi awan sesudah melalui beberapa proses dan kemudian jatuh sebagai hujan atau

salju ke permukaan laut atau daratan. Sedangkan siklus hidrologi menurut Soemarto (1987) adalah gerakan air laut ke udara, yang kemudian jatuh ke permukaan tanah lagi sebagai hujan atau bentuk presipitasi lain, dan akhirnya mengalir ke laut kembali.

## 2.2. Siklus Limpasan

Siklus limpasan menurut Hoyt (Harto, 2000) dijelaskan sebagai berikut :

### 2.2.1. Fase I (Akhir musim kemarau)

Selama musim kemarau, diandaikan sama sekali tidak terjadi hujan. Hal ini berarti tidak ada masukan kedalam DAS. Proses hidrologi yang terjadi seluruhnya merupakan keluaran dari DAS yaitu aliran antara, aliran dasar, dan penguapan. Penguapan terjadi pada semua permukaan yang lembab. Dengan demikian penguapan terjadi hampir di seluruh permukaan DAS. Khususnya di permukaan lahan, apabila satu lapisan telah 'kering', maka penguapan terus terjadi dengan penguapan lapisan bawahnya. Dengan demikian maka lapisan tanah di atas akifer menjadi kering, atau nilai SMD semakin besar. Dalam fase ini, limpasan sama sekali tidak ada, sehingga aliran sungai sepenuhnya bersumber dari pengatusan (*drain*) dari akifer, khususnya sebagai aliran dasar (*baseflow*). Dengan demikian, karena tidak ada hujan, berarti tidak ada infiltrasi dan perkolasi, maka tidak ada penambahan air ke dalam akifer. Akibatnya muka air (tampungan air) dalam akifer menyusut terus, yang menyebabkan penurunan debit aliran dasar. Keadaan ini nampak pada sumur-sumur dangkal (*unconfined aquifer*), yang menunjukkan penurunan muka air. Debit aliran dasar sangat ditentukan oleh potensi akifer dan besarnya masukanya melalui infiltrasi.

### 2.2.2. Fase II (Awal musim hujan)

Dalam fase ini diandaikan keadaannya pada awal musim hujan, dan diandaikan hujan masih relatif sedikit. Dengan andaian ini beberapa keadaan dalam sistem dapat terjadi. Hujan yang terjadi sebagian ditahan oleh tanaman (pohon-pohonan) dan bangunan sebagai air yang terintersepsi (*interception*). Dengan demikian dapat terjadi jumlah air hujan masih belum terlalu besar untuk mengimbangi kehilangan air intersepsi. Di sisi lain, air hujan yang jatuh di permukaan lahan, sebagian besar terinfiltrasi, karena lahan dalam keadaan sangat kering. Dengan demikian diperkirakan bagian air hujan yang mengalir sebagai aliran permukaan dan limpasan masih kecil, yang sangat besar kemungkinannya inipun masih akan tertahan dalam tampungan-tampungan cekungan (*depression storage*) yang selanjutnya akan diuapkan kembali atau sebagian terinfiltrasi. Oleh sebab itu sumbangan limpasn-limpasan permukaan (*surface runoff*) masih sangat kecil (belum ada), sehingga belum nampak pada perubahan cepat muka air di sungai. Selain itu, air yang terinfiltrasi pun juga tidak banyak, yang mungkin baru cukup untuk 'membasahi' lapisan atas tanah. Dengan pengertian lain, air yang terinfiltrasi masih digunakan oleh tanah untuk mengurangi SMD-nya, sehingga belum banyak air yang diteruskan ke bawah (perkolasi). Dengan demikian maka potensi akifer belum berubah, maka aliran yang dapat dihasilkan sebagai aliran dasar juga belum berubah.

