

**ANALISIS HIDROGRAF SATUAN TERUKUR (HST)
SUB DAS WAY BESAI**

(Skripsi)

Oleh

MEGA ASTRIYANA



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2016**

ABSTRACT

MEASURED UNIT HYDOGRAPH ANALYSIS SUB CATCHMENT AREA OF WAY BESAI

By

MEGA ASTRIYANA

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 Besay'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 researc 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 efektifive rainfal 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

ANALISIS HIDROGRAF SATUAN TERUKUR (HST) SUB DAS WAY BESAI

**Oleh
MEGA ASTRIYANA**

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 disetiap 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.

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

**ANALISIS HIDROGRAF SATUAN TERUKUR (HST)
SUB DAS WAY BESAI**

**Oleh
MEGA ASTRIYANA**

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mencapai Gelar
Sarjana Teknik**

Pada

**Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Lampung**



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2016**

Judul Skripsi : **ANALISIS HIDROGRAF SATUAN TERUKUR (HST) SUB DAS WAY BESAI**

Nama Mahasiswa : **Mega Astriyana**

Nomor Pokok Mahasiswa : 1115011063

Program Studi : S1 Teknik Sipil

Fakultas : Teknik



1. **Komisi Pembimbing**

Dr. Dyah Indriana.K., S.T, MSc
NIP. 196912191995122001

Ofik Taufik Purwadi, S.T., M.T.
NIP. 197007242000031002

2. **Ketua Jurusan Teknik Sipil**

Gatot Eko Susilo, S.T., M. Sc., Ph.D
NIP.197009151995031006

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua

: **Dr. Dyah Indriana.K., S.T., Msc.**

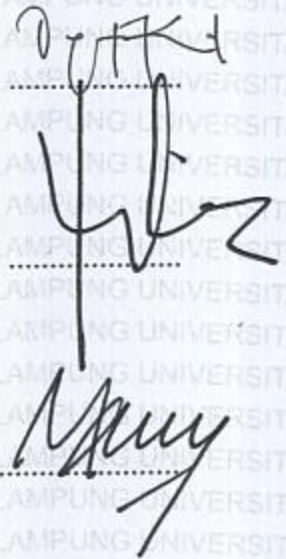
Sekretaris

: **Ofik Taufik-Purwadi, S.T., M.T.**

Penguji

Bukan Pembimbing

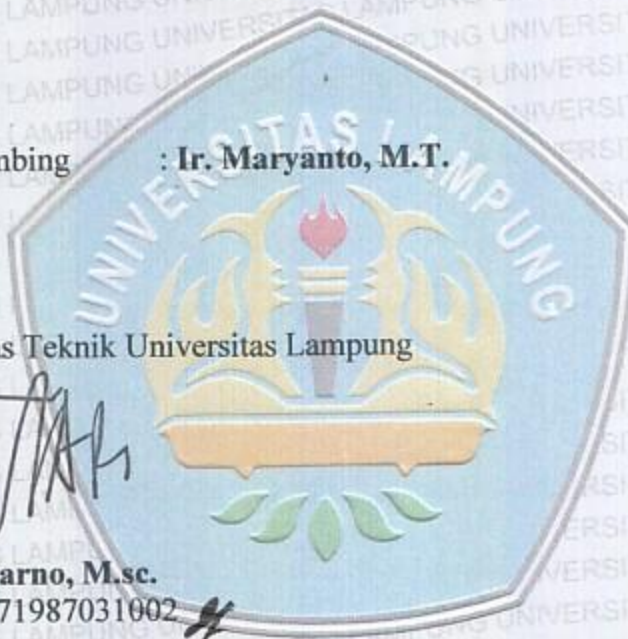
: **Ir. Maryanto, M.T.**



2. Dekan Fakultas Teknik Universitas Lampung

Prof. Dr. Suharno, M.sc.

NIP. 196207171987031002



Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 11 Mei 2016

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini menyatakan dengan sebenarnya bahwa :

1. Skripsi dengan judul Analisis Hidrograf Satuan Terukur (HST) Sub DAS Way Besai adalah karya saya sendiri dan saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan atas karya penulis lain dengan cara yang tidak sesuai tata etika ilmiah yang berlaku dalam masyarakat akademik atau yang disebut plagiarisme.
2. Hak intelektual atas karya ilmiah ini diserahkan sepenuhnya kepada Universitas Lampung.

Atas pernyataan ini, apabila dikemudian hari ternyata ditemukan adanya ketidakbenaran, saya bersedia menanggung akibat dan sanksi yang diberikan kepada saya dan saya sanggup dituntut sesuai hukum yang berlaku.

Bandar Lampung, Mei 2016

Pembuat Pernyataan



Mega
Mega Astriyana

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di 29 Banjarsari pada tanggal 4 Mei 1992.

Penulis merupakan putri dari pasangan Bapak Musripan dan Ibu Sariyem, anak kedua dari tiga bersaudara.

Dengan rahmat Allah SWT penulis menyelesaikan pendidikan di Taman Kanak-kanak Darma Wanita Metro Utara Kota Metro pada tahun 1998, pendidikan Sekolah Dasar Madrasah Ibtidayah Metro (MIM) 29 Banjarsari pada tahun 2004, Sekolah Menengah Pertama Negeri 6 Metro pada tahun 2007, dan Sekolah Menengah Atas Negeri 3 Metro tahun 2010. Terakhir Penulis tercatat sebagai mahasiswa Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Sipil Universitas Lampung melalui Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN) Jalur Tertulis pada tahun 2011.

Pada tahun 2014, penulis melakukan Kerja Praktek di Proyek Pembangunan Gedung E IBI Darmajaya Bandar Lampung selama 3 bulan. Penulis juga telah melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di desa Margerejo, Kecamatan Padangcermin, Kabupaten Pesawaran selama 40 hari pada periode II tahun 2014. Penulis mengambil tugas akhir dengan judul Analisis Hidrograf Satuan Terukur Sub DAS Way Besai..

Selama menjalani perkuliahan penulis pernah menjadi Analisa Struktur II tahun 2013 dan 2014, Asisten Mekanika Bahan tahun 2013 dan 2014 dan Asisten Irigasi pada tahun 2016. Selama menjadi mahasiswa penulis aktif dalam organisasi Litbang Himpunan Mahasiswa Teknik Sipil (HIMATEKS) periode tahun 2012-2013.

MOTTO

88Ur...z1tvxr}r1|vt^}z‡r€1(Er€x1‡v}ry1|
r^1}r}^z1=1
Ur...z1|vxrxr}r€1(Er€x1tv}r}^1|r^1‡v~^z
=1
Ur...z1tvxr}r1u, r1(Er€x1|r^1}rwrt|r€=1
av...tr(Er}ry1~z~fz1ur€1|vz€xz€r€~^1r|r
€1€(Er‡r1~v€xyr~fz...z?1
\\r...€r1^tryr1‡zur|1fv...€ry1r|r€1~v€xyz
r€r‡z1yrtz}881

*‘Dari kekurangan dan kelebihanmu
kebaikan dan keburukanmu
Keluargamulah satu-satunya yang menerimamu
apa adanya’*

SEBUAH KARYA KECIL INI KUPERSEMBAHKAN PADA
KHUSUSNYA KEDUA ORANG TUAKU BAPAK MUSRIPAN DAN
IBU SARIYEM DAN JUGA KAKEK SAYA (ALM. MBAH
SANWARDI) ATAS DOA DAN SEMANGATNYA.

*TERIMAKASIH
PENCIPTAKU (ALLAH SWT)
TERIMAKASIH
BAPAK IBUKU
TERIMAKASIH ALM. MBAHKU
Kalianlah Alasanku Aku Begini
Seandainya kalian tau, usaha yang aku lakukan,
Jatuh bangun dari kesulitan yang kulalui, doa kalianlah, keringat kalianlah
yang bisa membuatku sekarang meraih gelar ini.
Harus bertahan untuk walau terkadang amat terasa sulit
SEMOGA doa usaha keringatmu mampu mewujudkan segala mimpiku .
Doaku 'semoga aku selalu bisa membahagiakan mereka'*

*Kakakku Sri ambar Wati, Adikku Muhammad Febri dan keluargaku
tersayang
Terimakasih atas doa, perhatian dan pengertiannya.
Sahabat-sahabatku, yang telah memberiku inspirasi untuk selalu optimis
dan percaya diri,
dan Almamater tercinta.
Tanpa kalian semua, karya ini mungkin hanya ada dalam angan
I Love You..*

SANWACANA

Alhamdulillah Robbil 'Alamin, puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas berkat dan karuniaNya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini sesuai dengan yang diharapkan.

Melalui kesempatan ini, Penulis hendak mengucapkan terima kasih yang tak terhingga kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan moril, maupun spiritual. Banyak pengalaman dan masukan yang didapat Penulis dalam menyelesaikan penelitian ini, baik hal-hal yang bersifat mendidik dan kritikan yang berguna bagi Penulis.

Dengan teriring salam dan doa serta ucapan terima kasih yang tak terhingga Penulis sampaikan kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Suharno, M.sc., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Lampung.
2. Bapak Gatot Eko Susilo, S.T., M. Sc., Ph.D selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik, Universitas Lampung.
3. Ibu Dr. Dyah Indriana. K., S.T., M.Sc., selaku dosen pembimbing I, yang telah banyak memberikan bimbingan, nasehat dan banyak ilmu tentang dunia Teknik Sipil serta bantuannya dalam penyusunan skripsi ini.

4. Bapak Ofik Taufik, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing II yang banyak memberikan masukan dalam penyusunan skripsi ini.
5. Bapak Ir. Maryanto, M.T., selaku dosen penguji yang turut memberikan dukungan dan bantuan dalam penyusunan skripsi ini.
6. Bapak Idharmahadi Adha, IR., M.T. selaku dosen pembimbing akademik saya yang telah banyak memberikan bimbingan, bantuan, semangat, dan waktunya untuk selalu mengingatkan penulis.
7. Seluruh Dosen Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Lampung.
8. Untuk yang terspesial dalam hidup saya, Bapak Musripan dan Mamakku tercinta (Ibu Sariyem), Kakakku Sri Ambar wati, Adikku tersayang Muhammad Febri, keponakanku yang paling bawel Amel, yang telah memberikan cinta dan kasih sayang serta dorongan material dan spiritual dalam menyelesaikan skripsi ini.
9. Untuk yang tersayang mbahku (Bapak Sanwardi) maafkan aku yang terlambat memberikan gelar ini dan kuucapkan banyak terimakasih untuk mbah, doaku yang akan selalu kupanjatkan untuk mbah, semoga mbah bahagia disana.
10. Sahabat-Sahabatku yang selalu memberikan kebahagiaan, keceriaan, dan semangat : Astika Murni Lubis (mino), Esti Handayani (ndul), dan Ratih Diah Permani (tenyom).
11. Taman-temanku seperjuangan : Tri Utami, Astika Murni Lubis, Firdaus Dan Deni Saputra JP. Serta teman-teman seangkatan 2011 yang telah memberi sejarah dalam hidupku.

12. Teman-teman kosan Puri Agung yang selalu ribut dengan kelakuan-kelakuan anehnya : Yunike, Wahyu, Kiki, Maria, Murni, Winda, Dita, Silvi, Riska, dan semuanya penghuni puri agung.
13. Teman-temanku di Kampung Halaman ; Rini Meliani, Dwi Anggraini, Mbak Reni, Tika Estetika, Ibu Endang, May Wulan dari, dan Teman-temanku alumni SMAN 3 Metro Trimakasih banyak atas bantuannya selama ini.
14. Dan trimakasih untuk para folder di laptop tercinta yang telah memberikan obat dari segala kejenuhan.
15. Segenap pihak yang tidak bisa disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih banyak terdapat kesalahan dan kekurangan. Untuk itu penulis mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun. Semoga skripsi ini dapat berguna bagi kita semua, terutama rekan-rekan mahasiswa Fakultas Teknik dan bagi pengembangan ilmu pengetahuan di Indonesia.

Bandar Lampung, Mei 2016

Penulis

Mega Astriyana

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR TABEL	iv
DAFTAR GAMBAR	vi
I. PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	4
C. Batasan Masalah	4
D. Tujuan Penelitian	5
E. Manfaat Penelitian	6
II. TINJAUAN PUSTAKA	
A. Siklus Hidrologi	7
B. Siklus Limpasan	10
1. Fase I (Akhir Musim Kemarau)	10
2. Fase II (Awal Musim Hujan)	11
3. Fase III (Pertengahan Musim Hujan)	12
4. Fase IV (Awal Musim Kemarau)	13
C. Presipitasi	13
1. Durasi Hujan (t)	14
2. Intensitas Hujan (i)	14
3. Tinggi Hujan (d)	14
4. Frekuensi/Periode Ulang (T)	14
5. Luas (A)	15
D. Transformasi Aliran	15
E. Hidrometri	16
1. Stasiun Hidrometri.....	17
F. Liku Kalibrasi (<i>Rating Curve</i>)	18
G. Hidrograf	20
H. Pemisahan Komponen Aliran	23
1. <i>Fixed Base Length Method</i>	23

2. <i>Straiight Line Method</i>	25
3. <i>Variable Slope Method</i>	25
I. Hidrograf Satuan	26
J. Perhitungan Curah Hujan Rata-Rata	29
1. Metode Aritmatik	29
2. Metode Polygon Thiessen	30
3. Metode Ishoyet	31
K. Analisis Statistik	33
L. Analisis Frekuensi	34
1. Metode Gumble	35
2. Metode Log Pearson III	36
3. Metode Distribusi Normal	36
M. Analisis Debit Banjir	37

III. METODOLOGI PENELITIAN

A. Lokasi Penelitian	40
B. Data Yang Diperlukan	43
C. Alat Yang Digunakan	43
D. Metode Penelitian	45
E. Bagan Alir Penelitian	48

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Umum	49
B. Data yang Tersedia	49
1. Data Curah Hujan	49
2. Data Kecepatan Aliran	57
3. Data Penampang Melintang Sungai	58
4. Data Tinggi Muka Air	59
C. Pembuatan Liku Kalibrasi	68
D. Pemilihan Hidrograf Banjir	71
E. Pembuatan Hidrograf Satuan Terukur (HST)	75
F. Perataan Hidrograf Satuan Terukur (HST)	113
G. Analisis Hidrograf Satuan Terukur (HST)	120
H. Analisis Hidrograf Banjir	123

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan	131
B. Saran	134

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Contoh data curah hujan terukur	50
2. Data Kecepatan Aliran Sungai Air Anak	57
3. Data Kecepatan Aliran Talang Bandung.....	58
4. Contoh Pengukuran data tinggi muka air secara otomatis.....	59
5. Hub. antara TMA, kecepatan Aliran, penampang Sungai Air Anak.....	69
6. Hub. antara TMA, kecepatan dan penampang Sungai Talang Bandung .	69
7. Kejadian-kejadian banjir DAS Air Anak.....	72
8. Kejadian-kejadian banjir DAS Talang Bandung.....	73
9. Perhitungan Hidrograf Limpasan Langsung (HLL) DAS Air Anak tanggal 23 Februari 2015	76
10. Hidrograf Satuan Terukur (HST) DAS Air Anak tanggal 23 Februari 2015	79
11. Perhitungan Hidrograf Limpasan Langsung (HLL) DAS Talang Bandung tanggal 23 Februari 2015	81
12. Hidrograf Satuan Terukur (HST) DAS Talang Bandung tanggal 23 Februari 2015	83
13. Hidrograf Satuan Terukur (HST) Periode 10 menitan DAS Air Anak...	86
14. Hidrograf Satuan Terukur (HST) Periode 20 menitan DAS Air Anak...	86
15. Hidrograf Satuan Terukur (HST) Periode 30 menitan DAS Air Anak...	87

16. Hidrograf Satuan Terukur (HST) Periode 60 menitan DAS Air Anak...	87
17. Hidrograf Satuan Terukur (HST) Periode 10 menitan DAS Talang Bandung	88
18. Hidrograf Satuan Terukur (HST) Periode 20 menitan DAS Talang Bandung	88
19. Hidrograf Satuan Terukur (HST) Periode 30 menitan DAS Talang Bandung	88
20. Hidrograf Satuan Terukur (HST) Periode 60 menitan DAS Talang Bandung	89
21. Hujan Rencana Kala Ulang 2,5,10,25,50,100 dan 200 Tahun	123
22. Hujan efektif DAS Air Anak dan DAS Talang Bandung	124
23. Hidrograf Banjir DAS Air Anak Kala Ulang 2 Tahun	124
24. Hidrograf Banjir DAS Air Anak Kala Ulang 5 Tahun	125
25. Hidrograf Banjir DAS Air Anak Kala Ulang 10 Tahun	126
26. Hidrograf Banjir DAS Air Anak Kala Ulang 25 Tahun	126
27. Hidrograf Banjir DAS Talang Bandung Kala Ulang 2 Tahun	127
28. Hidrograf Banjir DAS Talang Bandung Kala Ulang 5 Tahun	127
29. Hidrograf Banjir DAS Talang Bandung Kala Ulang 10 Tahun	128
30. Hidrograf Banjir DAS Talang Bandung Kala Ulang 25 Tahun	128

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Siklus Hidrologi	8
2. Gambar Hidrograf	21
3. <i>Fixed Base Length Method</i>	24
4. <i>Straight Line Method</i>	25
5. <i>Variable Slope Method</i>	26
6. Lokasi Penelitian.....	41
7. Gambar DAS Talang Bandung	42
8. Peralatan yang di pakai selama penelitian.....	44
9. Bagan Alir Penelitian.....	48
10. Histogram Curah Hujan Harian Bulan Februari-Maret 2015 WB1	51
11. Histogram Curah Hujan Harian Bulan 2015 WB1	52
12. Histogram Curah Hujan Harian Bulan Maret-Mei 2015 WB1	53
13. Histogram Curah Hujan Harian Bulan Februari-Maret 2015 WB2	54
14. Histogram Curah Hujan Harian Bulan Maret 2015 WB2	55
15. Histogram Curah Hujan Harian Bulan Maret-Mei 2015 WB2	56
16. Penampang Melintang DAS Air Anak	59
17. Penampang Melintang DAS Talang Bandung	59
18. <i>Stage Hydrograph</i> di DAS Air Anak pada Bulan Februari-Maret 2015	61

19. <i>Stage Hydrograph</i> di DAS Air Anak pada Bulan Maret 2015	62
20. <i>Stage Hydrograph</i> di DAS Air Anak pada Bulan Maret 2015	63
21. <i>Stage Hydrograph</i> di DAS Air Anak pada Bulan Maret-Mei 2015	64
22. <i>Stage Hydrograph</i> di DAS T. Bandung Bulan Februari-Maret 2015 ...	65
23. <i>Stage Hydrograph</i> di DAS T. Bandung Bulan Maret 2015	66
24. <i>Stage Hydrograph</i> di DAS T. Bandung Bulan Maret-Mei 2015	67
25. Liku Kalibrasi Das Air Anak dan DAS Talang Bandung.....	70
26. Contoh Hidrograf Banjir DAS Air Anak tanggal 22 Februari 2015	72
27. Hidrograf Satuan Terukur (HST) DAS Air Anak tanggal 23 Februari 2015	81
28. Hidrograf Satuan Terukur (HST) DAS Talang Bandung tanggal 23 Februari 2015	85
29. Hidrograf Satuan Terukur (HST) DAS Air Anak periode 10 menitan Bulan Januari 2015	90
30. Hidrograf Satuan Terukur (HST) DAS Air Anak periode 10 menitan Bulan Februari 2015	90
31. Hidrograf Satuan Terukur (HST) DAS Air Anak periode 10 menitan Bulan Maret 2015	91
32. Hidrograf Satuan Terukur (HST) DAS Air Anak periode 10 menitan Bulan April 2015	91
33. Hidrograf Satuan Terukur (HST) DAS Air Anak periode 10 menitan Bulan Mei 2015	92
34. Hidrograf Satuan Terukur (HST) DAS Air Anak periode 10 menitan Bulan Januari-Mei 2015	92

35. Hidrograf Satuan Terukur (HST) DAS Air Anak periode 20 menitan	
Bulan Januari 2015	93
36. Hidrograf Satuan Terukur (HST) DAS Air Anak periode 20 menitan	
Bulan Februari 2015	93
37. Hidrograf Satuan Terukur (HST) DAS Air Anak periode 20 menitan	
Bulan Maret 2015	94
38. Hidrograf Satuan Terukur (HST) DAS Air Anak periode 20 menitan	
Bulan April 2015	94
39. Hidrograf Satuan Terukur (HST) DAS Air Anak periode 10 menitan	
Bulan Mei 2015	95
40. Hidrograf Satuan Terukur (HST) DAS Air Anak periode 10 menitan	
Bulan Januari-Mei 2015	95
41. Hidrograf Satuan Terukur (HST) DAS Air Anak periode 30 menitan	
Bulan Januari 2015	96
42. Hidrograf Satuan Terukur (HST) DAS Air Anak periode 30 menitan	
Bulan Februari 2015	96
43. Hidrograf Satuan Terukur (HST) DAS Air Anak periode 30 menitan	
Bulan Maret 2015	97
44. Hidrograf Satuan Terukur (HST) DAS Air Anak periode 30 menitan	
Bulan April 2015	97
45. Hidrograf Satuan Terukur (HST) DAS Air Anak periode 30 menitan	
Bulan Mei 2015	98
46. Hidrograf Satuan Terukur (HST) DAS Air Anak periode 30 menitan	
Bulan Januari-Mei 2015	98

47. Hidrograf Satuan Terukur (HST) DAS Air Anak periode 60 menitan	
Bulan Januari 2015	99
48. Hidrograf Satuan Terukur (HST) DAS Air Anak periode 60 menitan	
Bulan Februari 2015	99
49. Hidrograf Satuan Terukur (HST) DAS Air Anak periode 60 menitan	
Bulan Maret 2015	100
50. Hidrograf Satuan Terukur (HST) DAS Air Anak periode 60 menitan	
Bulan April 2015	100
51. Hidrograf Satuan Terukur (HST) DAS Air Anak periode 60 menitan	
Bulan Mei 2015	101
52. Hidrograf Satuan Terukur (HST) DAS Air Anak periode 60 menitan	
Bulan Januari-Mei 2015	101
53. Hidrograf Satuan Terukur (HST) DAS T. Bandung periode 10 menitan	
Bulan Januari 2015	102
54. Hidrograf Satuan Terukur (HST) DAS T. Bandung periode 10 menitan	
Bulan Februari 2015	102
55. Hidrograf Satuan Terukur (HST) DAS T. Bandung periode 10 menitan	
Bulan April 2015	103
56. Hidrograf Satuan Terukur (HST) DAS T. Bandung periode 10 menitan	
Bulan Mei 2015	103
57. Hidrograf Satuan Terukur (HST) DAS T. Bandung periode 10 menitan	
Bulan Januari-Mei 2015	104
58. Hidrograf Satuan Terukur (HST) DAS T. Bandung periode 20 menitan	
Bulan Januari 2015	104

59. Hidrograf Satuan Terukur (HST) DAS T. Bandung periode 20 menitan	
Bulan Februari 2015	105
60. Hidrograf Satuan Terukur (HST) DAS T. Bandung periode 20 menitan	
Bulan Maret 2015	105
61. Hidrograf Satuan Terukur (HST) DAS T. Bandung periode 20 menitan	
Bulan April 2015	106
62. Hidrograf Satuan Terukur (HST) DAS T. Bandung periode 20 menitan	
Bulan Mei 2015	106
63. Hidrograf Satuan Terukur (HST) DAS T. Bandung periode 20 menitan	
Bulan Januari-Mei 2015	107
64. Hidrograf Satuan Terukur (HST) DAS T. Bandung periode 30 menitan	
Bulan Januari 2015	107
65. Hidrograf Satuan Terukur (HST) DAS T. Bandung periode 30 menitan	
Bulan Februari 2015	108
66. Hidrograf Satuan Terukur (HST) DAS T. Bandung periode 30 menitan	
Bulan Maret 2015	108
67. Hidrograf Satuan Terukur (HST) DAS T. Bandung periode 30 menitan	
Bulan April 2015	109
68. Hidrograf Satuan Terukur (HST) DAS T. Bandung periode 30 menitan	
Bulan Mei 2015	109
69. Hidrograf Satuan Terukur (HST) DAS T. Bandung periode 30 menitan	
Bulan Januari-Mei 2015	110
70. Hidrograf Satuan Terukur (HST) DAS T. Bandung periode 60 menitan	
Bulan Januari 2015	110