### 2.2.3. Fase III (Pertengahan musim hujan)

Dalam periode ini diandaikan hujan sudah cukup banyak, sehingga kehilangan air akibat intersepsi sudah tidak ada lagi (karena sudah terimbangi oleh 'stemflow' dst). Dengan demikian pula tampungan cekungan (*depression storage*) telah terpenuhi, sehingga air hujan yang jatuh diatas lahan, dan mengalir sebagai 'overland flow', kemudian mengisi tampungan cekungan diteruskan menjadi limpasan (*run off*) yang selanjutnya ke sungai. Dengan demikian maka akan terjadi perubahan muka air secara jelas, yaitu dengan naiknya permukaan sungai akibat hujan. Kenaikan yang relatif cepat ini disebabkan

karena pengaruh limpasan permukaan. Bagian air hujan yang terinfiltrasi, karena diandaikan lapisan-lapisan tanah telah mencapai kapasitas lapangan, maka masukan air ke dalam tanah akan diteruskan baik sebagai aliran antara (*interflow*) nmaupun komponen aliran vertikal (*percolation*) yang kan menambah tampungan air tanah (*ground water storage/aquifer*). Akibat penambahan potensi air tanah ini maka muka air tanah akan naik (terutama yang namapk di akifer bebas), dan aliran air tanah juga akan bertambah sehingga terjadi penambahan debit aliran sungai. Keadaan semacam ini berlanjut sampai akhir musim hujan.

#### **2.2.4. Fase IV (Awal musim kemarau)**

Periode ini mengandaikan keadaan di awal musim kemarau, sehingga hujan sudah tidak ada lagi. Dalam keadaan ini maka kembali ke dalam sistem DAS tidak ada lagi masukan (hujan). Yang ada adalah keluaran, baik sebagai penguapan maupun keluaran air pengatusan dari akifer.

### **2.3. Presipitasi**

Presipitasi adalah istilah umum untuk menyatakan uap air yang mengkondensasi dan jatuh dari atmosfer ke bumi dalam segala bentuknya dalam rangkaian siklus hidrologi (Suripin, 2004). Sedangkan menurut Sosrodarsono (1976) presipitasi adalah nama umum dari uap yang mengkondensasi dan jatuh ke tanah dalam rangkaian proses siklus hidrologi, biasanya jumlah selalu dinyatakan dengan dalamnya prespitasi (mm). Jika uap air yang jatuh berbentuk cair disebut hujan (*rainfall*) dan jika berbentuk padat disebut salju (*snow*).

### **2.4. Transformasi Aliran**

Menurut Soemarto (1987), dalam proses pengalihragaman hujan menjadi aliran ada beberapa karakteristik hujan yang perlu diperhatikan yaitu intensitas hujan, durasi, kedalaman hujan, frekuensi dan luas daerah pengaruh hujan.

### **2.5. Hidrometri**

Hidrometri secara umum diartikan sebagai ilmu yang mempelajari cara-cara pengukuran air, atau cabang ilmu (kegiatan) pengukuran air atau pengumpulan data dasar bagi analisis hidrologi. Stasiun hidrometri merupakan tempat di sungai yang dijadikan tempat pengukuran debit sungai, maupun unsur-unsur aliran lainnya (Harto, 2000). Dalam penempatan atau pemilihan stasiun hidrometri terdapat dua pertimbangan yang perlu diperhatikan, yaitu jaringan hidrologi di seluruh DAS, dan kondisi lokasi yang harus memenuhi syarat tertentu.

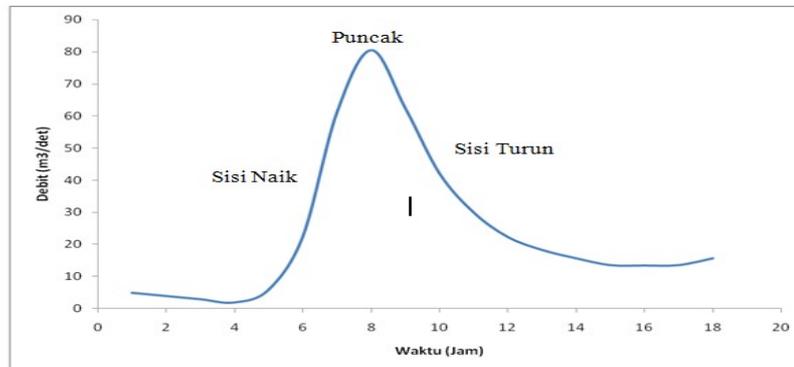
### **2.6. Liku Kalibrasi (*Rating Curve*)**

Liku kalibrasi (*rating curve*) adalah hubungan grafis antara tinggi muka air dan debit. Liku kalibrasi dapat diperoleh dengan sejumlah pengukuran yang terencana, dan mengkorelasikan dua variabel yaitu tinggi muka air dan debit sungai di suatu titik kontrol. Menurut Harto (2000) umumnya untuk memudahkan pemakaian liku kalibrasi selanjutnya, dikehendaki liku kalibrasi yang berupa garis lurus, yaitu dengan menggambarkan kedua variabel tersebut di atas kertas logaritmik.