71. Hidrograf Satuan Terukur (HST) DAS T. Bandung periode 60 menitan	
Bulan Februari 2015	111
72. Hidrograf Satuan Terukur (HST) DAS T. Bandung periode 60 menitan	
Bulan Maret 2015	111
73. Hidrograf Satuan Terukur (HST) DAS T. Bandung periode 60 menitan	
Bulan April 2015	112
74. Hidrograf Satuan Terukur (HST) DAS T. Bandung periode 60 menitan	
Bulan Mei 2015	112
75. Hidrograf Satuan Terukur (HST) DAS T. Bandung periode 60 menitan	
Bulan Januari-Mei 2015	113
76. Hidrograf Satuan Terukur (HST) rata-rata DAS Air Anak periode 10	
menitan	116
77. Hidrograf Satuan Terukur (HST) rata-rata DAS Air Anak periode 20	
menitan	117
78. Hidrograf Satuan Terukur (HST) rata-rata DAS Air Anak periode 30	
menitan	117
79. Hidrograf Satuan Terukur (HST) rata-rata DAS Air Anak periode 60	
menitan	118
80. Hidrograf Satuan Terukur (HST) rata-rata DAS Talang Bandung	
periode 10 menitan	118
81. Hidrograf Satuan Terukur (HST) rata-rata DAS Talang Bandung	
periode 20 menitan	119
82. Hidrograf Satuan Terukur (HST) rata-rata DAS Talang Bandung	
periode 30 menitan	119

83. Hidrograf Satuan Terukur (HST) rata-rata DAS Talang Bandung periode 60 menitan	120
84. Hidrograf Banjir Kala Ulang DAS Air Anak	129
85. Hidrograf Banjir Kala Ulang DAS Talang Bandung	130

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Menurut Sinatala Arsyad, air adalah senyawa gabungan antara dua atom hidrogen dan satu atom oksigen menjadi H_2O . Air menutupi hampir 70% permukaan bumi. Terdapat 1,4 triliun kilometer kubik (330 juta mil^3) tersedia di bumi. Air sebagian besar terdapat di laut (air asin) dan pada lapisan-lapisan es (di kutub dan puncak-puncak 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 suatu siklus air, yaitu: melalui penguapan, hujan, dan aliran air di atas permukaan tanah (*runoff*, meliputi mata air, sungai, muara) menuju laut. Jumlah air di bumi tidak berubah dari waktu ke waktu yaitu tetap sama. Mengingat bahwa hampir 70% bumi ini adalah air maka air menjadi unsur yang sangat krusial. Keberadaan air di bumi tidak bisa dilepaskan dari kehidupan makhluk hidup di bumi. Air sebagai salah satu dari keempat unsur alam yang sangat diperlukan dan manfaatnya yang besar bagi kelangsungan makhluk hidup bagi manusia, hewan dan tumbuhan.

Indonesia merupakan negara kepulauan, karena sebagian besar daerah di Indonesia dipenuhi oleh air baik air asin atau air tawar. Indonesia berada di

daerah yang beriklim tropis dimana memiliki dua musim yaitu musim penghujan dan musim kemarau. Meskipun termasuk negara kepulauan yang jumlah airnya melimpah namun Indonesia sekarang sering mengalami masalah kekeringan saat musim kemarau dan masalah banjir saat musim penghujan. Banjir selain akibat dari curah hujan yang tinggi, diakibatkan juga dari semakin berkurangnya daerah resapan air akibat perubahan tata guna lahan yang semakin hari semakin menjadi, penebangan hutan secara illegal, berkurangnya penampang sungai akibat dari sedimentasi dan banyaknya sampah yang menumpuk di daerah aliran sungai akibat perilaku masyarakat yang membuang sampah sembarangan, dan sistem drainase yang kurang berjalan baik.

Mayoritas masyarakat Indonesia berprofesi sebagai petani, dan kehidupan mereka bergantung pada hasil pertanian. Contohnya di daerah Kabupaten Lampung Barat, sebagian besar masyarakat bekerja sebagai petani kopi. Faktor iklim memegang peranan penting dalam menentukan keberhasilan suatu komunitas. Tanaman kopi memiliki masa panen setahun sekali, sehingga pada saat menunggu panen mereka mengatakan bahwa masa itu adalah masa paceklik. Artinya petani hanya menggantungkan biaya hidup pada hasil kopi, sedangkan masa panen hanya berkisar 5 bulan. Masalah lain yang sering terjadi dan dialami oleh petani kopi di Kabupaten Lampung Barat adalah kurangnya sarana air bersih, sering terjadi longsor, tidak adanya pasokan listrik karena terbatasnya infrastruktur. Masyarakat di Wilayah Kecamatan Sumber Jaya Kabupaten Lampung Barat adalah salah satu masyarakat penghasil kopi di Lampung terkena imbas dari perubahan iklim

yang tidak menentu. Hasil perkebunan yang menurun, berkurangnya daerah resapan dan perubahan tata guna lahan menjadi salah satu penyebabnya. Pada saat musim penghujan banyak sedimentasi dari tanah sekitar perkebunan yang terbawa air yang mengalir ke DAS (Daerah Aliran Sungai) dan mengurangi kesuburan tanah.

DAS merupakan suatu wilayah daratan yang secara topografi dibatasi oleh punggung- punggung 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.

Pemecahan masalah ini tidaklah mudah karena harus diselesaikan secara bertahap, cermat dan komprehensif. Penyelesaian masalah bisa dilakukan secara teknis dan non-teknis, penyelesaian tersebut harus didukung oleh ketersediaan data dan pendekatan yang terukur (kuantitatif). Salah satunya adalah data hidrologi yang ada di Dusun Talang Bandung Pekon Sindang

Pagar Kel. Tugu Sari Kec. Sumber Jaya Kab. Lampung Barat, yaitu berupa data hujan, data aliran dan data DAS.

Data hidrologi yang didapat dari daerah yang diteliti 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.

Memperhatikan masalah yang dihadapi bagian Hulu Way Besai, perlu ditinjau hidrograf satuan yang terjadi.

B. Rumusan Masalah

1. Bagaimana HST (Hidrograf Satuan Terukur) Sub DAS Way Besai di bagian hulu ?
2. Bagaimanakah debit puncak, waktu puncak, dan waktu dasarnya?
3. Bagaimanakah perkiraan debit banjirnya?

C. Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini meliputi :

1. Pengukuran debit yang dilakukan dengan cara pengukuran tinggi muka air, pengukuran kecepatan, dan pengukuran penampang melintang sungai. Pengukuran ini dilakukan pada bagian hulu dan pertemuan

anak sungai di Sub DAS Way Besai yang terletak di di Dusun Di Talang Bandung Pekon Sindang Pagar Kel. Tugu Sari Kec. Sumber Jaya Kab. Lampung Barat

2. Pengukuran tinggi hujan yang dilakukan dengan alat penakar hujan tipe *tipping bucket* yang diletakkan di sekitar Sub DAS Way Besai yaitu di sekitar DAS Sungai Air Anak di Sindang Pagar dan Sungai Talang Bandung masing-masing sebanyak 1 buah.
3. Pengukuran tinggi muka air menggunakan alat pencatat yang otomatis yaitu AWLR (*Automatic Water Level Recorder*) yang diletakkan pada Sub DAS Way Besai sebanyak 2 buah.
4. Analisis HST (Hidrograf Satuan Terukur) Sub DAS Way Besai dengan membuat HST anak sungai dari Way Besai di bagian hulu.
5. Menghitung waktu puncak, debit puncak dan waktu dasar dari data lapangan yang diperoleh.
6. Memperkirakan debit banjir dari data hujan yang ada.
7. Penelitian ini beranggapan bahwa Indonesia mempunyai 2 (dua) musim yaitu musim kemarau (April-September) dan musim penghujan (Oktober-Maret).

D. Tujuan Penelitian

1. Menganalisis HST (Hidrograf Satuan Terukur) Sub DAS Way Besai pada bagian hulu sungai.
2. Mendapatkan nilai debit puncak, waktu puncak, dan waktu dasar.
3. Menganalisa Hidrograf banjir.

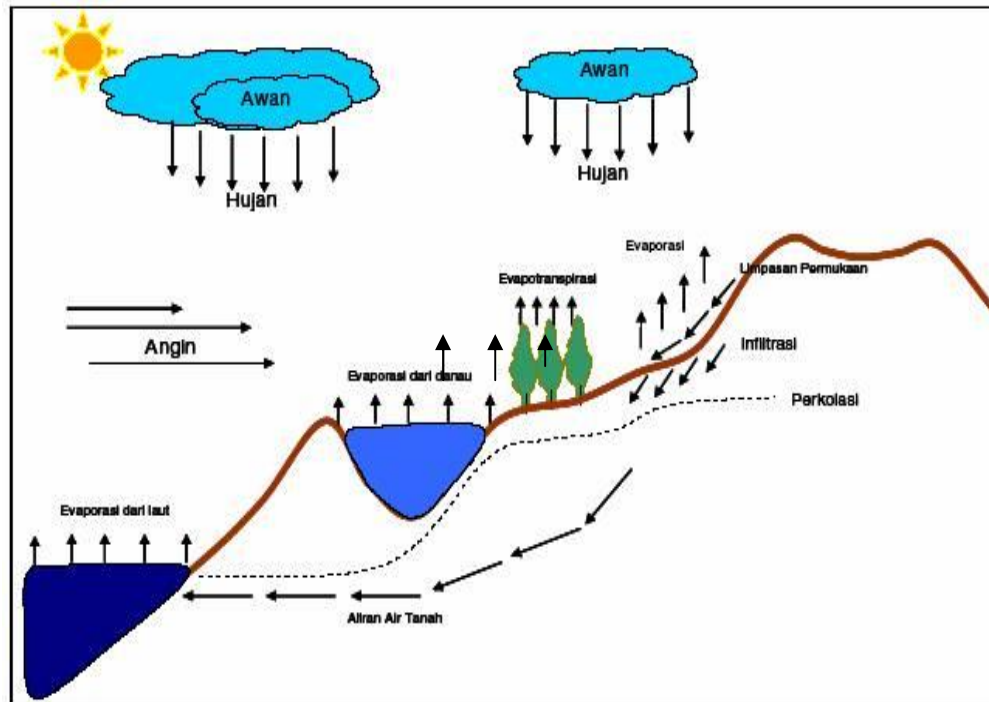
E. Manfaat Penelitian

1. Memberikan informasi mengenai HST (Hidrograf Satuan Terukur) untuk melihat respon Sub DAS Way Besai bagian hulu.
2. Dapat mengetahui nilai debit puncak, waktu puncak dan waktu dasar
3. Dapat mengetahui nilai debit banjir.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. 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. Di era sekarang ini, hidrologi telah menjadi ilmu dasar dari pengelolaan sumber daya air yang merupakan pengembangan dan penggunaan sumber daya air yang terencana. 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. Dalam siklus hidrologi ini terdapat beberapa proses yang saling terkait, yaitu antara proses hujan (*precipitation*), penguapan (*evaporation*), transpirasi, infiltrasi, perkolasi, aliran limpasan (*runoff*), dan aliran bawah tanah. Secara sederhana siklus hidrologi dapat ditunjukkan seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Siklus Hidrologi
(Sumber : Soemarto, 1987)

Penjelasan siklus hidrologi yang terdapat pada gambar di atas dapat dimulai dari mana saja, akan tetapi untuk lebih mudahnya diawali dari penguapan. Penguapan merupakan proses alami berubahnya molekul cairan menjadi molekul gas/uap. Penguapan dapat terjadi dari semua permukaan yang lembab, baik dari permukaan tanah, permukaan tanaman maupun dari permukaan air. Penguapan yang berasal dari benda-benda mati seperti tanah, danau, dan sungai disebut evaporasi (*evaporation*), sedangkan penguapan yang berasal dari hasil pernafasan benda hidup seperti tumbuhan, hewan, dan manusia disebut tranpirasi (*transpiration*), dan jika penguapan itu berasal dari benda-benda mati dan tanaman maka disebut evapotranspirasi. Akibat penguapan ini terkumpul massa uap air, yang dalam kondisi atmosfer tertentu dapat membentuk awan.

Awan dalam keadaan ini yang kalau masih mempunyai butir-butir air yang berdiameter lebih kecil dari 1 mm, masih akan melayang-layang di udara karena berat butir-butir tersebut masih lebih kecil daripada gaya tekan ke atas udara. Akibat berbagai sebab klimatologis, awan tersebut akan menjadi awan yang potensial menimbulkan hujan, yang biasanya terjadi bila butir-butir berdiameter lebih besar dari 1 mm. Bila terjadi "hujan" masih besar kemungkinan air teruap kembali sebelum sampai di permukaan bumi, karena keadaan atmosfer tertentu. "Hujan" baru disebut sebagai hujan apabila telah sampai di permukaan bumi dan dapat diukur.

Air hujan yang jatuh di permukaan terbagi menjadi dua bagian, pertama sebagai aliran limpasan (*overland flow*) dan kedua bagian air yang terinfiltrasi. Jumlah yang mengalir sebagai aliran limpasan dan yang terinfiltrasi tergantung dari banyak faktor. Makin besar bagian air hujan yang mengalir sebagai aliran limpasan maka bagian air yang terinfiltrasi akan menjadi semakin kecil, demikian juga sebaliknya.

Aliran limpasan selanjutnya mengisi tampungan-cekungan (*depression storage*). Apabila tampungan ini telah terpenuhi, air akan menjadi limpasan permukaan (*surface runoff*) yang selanjutnya ke sungai atau laut. Air yang terinfiltrasi, bila keadaan formasi geologi memungkinkan, sebagian besar dapat mengalir lateral di lapisan tidak kenyang air (*unsaturated zone*) sebagai aliran antara (*subsurface flow/interflow*). Sebagian yang lain akan mengalir vertikal (perkolasi/*percolation*) yang akan mencapai lapisan kenyang air (*saturated zone/aquifer*). Air dalam akifer ini akan mengalir sebagai aliran air

tanah (*groundwater flow/baseflow*), sungai atau tampungan dalam (*deep storage*). Sebagian besar air yang ada di permukaan bumi akan menguap kembali ke atmosfer.

B. Siklus Limpasan

Siklus limpasan (*runoff cycle*) sebenarnya hanya merupakan penjelasan lebih rinci sebagian siklus hidrologi, khususnya yang terkait dengan aliran air di permukaan lahan yang juga memberikan gambaran sederhana tentang neraca air. Semua penjelasan ini diberikan oleh Hoyt (Meinzer, 1942, dalam Harto, 2000) dalam 5 (lima) fase akan tetapi untuk praktisnya dibagian ini akan diringkas dalam 4 (empat) fase saja, yaitu fase akhir musim kemarau, fase permulaan musim hujan, fase pertengahan musim hujan dan fase awal musim kemarau.

Sebelum menjelaskan siklus limpasan perlu dikenalkan 2 (dua) buah pengertian yaitu ;

- a. Kapasitas lapangan (*field capacity*) yang mempunyai arti jumlah maksimum air yang dapat ditahan oleh massa tanah terhadap gaya berat.
- b. ‘*Soil Moisture Deficiency*’ (SMD) yaitu perbedaan jumlah kandungan air dalam massa tanah suatu saat dengan kapasitas lapangannya.

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

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. 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.

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

masuk air ke dalam tanah akan diteruskan baik sebagai aliran antara (*interflow*) maupun komponen aliran vertikal (*percolation*) yang akan menambah tampungan air tanah (*ground water storage/aquifer*). Akibat penambahan potensi air tanah ini maka muka air tanah akan naik (terutama yang nampak di akifer bebas), dan aliran air tanah juga akan bertambah sehingga terjadi penambahan debit aliran sungai. Keadaan semacam ini berlanjut sampai akhir musim hujan.

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.

C. 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 presipitasi (mm). Jika uap air yang jatuh berbentuk cair disebut hujan (*rainfall*) dan jika berbentuk padat disebut salju (*snow*).

Hujan merupakan satu bentuk presipitasi yang berwujud cairan. Menurut Harto (1993) hujan merupakan komponen masukan yang paling penting dalam

proses hidrologi, karena jumlah kedalaman hujan (*rainfall depth*) ini yang dialihragamkan menjadi aliran di sungai, baik melalui limpasan permukaan (*surface runoff*), aliran antara (*interflow, subsurface flow*) maupun sebagai aliran air tanah (*groundwater flow*).

Karakteristik hujan yang perlu ditinjau dalam analisis dan perancangan hidrologi meliputi antara lain :

1. Durasi hujan (t)

Durasi hujan adalah lamanya kejadian hujan (menitan, jam-jaman, harian) diperoleh dari pencatatan alat pengukur hujan otomatis maupun yang manual.

2. Intensitas hujan (i)

Intensitas hujan adalah jumlah hujan yang dinyatakan dalam tinggi hujan atau volume hujan tiap satuan waktu, misalnya mm/menit, mm/jam, dan mm/hari. Besarnya intensitas hujan berbeda-beda tergantung dari curah hujan, dan frekuensi kejadiannya.

3. Tinggi hujan (d)

Tinggi hujan adalah jumlah atau kedalaman hujan yang terjadi selama durasi hujan, dan dinyatakan dalam ketebalan air di atas permukaan datar, dalam mm.

4. Frekuensi atau periode ulang (T)

Adalah frekuensi kejadian hujan tertentu dan biasanya dinyatakan dengan kala ulang (*return period*).

5. Luas (A)

Adalah luas geografis daerah sebaran hujan atau perluasan hujan secara geografi (dalam satuan Ha, Km²).

D. Transformasi Aliran

Proses transformasi hujan menjadi aliran merupakan fenomena yang sangat kompleks (Harto, 1991). 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. Karakteristik hujan tersebut mempunyai dampak terhadap respon sistem DAS. Respon hidrologi suatu DAS, terkait dengan waktu konsentrasi dari tempat terjauh hingga ke outlet DAS, dapat dikategorikan sebagai DAS sangat cepat hingga DAS sangat lambat. Interaksi antara karakteristik hujan dalam skala waktu seperti tersebut di atas terhadap karakteristik DAS menentukan respon aliran pada DAS tersebut.

Pengalihragaman hujan menjadi aliran terjadi di dalam skala ruang dan waktu. Pergerakan air dalam dimensi ruang disebabkan oleh gravitasi, topografi, dan keberadaan jaringan sungai. Air yang masuk ke dalam tanah bergerak melalui bawah tanah dari bidang lereng (*hillslope*) yang disebabkan oleh gravitasi. Pergerakan air ini pada awalnya memiliki arah vertikal dan dipengaruhi oleh lapisan-lapisan tanahnya, menyebabkan air mengalir menuju bawah bidang lereng. Tindakan penyaringan (*filtering action*) pada bidang lereng ini membagi pergerakan air melalui atas dan bawah bidang lereng dengan berbagai alur aliran (*pathway*), seperti limpasan permukaan (*surface runoff*),

aliran antara (*subsurface flow*) dan aliran air tanah dengan berbagai skala waktu.

Daerah Aliran Sungai (*catchment, basin, watershed*) merupakan daerah dimana semua airnya mengalir ke dalam suatu sungai yang dimaksudkan. Daerah ini umumnya dibatasi oleh batas topografi, yang berarti ditetapkan berdasar aliran permukaan. Batas ini tidak ditetapkan berdasar air bawah tanah karena permukaan air tanah selalu berubah sesuai dengan musim dan tingkat kegiatan pemakaian. Air hujan yang jatuh ke bumi, tidak semua bagian mencapai permukaan tanah. Sebagian akan tertahan oleh tumbuh-tumbuhan dimana sebagian akan menguap dan sebagian lagi akan jatuh atau mengalir melalui dahan-dahan ke permukaan tanah.

Air hujan yang tiba di permukaan tanah akan masuk ke dalam tanah (infiltrasi). Bagian lain yang merupakan kelebihan akan mengisi lekuk-lekuk atau cekungan-cekungan permukaan tanah (*depression storage* atau *pocket storage*), kemudian mengalir ke daerah-daerah yang rendah, masuk ke sungai-sungai dan akhirnya ke laut. Air limpasan permukaan akan mengalir secara cepat ke saluran atau sungai, sehingga meningkatkan debit aliran. Sebagian air yang menyusup ke dalam tanah akan mengalir secara mendatar sebagai aliran antara (*interflow*). Bagian lain dari air yang terinfiltrasi dapat diteruskan sebagai air perkolasi yang mencapai akuifer (*aquifer, ground water storage*).

E. 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. Hidrometri mencakup pengukuran air permukaan dan air bawah termasuk air di danau, rawa, dan di formasi geologi di bawah permukaan. Dalam pengertian sehari-hari diartikan sebagai kegiatan untuk mengumpulkan data mengenai sungai, baik yang menyangkut tentang ketinggian muka air maupun debit sungai serta sedimentasi atau unsur aliran lain.

1. Stasiun Hidrometri

Stasiun hidrometri merupakan tempat di sungai yang dijadikan tempat pengukuran debit sungai, maupun unsur-unsur aliran lainnya (Harto, 2000). Dalam satu sistem DAS stasiun hidrometri ini dijadikan titik kontrol (*control point*) yang membatasi sistem DAS. Pada dasarnya stasiun hidrometri ini dapat ditempatkan di sembarang tempat sepanjang sungai dengan mempertimbangkan kebutuhan data aliran baik sekarang maupun di masa yang akan datang sesuai dengan rencana pengembangan daerah.

Dalam penempatan atau pemilihan stasiun hidrometri terdapat dua pertimbangan yang perlu diperhatikan, yaitu :

1. Jaringan hidrologi di seluruh DAS,
2. Kondisi lokasi yang harus memenuhi syarat tertentu.

Menurut Boyer (1964, dalam Harto, 2000) dan Horst (1979, dalam Harto, 2000) dalam pemilihan lokasi stasiun hidrometri perlu diperhatikan beberapa syarat yaitu :

1. Stasiun hidrometri harus dapat dicapai (*accessible*) dengan mudah setiap saat, dan dalam segala macam kondisi baik musim hujan maupun musim kemarau.
2. Di bagian sungai yang lurus dan aliran yang sejajar dengan jangkau tinggi permukaan yang dapat dijangkau oleh alat yang tersedia. Dianjurkan agar bagian yang lurus paling tidak tiga kali lebar sungai.
3. Di bagian sungai dengan penampang stabil, dengan pengertian bahwa hubungan antara tinggi muka air dan debit tidak berubah, atau perubahan yang mungkin terjadi kecil. Untuk sungai-sungai kecil atau saluran, apabila tidak dijumpai penampang yang stabil dan sangat diperlukan, penampang sungai/saluran dapat diperkuat dengan pasangan batu/beton.
4. Di bagian sungai yang peka (*sensitive*)
5. Tidak terjadi aliran di bantaran sungai pada saat debit besar
6. Tidak diganggu oleh pertumbuhan tanaman air, agar tidak mengganggu kerja *current meter*, dan tidak mengubah liku kalibrasi (*rating curve*)
7. Tidak terganggu oleh pembendungan di sebelah hilir (*backwater*)

F. Liku Kalibrasi (*Rating Curve*)

Liku kalibrasi (*rating curve*) adalah hubungan grafis antara tinggi muka air dan debit. Liku ini diperlukan dalam banyak analisis, sehingga perlu disiapkan dengan cermat. Liku kalibrasi dapat diperoleh dengan sejumlah pengukuran yang terencana, dan mengkorelasikan dua variabel yaitu tinggi muka air dan debit sungai di suatu titik kontrol. Hubungan ini bersifat khas,

dan merefleksikan pengaruh menyeluruh (*integral influence*) dari sistem DAS, khususnya sifat pangsa (*segment reach*) sungai di sebelah hulu titik kontrol.

Hubungan grafis antara variabel tinggi muka air dan debit dapat dilakukan dengan cara sederhana, yaitu menghubungkan titik-titik pengukuran dengan garis lengkung di atas kertas grafik. Namun hendaknya disadari bahwa meskipun cara ini paling mudah, tetapi mengandung unsur subyektifitas yang cukup tinggi. Oleh sebab itu, liku kalibrasi hendaknya diperoleh dengan cara-cara statistik, matematik, ataupun dengan secara langsung menggunakan program komputer yang banyak tersedia.

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.

Persamaan yang selama ini cukup baik yaitu dalam bentuk :

$$Q = A (H + \Delta H)^B \quad \dots\dots\dots(1)$$

Dengan : Q : Debit, dalam m³/det

A, B : Tetapan

H : Tinggi muka air (mm, cm, atau m)

H : Angka koreksi, antara nol papan duga dengan

Dalam penentuan persamaan tersebut, jumlah dan jangkau (*range*) data sangat penting. Diharapkan agar data yang dikumpulkan di lapangan tidak hanya cukup banyak, akan tetapi juga mencakup jangkau maksimal. Dalam prakteknya pengumpulan data sekunder dari instansi terkait, sangat banyak

dijumpai sebagian besar data terkonsentrasi pada debit-debit rendah, sedangkan data pada debit tinggi biasanya sangat terbatas.