### **2.7. Hidrograf**

Menurut Sosrodarsono (1976) hidrograf merupakan diagram yang menggambarkan variasi debit atau permukaan air menurut waktu. Kurva itu memberikan gambaran mengenai berbagai kondisi yang ada di daerah itu secara bersama-sama. Jadi kalau

karakteristik daerah aliran itu berubah, maka bentuk hidrograf pun berubah. Beberapa macam hidrograf yaitu hidrograf muka air (*stage hydrograph*), hidrograf debit (*discharge hydrograph*), dan hidrograf sedimen (*sediment hydrograph*). Pada dasarnya hidrograf terdiri dari tiga bagian pokok, yaitu sisi-naik, puncak, dan sisi-resesi/turun, hal ini dapat dilihat pada Gambar 1



Gambar 1. Gambar Hidrograf

Bentuk hidrograf dapat ditandai dengan tiga sifat pokoknya, yaitu waktu naik (*time of rise*), debit puncak (*peak discharge*), dan waktu dasar (*base time*). Hidrograf merupakan sifat tanggapan DAS terhadap masukan hujan dengan intensitas, lama, dan agihan tertentu. Dengan demikian dapat diketahui bahwa untuk setiap masukan yang berbeda akan menghasilkan keluaran yang berbeda pula.

## 2.8. Pemisahan Komponen Aliran

Pada dasarnya aliran sungai selalu terdiri dari tiga komponen aliran, yaitu limpasan permukaan, aliran antara, dan aliran dasar. Dengan andaian hidrograf hanya terdiri dari dua komponen saja, yaitu limpasan langsung dan aliran dasar. Beberapa cara pemisahan aliran dasar yang banyak digunakan sebagai berikut:

### 1. Fixed Base Length Method

Prosedur pemisahan aliran dasar ini berdasarkan pengertian bahwa limpasan permukaan akan berakhir sesudah waktu tertentu, dihitung dari puncak hidrograf (*time base* dari *direct runoff* relatif konstan)

### 2. Cara "garis lurus" (*Straight Line Method*)

Cara ini paling sederhana, yaitu dengan cara menghubungkan titik dimana limpasan permukaan mulai terjadi dengan titik pemisah aliran dasar pada kurva resesi.

### 3. Variable Slope Method

Pendapat yang dipakai bahwa aliran dasar (*base flow*) akan memberi sumbangan pada periode resesi dari harga puncaknya yaitu pada suatu titik di bawah titik peralihan (*inflection point*), sedang kurva resesi yang terjadi sebelumnya diteruskan sampai di bawah puncak hidrograf.

## 2.9. Hidrograf Satuan

Sherman (1932, dalam Harto 1993) mengemukakan bahwa dalam suatu sistem DAS terdapat satu sifat khas yang menunjukkan sifat tanggapan DAS terhadap suatu masukan tertentu. Tanggapan ini diandaikan tetap untuk masukan dengan besaran dan penyebaran tertentu. Tanggapan yang demikian dalam konsep model hidrologi dikenal sebagai hidrograf satuan (*unit hydrograph*). Hidrograf satuan adalah hidrograf limpasan langsung (*direct runoff hydrograph*) yang dihasilkan oleh hujan mangkus yang terjadi merata di seluruh DAS dan dengan intensitas tetap dalam satu satuan waktu yang ditetapkan.

Hidrograf satuan dianggap merupakan hidrograf khas untuk suatu DAS tertentu, misalnya untuk hujan dengan kedalaman 1 mm (atau kedalaman lain yang ditetapkan). Tidak pernah terdapat petunjuk tentang berapa jumlah kasus yang diperlukan untuk memperoleh hidrograf satuan ini. Harto (1989) menunjukkan bahwa makin sedikit jumlah kasus banjir yang digunakan, makin besar nilai debit puncak yang diperoleh dibandingkan dengan jumlah kasus banjir yang banyak. Hidrograf satuan mempunyai dua andaian pokok, yaitu hidrograf satuan ini ditimbulkan oleh hujan yang terjadi merata di seluruh DAS (*spatially evenly distributed*), dan hidrograf satuan ini ditimbulkan oleh hujan yang terjadi merata selama waktu yang ditetapkan (*constant intensity*).