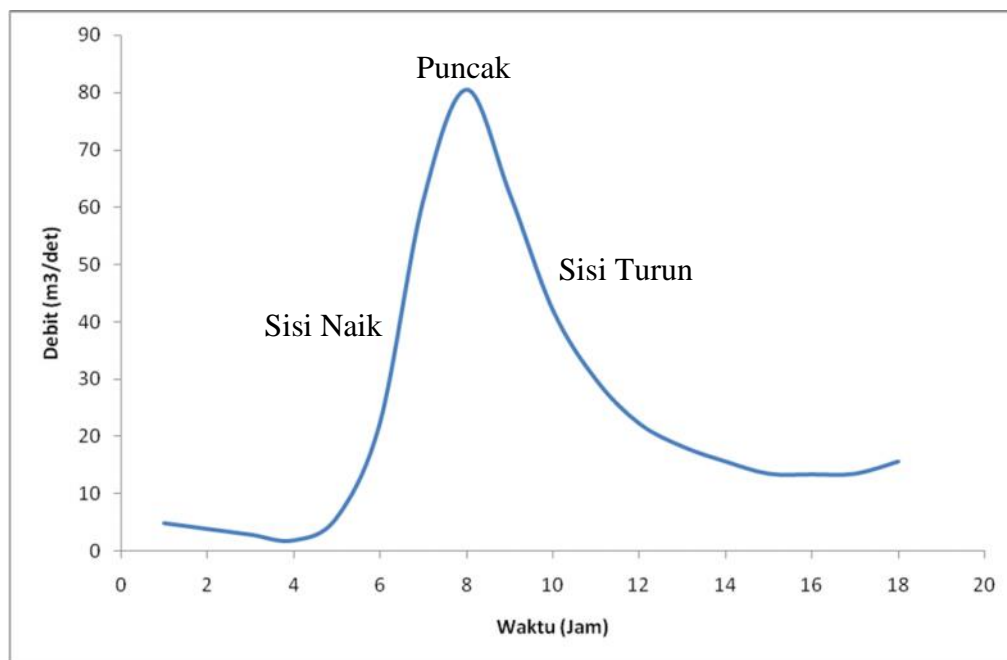
G. Hidrograf

Hidrograf ditafsirkan secara umum sebagai variabilitas salah satu unsur aliran sebagai fungsi waktu di satu titik kontrol tertentu atau penyajian grafis antara salah satu unsur aliran dengan waktu (Harto, 2000). Sedangkan 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 :

1. Hidrograf muka air (*stage hydrograph*), yaitu hubungan antara perubahan tinggi muka air dengan waktu. Hidrograf ini merupakan hasil rekaman AWLR (*Automatic Water Level Recorder*).
2. Hidrograf debit (*discharge hydrograph*), yaitu hubungan antara debit dengan waktu. Dalam pengertian sehari-hari, bila tidak disebutkan lain, hidrograf debit ini sering disebut sebagai hidrograf. Hidrograf ini dapat diperoleh dari hidrograf muka air dan liku kalibrasi.
3. Hidrograf sedimen (*sediment hydrograph*), yaitu hubungan antara kandungan sedimen dengan waktu.

Pada dasarnya hidrograf terdiri dari tiga bagian pokok, yaitu sisi-naik, puncak, dan sisi-resesi/turun, hal ini dapat dilihat pada Gambar 2



Gambar 2. 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*). Waktu naik (TR) adalah waktu yang diukur dari saat hidrograf mulai naik sampai waktu terjadinya debit puncak. Debit puncak adalah debit maksimum yang terjadi pada kasus tertentu. Waktu dasar adalah waktu yang diukur dari saat hidrograf mulai naik sampai waktu dimana debit kembali pada suatu besaran yang ditetapkan. Besaran-besaran tersebut dapat digunakan sebagai petunjuk tentang kepekaan sistem DAS terhadap pengaruh masukan hujan. Dengan menelaah sifat-sifat hidrograf yang diperoleh dari pengukuran dalam batas tertentu dapat diperoleh gambaran tentang keadaan DAS, apakah DAS yang bersangkutan mempunyai kepekaan yang tinggi atau rendah. Makin

kritis sifat DAS berarti makin jelek kondisi DAS-nya dan demikian pula sebaliknya.

Bentuk hidrograf pada umumnya sangat dipengaruhi oleh sifat hujan yang terjadi, akan tetapi dapat dipengaruhi oleh sifat DAS yang lain. Menurut Kennedy dan Watt (1967, dalam Harto 1993) sifat hujan yang sangat mempengaruhi bentuk hidrograf ada tiga macam, yaitu intensitas hujan, lama hujan, dan arah gerak hujan. Intensitas hujan yang makin tinggi akan mengakibatkan hidrograf naik dengan cepat, atau dengan kata lain akan terjadi hidrograf dengan waktu naik pendek dan debit puncak tinggi, demikian juga sebaliknya. Intensitas hujan yang tinggi pada umumnya terjadi dalam waktu yang pendek, atau lama hujan pendek, sedangkan intensitas hujan yang rendah pada umumnya terjadi dengan lama hujan yang besar.

Arah gerak hujan dapat dijelaskan sebagai berikut :

1. Arah gerak hujan ke hulu mengakibatkan hidrograf naik dengan cepat mencapai debit puncak dengan waktu dasar yang relatif panjang. Hal ini terjadi karena hujan yang terjadi menyebabkan naiknya hidrograf dengan cepat, sedangkan dengan Bergeraknya hujan ke hulu, mengakibatkan masih adanya limpasan yang diteruskan ke luar DAS.
2. Arah gerak hujan ke hilir menyebabkan hidrograf naik lebih lambat, akan tetapi kemudian naik dengan cepat dan mempunyai waktu dasar yang relatif pendek.

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.

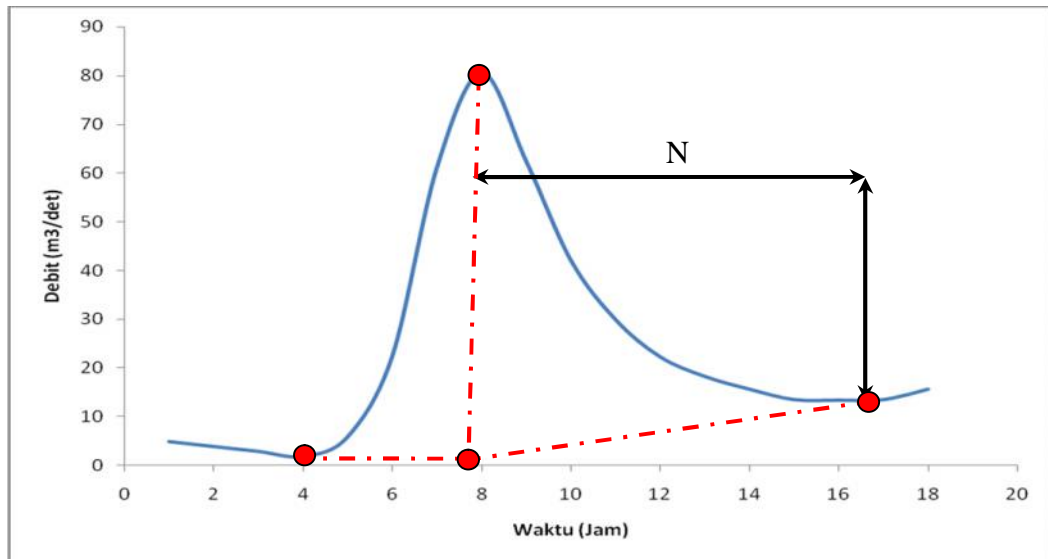
H. Pemisahan Komponen Aliran

Pada dasarnya aliran sungai selalu terdiri dari tiga komponen aliran, yaitu limpasan permukaan, aliran antara, dan aliran dasar. Batas antara masing-masing aliran tersebut sangat sulit (hampir tidak mungkin dikenali), meskipun disadari untuk beberapa jenis analisis, pengenalan terhadap masing-masing komponen aliran diperlukan. Cara-cara memisahkan hidrograf menjadi komponen-komponennya. Dalam banyak kasus, untuk lebih menyederhanakan ketiga komponen tersebut dijadikan dua komponen dengan mengandaikan limpasan permukaan dan aliran antara menjadi satu komponen, yang disebut limpasan langsung (*direct runoff*). Dengan andaian ini, maka 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), hal ini dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. *Fixed Base Length Method*

Langkah – langkahnya :

- a. Meneruskan garis resesi dari hidrograf sebelumnya sampai pada titik di bawah puncak hidrograf.
- b. Ukurkan suatu titik pada kurva resesi sejarak N dari garis vertikal lewat puncak hidrograf dengan :

$$N = A^{0,2} \dots\dots\dots (2)$$

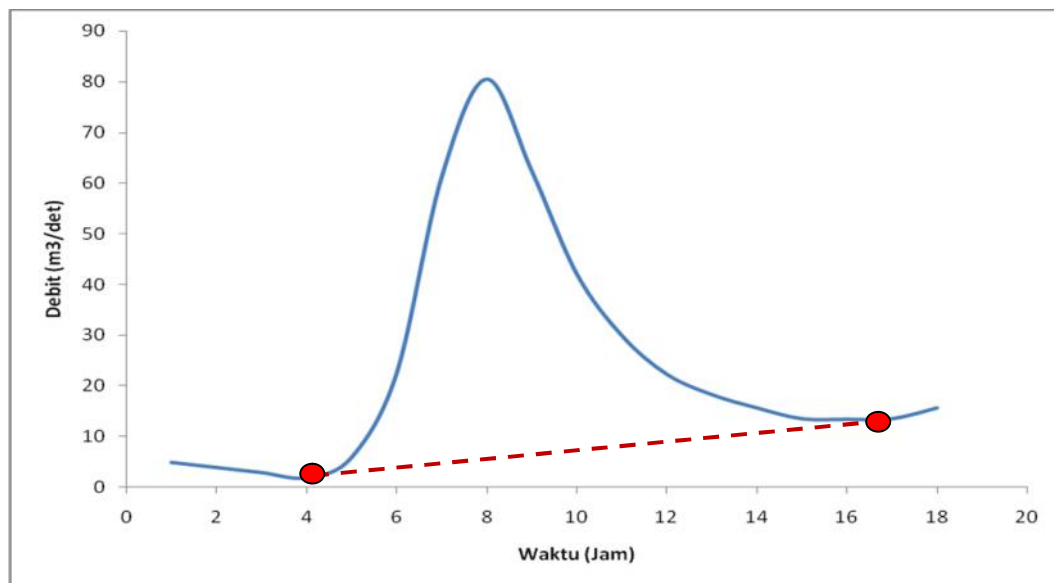
Dimana : N = Dinyatakan dalam hari

A = Luas daerah (km^2).

Cara ini sampai sekarang para ahli hidrologi masih meragukan hasilnya sehingga penentuan N masih harus ditinjau kembali terhadap beberapa hidrograf (didasarkan pada pengamatan/empriris).