Selain itu, konsep hidrograf satuan juga didasarkan pada tiga buah landasan pemikiran (*postulates*) yaitu ordinat hidrograf satuan sebanding dengan volume hujan yang menimbulkannya (*linear system*), tanggapan DAS tidak tergantung dari waktu terjadinya masukan (*line invariant*), dan waktu dari puncak hidrograf satuan sampai akhir hidrograf limpasan langsung selalu tetap. Untuk memperoleh hidrograf satuan dari suatu kasus banjir, maka diperlukan data sebagai berikut ;

1. Rekaman AWLR
2. Pengukuran debit yang cukup
3. Data hujan biasa (*manual*), dan
4. Data hujan otomatis

Hidrograf satuan untuk suatu DAS yang diturunkan dengan perata-rataan sejumlah hidrograf satuan yang berbeda, memberikan hidrograf satuan yang berbeda pula.

#### **2.10. Perhitungan Curah Hujan Rata-rata**

Dalam perhitungan debit di DAS, curah hujan yang jatuh dalam suatu DAS biasanya rata-rata dengan tujuan mempermudah proses perhitungan. Ada 3 metode yang biasanya dipakai dalam perhitungan hujan rata-rata di daerah aliran sungai, yaitu metode Aritmatik, metode Polygon Thiessen, metode Isohyet.

#### **2.11. Analisis Statistik**

Dalam menganalisa data hidrologi seperti data hujan dan data debit, seseorang harus menguasai perhitungan dasar statistik. Perhitungan-perhitungan tersebut meliputi perhitungan nilai rata-rata, Standar Deviasi, Koefisien kemencengan, Koefisien Kurtosis.

#### **2.12. Analisis Frekuensi**

Analisis frekuensi dalam hidrologi sendiri didefinisikan sebagai perhitungan atau peramalan suatu peristiwa hujan atau debit yang menggunakan data historis dan frekuensi kejadiannya. Metode yang sering digunakan untuk analisis frekuensi dalam hidrologi adalah metode Gumble, metode Distribusi Log Pearson III, metode Distribusi normal, dan metode Log normal.

#### **2.13. Analisis Debit Banjir**

Analisis debit banjir digunakan untuk menentukan besarnya debit banjir rencana pada suatu DAS. Debit banjir rencana merupakan debit banjir maksimum rencana pada sungai atau saluran alamiah dengan periode ulang tertentu yang dapat dialirkan tanpa membahayakan lingkungan sekitar dan stabilitas sungai. Metode hidrograf satuan banyak digunakan untuk banjir rancangan. Metode ini relatif sederhana, mudah penerapannya, tidak memerlukan data yang kompleks dan memberikan hasil rancangan yang teliti. Untuk masing-masing kasus banjirditurunkan hidrograf satuannya. Hidrograf satuan yang

dianggap dapat mewakili DAS yang ditinjau adalah hidrograf satuan rerata yang diperoleh dari beberapa kasus banjir tersebut.

### 3. METODE PENELITIAN

#### 3.1. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini akan dilakukan di bagian hulu anak sungai Way Besai yaitu Sungai Air Anak yang berada di Dusun Talang Bandung Desa Sindang Pagar Kecamatan Sumber Jaya, Lampung Barat.

#### 3.2. Data Yang Digunakan

Data-data yang perlu dalam penelitian ini adalah data primer berupa data curah hujan otomatis yang terdapat pada Sub DAS Way Besai bagian hulu, data penampang melintang sungai (*cross section*), data ketinggian muka air baik yang tercatat secara manual maupun yang terekam pada AWLR (*Automatic Water Level Recorder*), data kecepatan aliran sungai, data karakteristik Sub DAS Anak Way Besai.

#### 3.3. Alat-Alat Yang Digunakan

Alat-alat yang digunakan selama penelitian ini antaralain alat penakar hujan otomatis type *tipping bucket*, alat pengukur tinggi muka air otomatis atau AWLR (*Automatic Water Level Recorder*), *peilscale* (meteran kayu), cat, *current meter*, meteran, pipa PVC solid.