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

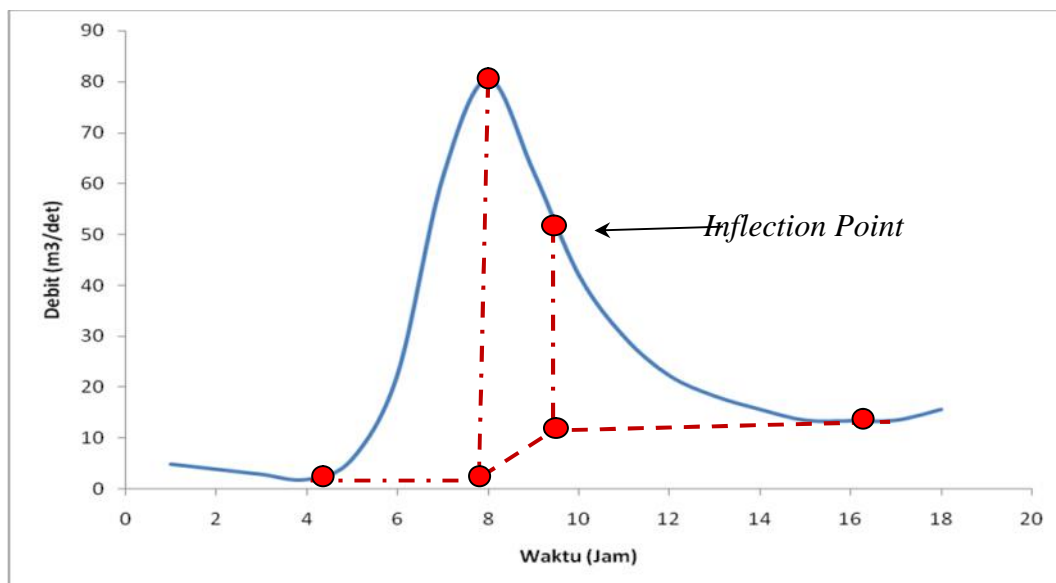
Cara ini paling sederhana, yaitu dengan cara menghubungkan titik dimana limpasan permukaan mulai terjadi dengan titik pemisah aliran dasar pada kurva resesi, hal ini dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. *Straight Line Method*

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, hal ini dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Variable Slope Method

I. 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). Konsep hidrograf pertama kali dikemukakan oleh Sherman (1932, dalam Harto 1993) dalam upayanya untuk mendapatkan perkiraan banjir yang terjadi akibat kedalaman hujan dan berbagai agihan jam-

jamannya. Akan tetapi disadari pula, karena anggapan-anggapan yang digunakan, bahwa hidrograf aliran yang sebenarnya terjadi selalu berbeda untuk setiap masukan yang terjadi pada saat yang berbeda. Oleh sebab itu, untuk memperoleh hidrograf yang dapat dianggap sebagai hidrograf khas dan mewakili DAS tersebut diperlukan perata-rataan hidrograf satuan yang diperoleh dari beberapa kasus banjir. 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 :

1. Hidrograf satuan ini ditimbulkan oleh hujan yang terjadi merata di seluruh DAS (*spatially evenly distributed*)
2. 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*)

1. Ordinat hidrograf satuan sebanding dengan volume hujan yang menimbulkannya (*linear system*)
2. Tanggapan DAS tidak tergantung dari waktu terjadinya masukan (*line invariant*)
3. Waktu dari puncak hidrograf satuan sampai akhir hidrograf limpasan langsung selalu tetap

Melihat pengandaian yang melandasi konsep ini jelas bahwa hidrograf satuan merupakan sistem yang *linear time invariant*. Dalam praktek keadaan seperti yang ditetapkan dalam anggapan tadi umumnya tidak pernah dijumpai. Konsep hidrograf satuan ini dipandang lebih merupakan penyederhanaan proses hidrologi yang sebenarnya.

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

Selanjutnya, perlu dipilih kasus yang menguntungkan dalam analisis, yaitu dipilih hidrograf yang terpisah (*isolated*) dan mempunyai satu puncak (*single peak*), serta hujan yang cukup serta agihan jam-jamannya. Syarat diatas sebenarnya bukan merupakan keharusan, kecuali untuk mempermudah hitungan yang dilakukan.

Memperhatikan uraian sebelumnya hidrograf satuan yang dihitung untuk setiap kasus banjir, belum merupakan hidrograf satuan yang dianggap mewakili DAS yang bersangkutan. Untuk itu, diperlukan hidrograf satuan yang diturunkan dari banyak kasus banjir, kemudian dirata-ratakan untuk memperoleh hidrograf satuan yang dianggap mewakili DAS yang bersangkutan. Perataan hendaknya tidak hanya dilakukan dengan merata-ratakan ordinat masing-masing hidrograf satuan. Apabila perataan dilakukan

dengan cara ini, akan diperoleh hidrograf satuan dengan debit puncak yang lebih kecil dari nilai rata-rata debit puncak masing-masing hidrograf satuan. Perataan dilakukan dengan merata-ratakan baik debit puncak maupun waktu capai puncaknya. Selanjutnya sisi resesinya dilakukan dengan menarik liku resesi rata-rata dengan memperhatikan agar volume hidrograf satuan sama dengan satuan volume yang ditetapkan.

Hidrograf satuan untuk suatu DAS yang diturunkan dengan perataan sejumlah hidrograf satuan yang berbeda, memberikan hidrograf satuan yang berbeda pula.

J. Perhitungan Curah Hujan Rata-rata

Di dalam suatu DAS biasanya terdapat satu atau beberapa stasiun curah hujan, untuk mencatat curah hujan yang jatuh. Suatu DAS yang ideal akan mempunyai beberapa stasiun pencatat curah hujan untuk mengantisipasi keragaman curah hujan yang jatuh. 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.

1. Metode Aritmatik

Metode Aritmatik adalah metode yang paling sederhana dari ketiga metode di atas. Metode Aritmatik dilakukan dengan menjumlahkan

seluruh data hujan harian di masing-masing stasiun dan membaginya dengan jumlah stasiun.

Rumus umum metode Aritmatik adalah :

$$\bar{R} = \frac{R_1 + \dots + R_n}{n} \dots\dots\dots (3)$$

Dimana :

\bar{R} = hujan rata-rata DAS pada suatu hari (mm)

$R_1 \dots R_n$ = hujan yang tercatat di stasiun 1 sampai stasiunn pada hari yang sama (mm)

N = jumlah stasiun hujan

Metode Aritmatik ini mempunyai kelebihan yaitu mudah untuk dilaksanakan. Artinya perhitungannya sederhana dan tidak perlu mengacu pada luas DAS atau hal-hal lain yang berhubungan dengan karakteristik DAS. Kelemahan metode ini adalah apabila DAS yang diamati berukuran besar dan curah hujan yang tercatat sangat berbeda antar stasiun. Hal ini akan menyebabkan tidak akuratnya hasil perhitungan.

2. Metode Polygon Thiessen

Dalam menghitung curah hujan harian dengan metode Polygon Thiessen, stasiun-stasiun hujan yang ada di dalam DAS dihubungkan satu sama lain sehingga membentuk polygon. Dari polygon-polygon tersebut akan membentuk daerah-daerah hujan yang diwakili oleh satu stasiun.

Prosedur perhitungan curah hujan rata-rata DAS dengan metode polygon Thiessen adalah sebagai berikut :

- a. Hubungkan setiap stasiun hujan dengan garis lurus sehingga membentuk polygon segitiga
- b. Tarik garis tegak lurus dan di tengah-tengah polygon-polygon segitiga
- c. Hitung luas masing-masing daerah hujan
- d. Hitung hujan rata-rata DAS dengan rumus :

$$\bar{R} = \frac{R_1 \cdot A_1 + \dots + R_n \cdot A_n}{A} \dots\dots\dots (4)$$

Dimana :

\bar{R} = hujan rata-rata DAS pada suatu hari (mm)

$R_1 \dots R_n$ = hujan yang tercatat distasiun 1 sampai stasiun n pada hari yang sama (mm)

N = jumlah stasiun

$A_1 \dots A_n$ = luas daerah hujan 1 sampai n (km^2)

A = luas total DAS (km^2)

Metode Thiessen ini dapat dikatakan lebih akurat daripada metode Aritmatik, sebab curah hujan rata-rata DAS dihitung berdasarkan pembagian daerah hujan. Walaupun begitu metode ini masih bergantung dari subjektifitas si pembuat polygon. Oleh karena itu perhitungan yang dilakukan oleh seseorang cenderung akan berbeda dengan perhitungan orang lain, walaupun pada DAS yang sama.

3. Metode Isohyet

Dalam perhitungan hujan rata-rata DAS dengan metode Isohyet, DAS dibagi menjadi daerah-daerah hujan yang dibatasi oleh garis kontur yang

menggambarkan variasi curah hujan di DAS. Prosedur perhitungan curah hujan rata-rata DAS dengan metode Isohyet, adalah sebagai berikut :

- a. Buatlah garis kontur hujan dengan merujuk pada curah hujan di masing-masing stasiun
- b. Hitung luas masing-masing daerah hujan
- c. Hitung hujan rata-rata DAS dengan rumus :

$$\bar{R} = \frac{R_1 \cdot A_1 + \dots + R_n \cdot A_n}{A} \dots\dots\dots (5)$$

dimana :

\bar{R} = hujan rata-rata DAS pada suatu hari (mm)

$R_1 \dots R_n$ = hujan yang tercatat distasiun 1 sampai stasiun n pada hari yang sama (mm)

n = jumlah stasiun

$A_1 \dots A_n$ = luas daerah hujan 1 sampai n (km²)

A = luas total DAS (km²)

Metode Isohyet dapat dilakukan lebih akurat daripada metode Aritmatik dan metode Polygon Thiessen, sebab curah hujan rata-rata DAS dihitung berdasarkan pembagian daerah hujan yang sangat teliti. Walaupun demikian, metode Isohyet adalah metode yang tersulit.

Metode ini masih bergantung dari subjektifitas si pembuat kontur. Oleh karena itu yang dilakukan seseorang cenderung akan berbeda dengan perhitungan orang lain, walaupun pada DAS yang sama.

K. 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.

1. Perhitungan nilai rata-rata (\bar{x})

Nilai rata-rata dirumuskan dengan :

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n} \dots\dots\dots (6)$$

Dimana :

x = nilai rata-rata

n = jumlah data

2. Perhitungan Standar Deviasi (Std(x))

Nilai standar Deviasi dirumuskan dengan :

$$std(x) = \sqrt{\frac{(x - \bar{x})^2}{n - 1}} \dots\dots\dots (7)$$

Dimana :

std (x) = standar deviasi

\bar{x} = nilai rata-rata

N = jumlah data

3. Perhitungan Koefisien Kemencengan atau Skewness (Cs)

Nilai koefisien skewness suatu data dirumuskan dengan :

$$Cs = \frac{n \sum (x - \bar{x})^3}{(n - 1)(n - 2)(std(x))^3} \dots\dots\dots (8)$$

Dimana :

Cs = koefisien skewness

Std (x) = standar deviasi

\bar{x} = nilai rata-rata

n = jumlah data

4. Perhitungan Koefisien Kurtosis (Ck)

Nilai koefisien kurtosis suatu data dirumuskan dengan :

$$Ck = \frac{n^2 \sum (x - \bar{x})^4}{(n-1)(n-2)(n-3)(std(x))^4} \dots\dots\dots (9)$$

Dimana :

Ck = koefisien kurtosis

Std(x) = standar deviasi

\bar{x} = nilai rata-rata

n = jumlah data

L. Analisis Frekuensi

Analisis frekuensi dalam hidrologi digunakan untuk memperkirakan curah hujan atau debit rancangan dengan kala ulang tertentu. 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.

1. Metode Gumble

Metode Gumble diciptakan oleh E.J. Gumble pada tahun 1941. Dalam metode ini data yang diolah diasumsikan mempunyai sebaran tertentu yang disebut sebaran Gumble.

Langkah-langkah pengerjaan perhitungan curah hujan atau debit rancangan dengan metode Gumble adalah sebagai berikut :

- a. Mengumpulkan data curah hujan atau debit harian maksimum tahunan dan menyusunnya dalam satu tabel data. Hujan atau debit harian maksimum tahunan adalah hujan atau debit harian tertinggi dalam tahun tertentu.
- b. Mencari nilai rata-rata dan standar deviasi dari data
- c. Menghitung hujan atau debit rancangan dengan rumus :

$$R_T = \bar{R} + \frac{(Y_T - Y_n)}{S_n} Std(R) \quad \dots\dots\dots (10)$$

Dimana :

R_T = curah hujan rencana dengan periode ulang T

\bar{R} = rata-rata data

Y_T = reduced varieties yang nilainya dihitung berdasarkan rumus

$$Y_T = -\ln\left(-\ln\left[\frac{(T-1)}{T}\right]\right) \quad \dots\dots\dots (11)$$

T = kala ulang

Y_n = reduced mean yang nilainya berdasarkan jumlah data

Std(R) = standar deviasi dari data

S_n = reduced standar deviation yang nilainya berdasarkan jumlah data

2. Metode Log Pearson III

Metode ini disebut Log Pearson III karena metode ini melibatkan tiga parameter dalam proses perhitungannya. Ketiga parameter tersebut adalah harga rata-rata data, standar deviasi data, dan koefisien kemencengan data.