#### 3.4. Pelaksanaan Penelitian

Metode-metode yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pengumpulan data curah hujan yang didapat dari alat penakar hujan otomatis tipe *tipping bucket*.
2. Pengumpulan data tinggi muka air baik secara manual atau secara otomatis yang terekam pada AWLR
3. Pengumpulan data kecepatan aliran sungai dengan menggunakan *current meter*
4. Pengukuran penampang melintang sungai
5. Pembuatan liku kalibrasi (*rating curve*). Liku kalibrasi dapat diperoleh dengan sejumlah pengukuran yang terencana dan pembuatannya dilakukan dengan cara mencari hubungan antara tinggi muka air dengan debit. Dan mencari persamaan hubungan antara tinggi muka air dengan debit.
6. Pengalihragaman hidrograf tinggi muka air (*stage hydrograph*) menjadi hidrograf aliran (*discharge hydrograph*) dengan liku kalibrasi.
7. Pemisahan komponen aliran dasar dengan pendekatan cara ‘garis lurus’ (*straight line method*), sehingga didapatkan hidrograf limpasan langsung (HLL). Pemisahan aliran dasar dengan menggunakan cara ‘garis lurus’ atau *straight line method* dilakukan dengan penarikan garis aliran dasar dimulai dari saat hidrograf aliran naik dan berpotongan pada akhir resesi.
8. Menghitung curah hujan efektif atau sering dinyatakan dengan indeks phi.
9. Menghitung dan membuat ordinat hidrograf satuan masing-masing hidrograf banjir.
10. Membuat hidrograf satuan terukur rata-rata dari hidrograf satuan yang ada, sehingga didapatkan Hidrograf Satuan Terukur (HST).
11. Menghitung debit banjir yang didapatkan dari Hidrograf Satuan Terukur (HST).

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1. Umum

Pembahasan hasil penelitian ini secara umum dibagi menjadi 7 (tujuh), yaitu data yang tersedia, pembuatan liku kalibrasi, pemilihan hidrograf banjir, pembuatan Hidrograf Satuan Terukur (HST), perataan HST, analisis HST, dan menentukan debit banjir.

### 4.2. Data Yang Tersedia

Data yang digunakan selama penelitian ini adalah data curah hujan otomatis, data kecepatan aliran, data penampang melintang sungai, data luas DAS, dan data tinggi muka air baik itu otomatis maupun manual.

#### 4.2.1. Data Curah Hujan

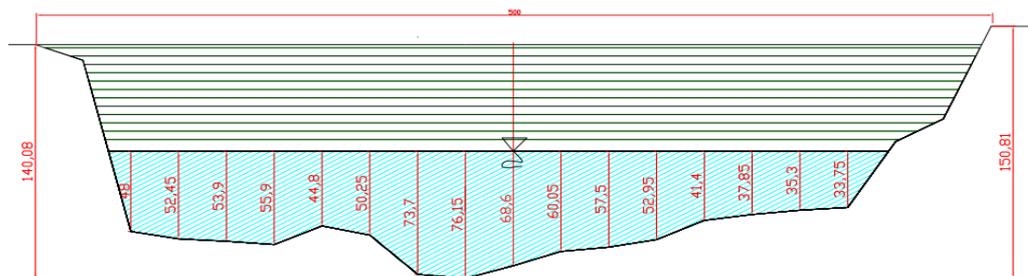
Data curah hujan diperoleh dari alat penakar hujan tipe *tipping bucket* yang diletakkan pada Sub DAS Way Besai tepatnya di Sungai Air Anak dan Sungai Talang Bandung yang berada di Dusun Sindang Pagar Desa Talang Bandung Kecamatan Sumber Jaya, Lampung Barat. Alat penakar hujan ini ditempatkan mulai tanggal 11 Januari 2015.