Langkah-langkah pengerjaan perhitungan hujan atau debit rancangan dengan metode Log Pearson III ini adalah :

- a. Mengumpulkan hujan atau debit harian maksimum tahunan dan menyusunnya dalam suatu tabel data
- b. Mencari nilai log dari masing-masing data
- c. Mencari nilai rata-rata, standar deviasi, dan koefisien kemencengan dari log data
- d. Menghitung log hujan atau debit rancangan dengan rumus :

$$\log(R_T) = \overline{\log(R)} + \text{std}(\log(R))G \quad \dots\dots\dots (12)$$

Dimana :

$\log(R_T)$ = log dari curah hujan rencana dengan periode ulang T

$\overline{\log(R)}$ = log dari rata-rata data

$\text{Sta}(\log(R))$ = standar deviasi dari $\log(R)$

G = koefisien Pearson yang nilainya didapat berdasarkan nilai Cs dan T

- e. Menghitung curah hujan atau debit rancangan dengan rumus :

$$R_T = 10^{\log(R_T)} \quad \dots\dots\dots (13)$$

3. Metode Distribusi Normal

Distribusi normal adalah simetris terhadap sumbu vertikal dan berbentuk lonceng yang disebut juga dengan distribusi Gauss. Distribusi normal

mempunyai 2 parameter yaitu rerata μ dan deviasi standar σ dari populasi. Sri Harto (1993) memberikan sifat-sifat distribusi normal, yaitu nilai koefisien kemencengan (*skewness*) sama dengan nol ($C_s \approx 0$) dan nilai koefisien kurtosis ($C_k \approx 3$). Selain itu terdapat sifat-sifat distribusi frekuensi kumulatif berikut ini :

$$P(\bar{x} - s) = 15,87\%$$

$$P(\bar{x}) = 50\%$$

$$P(\bar{x} + s) = 84,14\%$$

Kemungkinan variant berada pada daerah $(\bar{x} - s)$ dan $(\bar{x} + s)$ adalah 68,27% dan yang berada antara $(\bar{x} - 2s)$ dan $(\bar{x} + 2s)$ adalah 95,44%.

4. Metode Distribusi Lognormal

Distribusi log normal digunakan apabila nilai nilai dari variabel random tidak mengikuti distribusi normal, tetapi nilai logaritmanya memenuhi distribusi normal. Sri harto (1993) memberikan sifat-sifat distribusi log normal, berikut :

$$\text{Nilai kemencengan : } C_s = C_v^3 + 3C_v \quad \dots\dots\dots (14)$$

$$\text{Nilai kurtosis : } C_k = C_v^6 + 6C_v^5 + 15C_v^4 + 16C_v^3 + 3 \quad \dots\dots\dots (15)$$

M. 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. Data yang diperlukan untuk menurunkan hidrograf satuan terukur di DAS yang ditinjau adalah data hujan otomatis dan pencatatan debit kontrol. Beberapa anggapan dalam penggunaan hidrograf satuan adalah sebagai berikut ini :

1. Hujan efektif mempunyai intensitas konstan selama durasi hujan efektif. Untuk memenuhi anggapan ini maka hujan deras yang dipilih untuk analisis adalah data hujan dengan durasi singkat.
2. Hujan efektif terdistribusi secara merata pada seluruh DAS. Dengan anggapan ini maka hidrograf satuan tidak berlaku untuk DAS yang sangat luas, karena sulit untuk mendapatkan hujan merata diseluruh DAS. Penggunaan pada DAS yang sangat luas dapat dilakukan dengan membagi DAS menjadi sub DAS, dan pada setiap sub DAS dilakukan analisis hidrograf satuan.

Dari data hujan dan hidrograf limpasan langsung yang tercatat pada setiap interval waktu tertentu (misalnya tiap jam), selanjutnya dilakukan pemilihan data untuk analisis selanjutnya. Untuk penurunan hidrograf satuan dipilih kasus banjir dan hujan penyebab banjir dengan kriteria berikut ini :

1. Hidrograf banjir berpuncak tunggal. Hal ini dimaksudkan untuk memudahkan analisis.
2. Hujan penyebab banjir terjadi merata diseluruh DAS, hal ini dipilih untuk memenuhi kriteria teori hidrograf satuan.

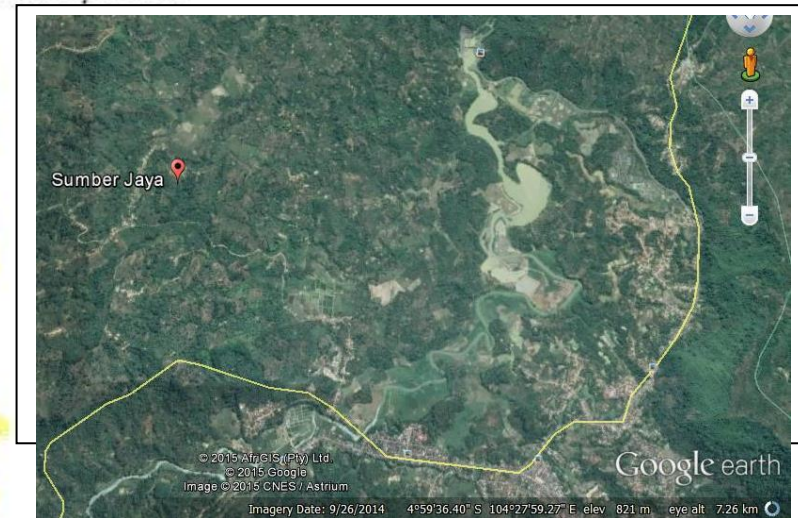
3. Dipilih kasus banjir dengan debit puncak yang relatif cukup besar.

Berdasarkan kriteria tersebut maka terdapat banyak kasus banjir. 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.

III. METODOLOGI PENELITIAN

A. Lokasi Penelitian

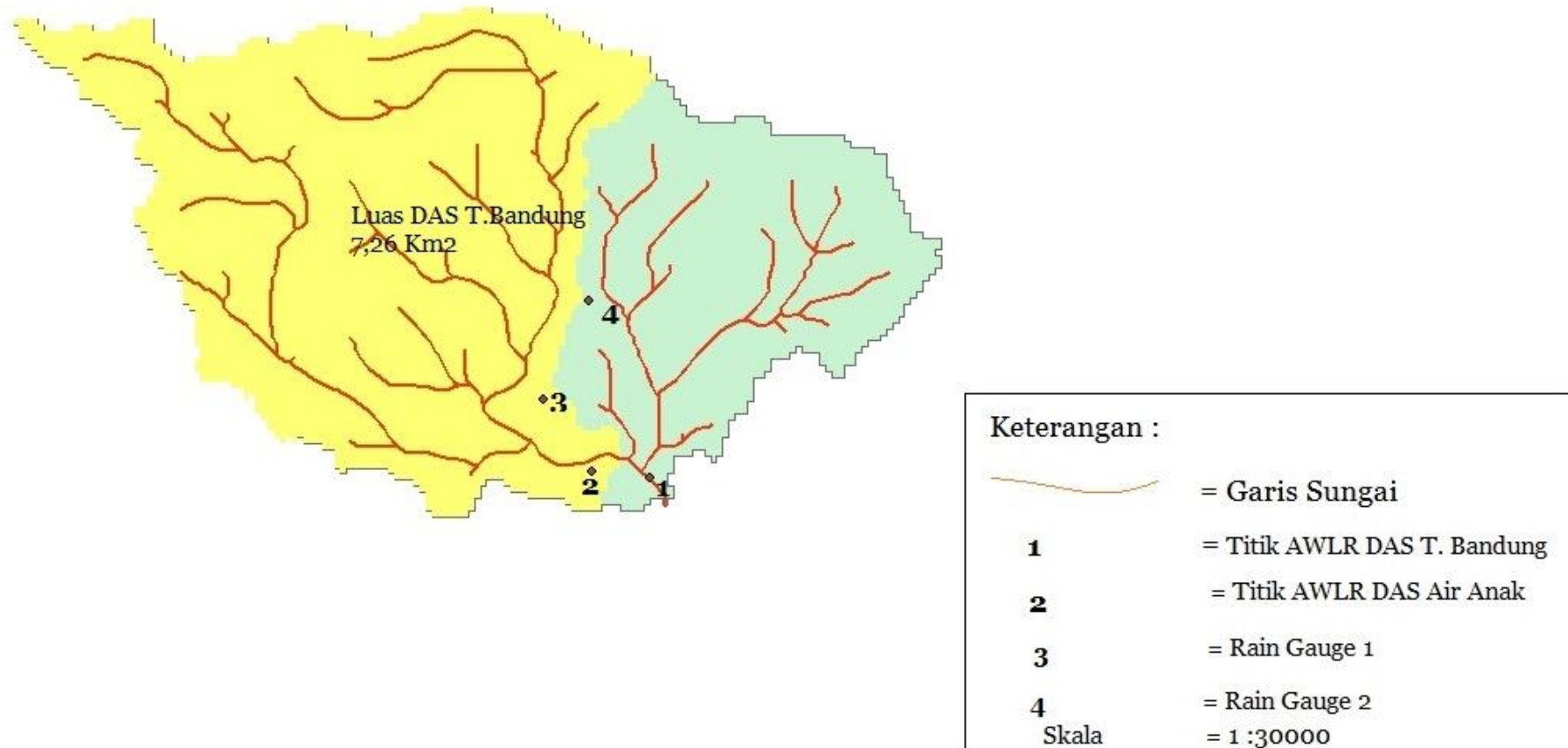
Lokasi penelitian ini akan dilakukan di bagian hulu anak sungai Way Besai yaitu Sungai Air Anak yang berada di Dusun Talang Bandung Desa Sindang Pagar Kecamatan Sumber Jaya, Lampung Barat. Lokasi penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 6 dan Gambar 7.



- TITIK AWLR 2
- GARIS SUNGAI
- AREA DAS

Skala 1:200000

Gambar 6.Lokasi Penelitian



Gambar 7. Gambar Das Talang Bandung

B. Data Yang Diperlukan

Data-data yang perlu dalam penelitian ini adalah :

1. Data curah hujan otomatis yang terdapat pada Sub DAS Way Besai bagian hulu.
2. Data penampang melintang sungai (*cross section*).
3. Data ketinggian muka air baik yang tercatat secara manual maupun yang terekam pada AWLR (*Automatic Water Level Recorder*).
4. Data kecepatan aliran sungai.
5. Data karakteristik Sub DAS Anak Way Besai

C. Alat Yang Digunakan

Alat-alat yang digunakan selama penelitian ini, yaitu :

1. Alat penakar hujan otomatis type *tipping bucket*.
2. Alat pengukur tinggi muka air otomatis atau AWLR (*Automatic Water Level Recorder*).
3. *Peilscale* (meteran kayu), digunakan untuk mengukur tinggi muka air secara manual.
4. Cat, digunakan untuk membuat tanda ukur di dinding penahan banjir.
5. *Current meter*, digunakan untuk mengukur kecepatan aliran sungai.
6. Meteran, digunakan untuk mengukur penampang sungai.
7. Pipa PVC solid, digunakan untuk melindungi alat *water level probe* yang ditanamkan di sungai sehingga tinggi muka air sungai dapat terukur dengan *time step* yang kecil.

Semua peralatan yang dipakai selama penelitian ini dilakukan diperlihatkan oleh Gambar 8.



Gambar 8. (a). Alat Penakar Hujan otomatis tipe *tipping bucket*, (b). Alat pengukur tinggi muka air otomatis atau AWLR, (c). Pipa PVC, (d). *Current meter*, (e). *Peilscale*.

D. Metode 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. Setelah itu diplotkan pada kertas grafik atau program komputer, dan membuat hubungan grafis antara kedua item tersebut dengan cara sederhana yaitu menghubungkan titik-titik pengukuran dengan garis lengkung di atas kertas grafik atau dengan cara menggunakan program komputer. 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. Hidrograf tinggi muka air yang didapatkan dari alat pengukur otomatis atau AWLR diubah menjadi hidrograf aliran dengan cara mengalikan persamaan yang didapatkan pada pembuatan liku kalibrasi dengan data tinggi muka air.
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. Awal sisi naik ditandai dengan berubahnya ordinat hidrograf dari konstan menjadi naik, sebaliknya akhir sisi resesi ditandai dengan berubahnya hidrograf aliran dari ordinat menurun menjadi konstan. Hidrograf limpasan langsung (HLL) diperoleh dengan memperkurangkan hidrograf total dengan aliran dasar (*base flow*).