#### 4.2.2. Data Kecepatan Aliran

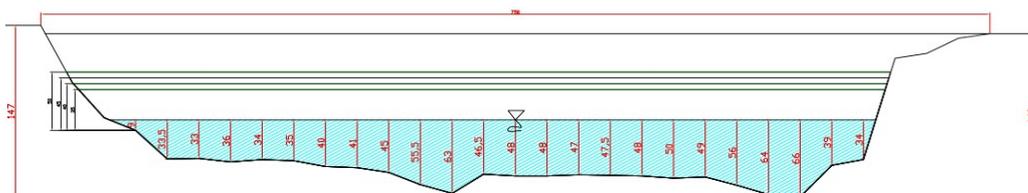
Untuk data kecepatan aliran dilakukan pengukuran pada saat kejadian banjir yang terjadi atau saat hujan dengan intensitas yang cukup besar. Data kecepatan aliran (yang diperoleh dari pengukuran di lapangan dengan alat *current meter*).

#### 4.2.3. Data Penampang Melintang Sungai

Pengukuran penampang melintang sungai dilakukan dengan cara sederhana menggunakan meteran dan tali. Pengukuran dilakukan perjarak 25cm untuk mendapatkan bentuk penampang sungai yang teliti. Dan pengukuran ini dilakukan pada saat kondisi das tidak banjir atau tidak ada hujan, untuk menghindari kesulitan saat pengukuran penampang melintang sungai maka pengukuran ini dilakukan saat cuaca cerah untuk menghindari adanya banjir kiriman. Penampang sungai untuk sub DAS Wai Besai yaitu Sungai Air Anak ditunjukkan pada Gambar 2, sedangkan untuk penampang sungai sub DAS Wai Besai yaitu Sungai Talang Bandung ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 2. Penampang Melintang DAS Air Anak



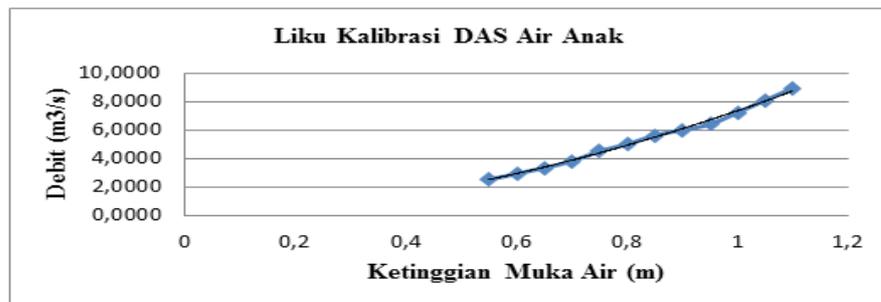
Gambar 3. Penampang Melintang DAS Talang Bandung

#### 4.2.4. Data Tinggi Muka Air

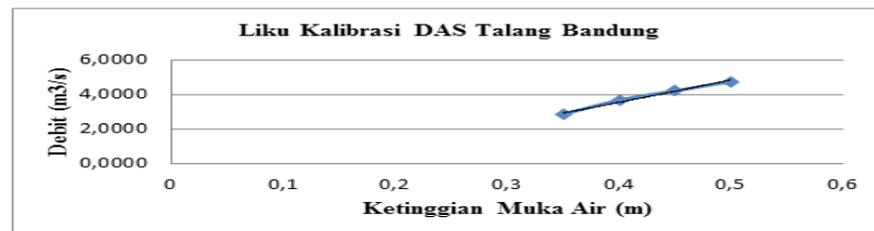
Data tinggi muka air dilakukan pencatatan baik secara manual maupun otomatis, hal ini supaya ada perbandingan antara pencatatan secara manual dengan yang otomatis dan juga untuk mengkalibrasi pencatatan secara otomatis kedalam keadaan yang sebenarnya yang sesuai dengan pencatatan manual. Pencatatan data tinggi muka air secara manual untuk daerah Sungai DAS Sungai Air Anak dan Sungai DAS Sungai Talang Bandung dilakukan sejak bulan Januari 2015.

#### 4.3. Pembuatan Liku Kalibrasi

Pembuatan liku kalibrasi ini diperlukan untuk mengubah data tinggi muka air yang didapat menjadi data debit. Data yang diperlukan untuk membuat suatu liku kalibrasi adalah data kecepatan aliran, tinggi muka air dan data penampang melintang sungai. Pembuatan liku kalibrasi dilakukan untuk setiap DAS yaitu liku kalibrasi untuk DAS Air Anak dan liku kalibrasi untuk DAS Talang Bandung. Debit yang dihasilkan untuk membuat liku kalibrasi adalah hasil dari perkalian luas penampang sungai dengan kecepatan aliran sungai. Grafik liku kalibrasi untuk kedua DAS dapat dilihat pada Gambar 4 dan Gambar 5.



Gambar 4. Liku kalibrasi DAS Air Anak



Gambar 5. Liku kalibrasi DAS Talang Bandung

#### 4.4. Pemilihan Hidrograf Banjir

Hidrograf banjir yang tercatat selama penelitian baik secara manual maupun secara otomatis tidak semua dapat digunakan untuk mengolah data selanjutnya, hal ini dikarenakan harus adanya sinkronisasi antara waktu pencatatan data tinggi muka air dengan pencatatan data hujan yang tercatat dalam *tipping bucket*. Pemilihan hidrograf banjir juga harus disesuaikan dengan kejadian hujan yang terjadi, adakalanya AWLR mencatat adanya kejadian banjir akan tetapi *tipping bucket* tidak mencatat kejadian hujan atau hanya mencatat terjadinya hujan yang kecil dan tidak memungkinkan terjadinya banjir. Hal ini mungkin terjadi ketika banjir yang tercatat dalam AWLR merupakan banjir kiriman yang berasal dari hulu sungai, dan tidak meratanya hujan yang terjadi.

#### 4.5. Pembuatan Hidrograf Satuan Terukur

Hidrograf satuan terukur dibuat berdasarkan data terukur yang diambil pada masing-masing lokasi yang ditentukan. Langkah-langkah yang diambil untuk membuat hidrograf satuan terukur adalah sebagai berikut:

1. Data tinggi muka air yang diambil dari AWLR dan dibandingkan dengan data yang didapat dari pengamatan langsung menggunakan *peilscale* dijadikan ke dalam satuan meter.
2. Pembuatan Liku kalibrasi untuk kedua DAS.
3. Pengalihragaman hidrograf tinggi muka air (*stage hydrograph*) menjadi hidrograf aliran (*discharge hydrograph*) dengan liku kalibrasi.
4. Pemilihan hidrograf banjir untuk kedua DAS
5. Menentukan *base flow* dengan pendekatan cara 'garis lurus' (*straight line method*).
6. Menghitung hidrograf limpasan langsung yang didapat dari pengurangan debit aliran dengan *base flow*.
7. Menghitung volume limpasan langsung dan menentukan indeks infiltrasi.
8. Indeks infiltrasi dipakai untuk menghitung hujan efektif.
9. Menghitung dan membuat hidrograf satuan terukur .
10. Meratakan hidrograf satuan terukur
11. Menentukan debit banjir.

#### 4.6. Perataan Hidrograf Satuan Terukur (HST)

Dari beberapa hidrograf satuan terukur yang terbentuk untuk setiap periode waktu baik pada DAS Air Anak maupun DAS Talang Bandung, dibuat hidrograf rata-ratanya yang dapat dianggap mewakili masing-masing DAS tersebut dengan cara perataan yang sederhana.

#### 4.7. Analisis Hidrograf Satuan Terukur (HST)

Analisa yang dilakukan terhadap hidrograf satuan terukur yang didapat adalah debit puncak, waktu dasar, waktu mencapai puncak, dan pola hidrograf.

##### a. Debit Puncak

Debit puncak yang didapat dari beberapa hidrograf satuan terukur mempunyai variasi yang berbeda-beda. Baik itu hidrograf yang didapat pada DAS Air Anak dengan bagian pada DAS Talang Bandung. Pada bagian DAS Talang bandung debit puncak yang didapat relatif lebih besar dibandingkan dengan debit puncak pada DAS Air anak.

##### b. Waktu dasar

Waktu dasar untuk kedua DAS mempunyai perbedaan yang tidak terlalu jauh. Pada DAS Air Anak waktu dasar yang terpanjang mencapai 960 menit, waktu dasar yang terpendek hanya 180 menit. Untuk DAS Talang Bandung waktu dasar lebih besar sedikit dari DAS Air Anak, dimana waktu dasar yang terpendek hanya 300 menit sedangkan untuk waktu dasar yang terpanjang mencapai 1020 menit.