8. Menghitung curah hujan efektif atau sering dinyatakan dengan indeks phi (ϕ). Hujan efektif dalam analisis ini diartikan sebagai hujan yang dapat menyebabkan terjadinya limpasan langsung, yaitu hujan total setelah dikurangi dengan kehilangan-kehilangan dalam hal ini yang dapat dihitung adalah infiltrasi dan dinyatakan dengan indeks phi (ϕ). Besarnya indeks phi diperoleh dengan membagi selisih hujan total dan hujan yang menyebabkan limpasan langsung dengan lama hujan. Hujan yang menyebabkan limpasan langsung diperoleh dengan cara membagi jumlah total debit limpasan langsung dengan luas DAS (mm/jam).
9. Menghitung dan membuat ordinat hidrograf satuan masing-masing hidrograf banjir. Diandaikan hidrograf satuan yang terjadi mempunyai ordinat berturut-turut U_1 , U_2 , dan seterusnya. Setelah itu hidrograf satuan tersebut dikalikan dengan hujan efektif (R) yang bersangkutan, maka akan diperoleh hidrograf limpasan langsung. Dengan cara membandingkan ordinat hidrograf limpasan langsung yang didapat dari hitungan ini dengan ordinat hidrograf limpasan langsung yang terukur, maka diperoleh ordinat-ordinat hidrograf satuan U_1 ,

U_2 , dan seterusnya. Penjelasan diatas dapat disederhanakan dan dapat dilihat pada penjelasan dibawah ini ;

$$R_1 : R_1U_1 \quad R_1U_2 \quad R_1U_3 \quad R_1U_4 \quad R_1U_5 \quad R_1U_6 \quad R_1U_7 \quad \dots$$

$$R_2 : \quad \quad R_2U_1 \quad R_2U_2 \quad R_2U_3 \quad R_2U_4 \quad R_2U_5 \quad R_2U_6 \quad R_2U_7 \quad \dots$$

$$R_3 : \quad \quad \quad R_3U_1 \quad R_3U_2 \quad R_3U_3 \quad R_3U_4 \quad R_3U_5 \quad R_3U_6 \quad R_3U_7 \quad \dots$$

$$\dots : \quad \quad \quad \quad \quad \quad \dots \quad \dots \quad \dots \quad \dots \quad \dots \quad \dots \quad \dots \quad \dots$$

$$\quad \quad \quad A \quad B \quad C \quad D \quad E \quad F \quad G \quad H \quad I \quad \dots$$

Selanjutnya bandingkan dengan hidrograf limpasan langsung terukur

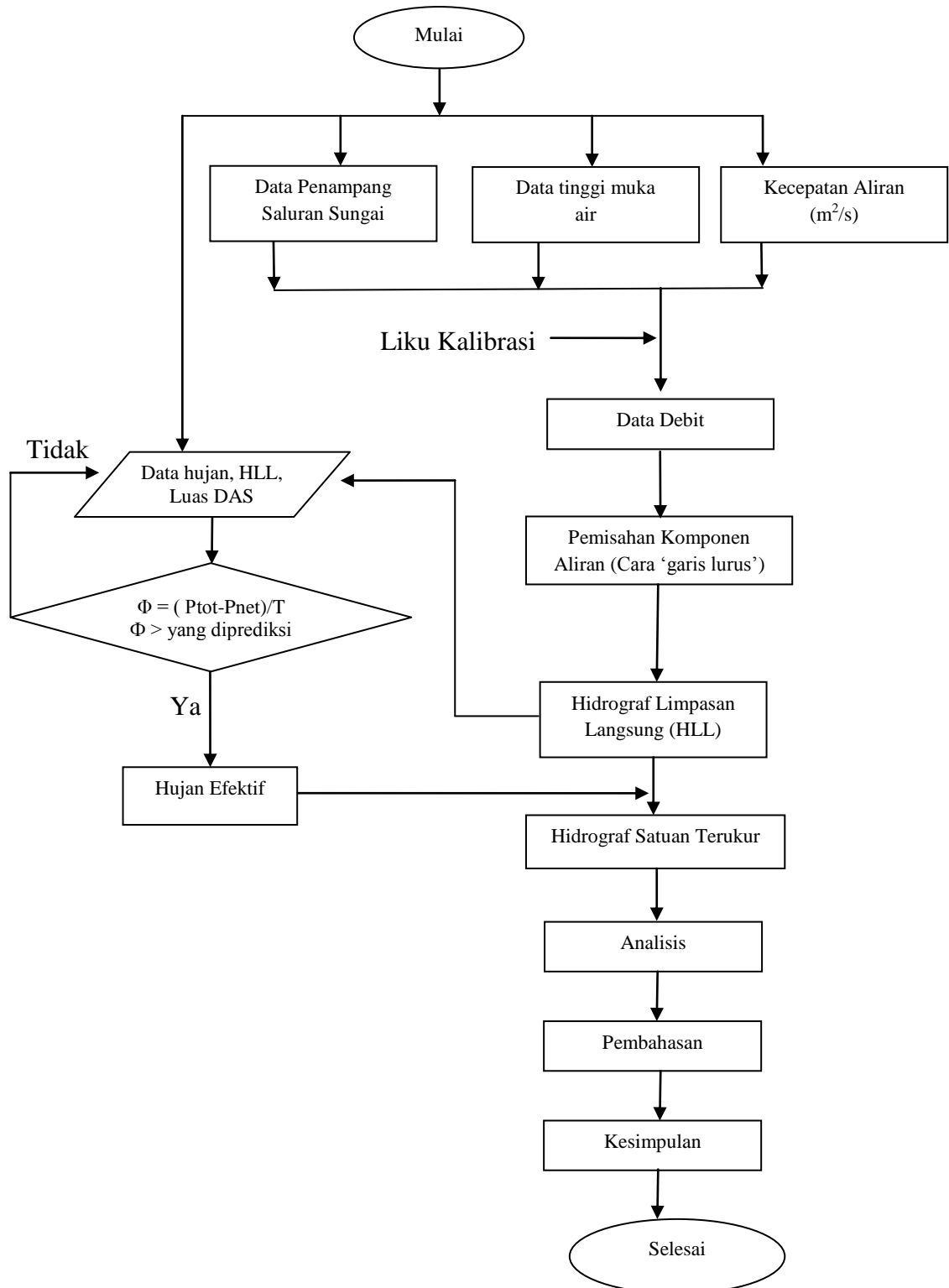
$$A : R_1U_1 = U_1 \quad \quad \quad U_1 = \dots$$

$$B : R_1U_2 + R_2U_1 = U_2 \quad \quad \quad U_2 = \dots$$

$$C : R_1U_3 + R_2U_2 + R_3U_1 = U_3 \quad \quad \quad U_3 = \dots$$

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).

E. Bagan Alir Penelitian



Gambar 9. Bagan Alir Penelitian HST Hulu Anak Sungai Way Besai

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian ini dan pembahasan yang telah diuraikan sebelumnya, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Karakteristik HST sub DAS Way Besai yaitu DAS Air Anak dan Talang Bandung yang terletak di Desa Talang Bandung Pekon Sindang Pagar Kec. Sumber Jaya Kabupaten Lampung Barat, yaitu :
 - a. Untuk periode waktu 10 menitan HST DAS Air Anak dan DAS Talang Bandung yaitu debit puncak rata-rata (Q_p) sebesar $0,379 \text{ m}^3/\text{det}$ dan $0,451 \text{ m}^3/\text{det}$, waktu menuju puncak (T_p) sama yaitu pada 10 menit kesepuluh (100 menit), dan waktu dasarnya (T_b) adalah selama 540 dan 650 menit. Untuk waktu dasar terpanjang adalah 960 dan 870 menit dan waktu terpendek adalah 240 dan 400 menit. Sedangkan debit puncak terbesar adalah $1,108 \text{ m}^3/\text{det}$ dan $0,953 \text{ m}^3/\text{det}$.
 - b. Untuk periode waktu 20 menitan HST DAS Air Anak DAS Talang Bandung yaitu debit puncak rata-rata (Q_p) sebesar $0,353 \text{ m}^3/\text{det}$ dan $0,424 \text{ m}^3/\text{det}$, waktu menuju puncak (T_p) sama yaitu pada 10 menit kesepuluh (100 menit), dan waktu dasarnya (T_b) selama 540 dan 600 menit. Untuk waktu dasar terpanjang sama yaitu 960 menit dan waktu terpendek adalah

240 dan 400 menit. Sedangkan debit puncak terbesar adalah $0,759 \text{ m}^3/\text{det}$ dan $1,091 \text{ m}^3/\text{det}$.

- c. Untuk periode waktu 30 menitan HST DAS Air Anak dan Talang Bandung yaitu mempunyai debit puncak rata-rata (Q_p) sebesar $0,322 \text{ m}^3/\text{det}$ dan $0,407 \text{ m}^3/\text{det}$, waktu menuju puncak (T_p) sama yaitu pada 30 menit ketiga (90 menit), dan waktu dasarnya (T_b) selama 560 dan 690 menit. Untuk waktu dasar terpanjang adalah 960 dan 990 menit akan tetapi waktu terpendek adalah 210 dan 330 menit. Sedangkan debit puncak terbesar adalah $0,729 \text{ m}^3/\text{det}$ dan $0,942 \text{ m}^3/\text{det}$.
 - d. Untuk periode waktu 60 menitan 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 $0,706 \text{ m}^3/\text{det}$.
2. Waktu puncak, debit puncak dan waktu dasar yang ada pada DAS Air Anak dan DAS Talang Bandung adalah :
- a. Waktu menuju puncak untuk DAS Air Anak dan DAS Talang Bandung sama. Seperti dipaparkan sebelumnya untuk periode waktu 10 menitan dan 20 menitan kedua DAS tersebut mempunyai rata-rata waktu menuju puncak yang sama yaitu pada waktu 100 menit, begitupula periode 60 menitan yaitu pada waktu 120 menit (2 jam), sedangkan pada periode 30 menitan waktu menuju

puncaknya yaitu pada waktu 90 menit. Hal ini dikarenakan perbedaan luas kedua DAS yang tidak jauh berbeda sehingga waktu limpasan langsung menuju sungai relatif sama. Untuk DAS Air Anak luas DASnya adalah sebesar 4,95 km² dan 7,26 km² untuk DAS Talang Bandung.

- b. Debit puncak untuk DAS Talang Bandung relatif lebih besar dari debit puncak untuk DAS Air Anak. Hal ini dikarenakan karena daerah aliran untuk DAS Talang Bandung lebih besar dibandingkan DAS Air Anak.
 - c. Waktu dasar untuk DAS Talang Bandung relatif sedikit lebih lama dari waktu dasar untuk DAS Air Anak tetapi tidak berbeda jauh. Hal ini dikarenakan meskipun luas DAS Talang Bandung lebih besar tetapi sub DAS dari DAS Air Anak lebih banyak dibandingkan DAS Talang Bandung.
3. Hidrograf banjir kala ulang 2 tahun, 5 tahun, 10 tahun dan 25 tahun mempunyai debit puncak banjir yang berbeda untuk masing-masing DAS. Untuk DAS Air Anak debit banjir puncaknya meliputi untuk kala ulang 2 tahun, 5 tahun, 10 tahun, dan 25 tahun adalah sebesar 10,039 m³/d, 13,119 m³/d, 14,894 m³/d, dan 16,832 m³/d. Sedangkan untuk DAS Talang Bandung debit banjir puncaknya adalah sebesar 11,945 m³/d untuk kala ulang 2 tahun, 15,607 m³/d untuk kala ulang 5 tahun, untuk kala ulang 10 tahun 17,716 m³/d dan 20,179 m³/d untuk kala ulang 25 tahun. Hal ini disebabkan oleh luas DAS yang berbeda, jumlah sub das yang berbeda, dan penampang sungai yang berbeda

B. SARAN

Berdasarkan penelitian ini, disarankan adanya perhatian pada hal-hal berikut :

1. Perlu adanya konservasi hutan/ penanaman kembali hutan yang telah gundul untuk mengembalikan fungsi hutan kembali.
2. Perlu penambahan *rain gauge* pada beberapa daerah sepanjang DAS terutama di sekitar DAS Air Anak dan DAS Talang Bandung, sehingga dapat diprediksi curah hujan rata-rata yang lebih akurat dibandingkan dengan penempatan satu *rain gain*.
3. Perlu adanya penambahan data kejadian banjir terutama pada DAS Talang Bandung, sehingga hidrograf satuan rata-rata dapat lebih mewakili karakteristik DAS yang ada.
4. Untuk penelitian selanjutnya sebaiknya dilakukan pencatatan tinggi muka air lebih banyak agar bisa mendapatkan ketelitian yang lebih akurat untuk kalibrasi antara peilscale dan alat pencatat tinggi muka air (AWLR).

DAFTAR PUSTAKA

- 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. 1991. Penetapan Jumlah Kasus Banjir Pada Analisis Hidrograf Satuan.
- 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 S., Takeda, Kensaku. 1980. Hidrologi Untuk Pengairan. P.T. Paradnya Paramita. Jakarta.
- Sosrodarsono, Suyono. 2006. Hidrologi Untuk Pengairan. P.T. Paradnya Paramita. Jakarta.
- Suripin. 2004. Sistem *Drainase* Yang Berkelanjutan. UNDIP Semarang.