##### c. Waktu mencapai puncak

Untuk waktu mencapai puncak dari beberapa hidrograf satuan terukur yang didapat berada pada waktu kedua yaitu pada waktu 100 menit, 90 menit dan 120 menit (2 jam) setelah terjadinya kenaikan air.

d. Pola hidrograf

Letak DAS Air Anak berada pada DAS Talang Bandung, sehingga mempunyai respon DAS yang hampir sama yaitu daerah pengaliran dan kondisi topografi dalam daerah pengaliran.

#### 4.8. Analisis Hidrograf Banjir

Untuk hidrograf banjir yang ada pada DAS Air Anak dan DAS Talang Bandung didapat dari unit hidrograf satuan rata-rata jam-jaman dan analisis hidrologi. Data hujan yang didapat dari tahun 1990-2000, dan setelah dihitung menggunakan analisis hidrologi maka didapat hujan rancangan untuk kala ulang 2 tahun, 5 tahun, 10 tahun, 25 tahun, 100 tahun dan 200 tahun. Debit banjir dihitung pada hujan kala ulang 2, 5, 10 dan 25 tahun. Untuk pembagian hujan efektif jam-jaman selama durasi 4 jam, debit banjir digunakan pada 0-1 jam 55 %, 1-2 jam 20 %, 2-3 jam 15 %, dan 3-4 jam 10 % dengan koefisien pengaliran sebesar 0,8 karena termasuk daerah perbukitan.

$$\text{Hujan efektif (mm)} = (\text{durasi jam-jaman} \times \text{Hujan kala ulang} \times 0,8)$$

#### 5. KESIMPULAN

Karakteristik Hidrograf Satuan Terukur (HST) DAS Talang Bandung dan DAS Air Anak pada periode waktu 10 menit, 20 menit, 30 menit dan 60 menit. Untuk periode waktu 60 menit HST DAS Air Anak dan DAS Talang Bandung yaitu mempunyai debit puncak rata-rata ( $Q_p$ ) sebesar  $0,340 \text{ m}^3/\text{det}$  dan  $0,394 \text{ m}^3/\text{det}$ , waktu menuju puncak ( $T_p$ ) sama yaitu pada 60 menit kedua (120 menit), dan waktu dasarnya ( $T_b$ ) selama 560 dan 660 menit. Untuk waktu dasar terpanjang adalah 960 dan 1020 menit, dan waktu terpendek adalah 180 dan 300 menit. Sedangkan debit puncak terbesar adalah  $0,769 \text{ m}^3/\text{det}$  dan  $0,706 \text{ m}^3/\text{det}$ . Untuk DAS Air Anak debit banjir puncaknya meliputi untuk kala ulang 2 tahun, 5 tahun, 10 tahun, dan 25 tahun adalah sebesar  $10,039 \text{ m}^3/\text{d}$ ,  $13,119 \text{ m}^3/\text{d}$ ,  $14,894 \text{ m}^3/\text{d}$ , dan  $16,832 \text{ m}^3/\text{d}$ . Sedangkan untuk DAS Talang Bandung debit banjir puncaknya adalah sebesar  $11,945 \text{ m}^3/\text{d}$  untuk kala ulang 2 tahun,  $15,607 \text{ m}^3/\text{d}$  untuk kala ulang 5 tahun, untuk kala ulang 10 tahun  $17,716 \text{ m}^3/\text{d}$  dan  $20,179 \text{ m}^3/\text{d}$  untuk kala ulang 25 tahun.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Arsyad, Sitanala, 2006, *Konservasi Tanah dan Air*. Bandung: Penerbit IPB (IPB Press)
- Asdak, C., 2002, *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- Harto Br, Sri, 1989, *Kecenderungan Penyimpangan Dalam Penetapan Jumlah Hidrograf Satuan*. Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- Harto Br, Sri, 1993, *Analisis Hidrologi*, P.T Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Harto Br, Sri, 2000, *Hidrologi (Teori, Masalah dan Penyelesaiannya)*. Nafiri Offset, Yogyakarta.
- Soemarto, CD., 1987, *Hidrologi Teknik*. Usaha Nasional, Surabaya.
- Sosrodarsono, Suyono, 1976, *Hidrologi untuk Pengairan, Association for International Technical Promotion*, Jakarta.
- Sosrodarsono, Suyono, 2006, *Hidrologi Untuk Pengairan*. P.T. Paradnya Paramita. Jakarta.
- Suripin, 2004, *Sistem Drainase Yang Berkelanjutan*. UNDIP Semarang.

