

**ANALISIS PERBANDINGAN HIDROGRAF SATUAN SINTETIK GAMA I
DAN SCS (HEC-HMS) DENGAN HIDROGRAF SATUAN TERUKUR
DI SUNGAI WAY BESAI**

(Skripsi)

Oleh

FADHEL DZAKI AL – IMANY SEMBIRING



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2019**

ABSTRACT

The Way Besai River is located in Sumber Jaya District, West Lampung Regency. River discharge is an indicator of watershed function in transforming rain into stream flow. River discharge is generally presented by hydrograph. There are two methods to derive unit hydrograph, i. e. Measured Unit Hydrograph method (HST) and Synthetic Unit Hydrograph method (HSS). Synthetic Unit Hydrograph is used if the watershed does not have sufficient hydrometry data for calculating flood discharge. The purpose of this study is to analyze Synthetic Unit Hydrograph Gama I, Synthetic Unit Hydrograph SCS (HEC-HMS), and measured unit hydrograph for Way Besai River.

The method used in this study includes Synthetic Unit Hydrograph Gama I, Synthetic Unit Hydrograph SCS (HEC-HMS), and Measured Unit Hydrograph. The results of this study show that Unit Hydrograph derived from Synthetic Unit Hydrograph SCS (HEC-HMS) is better than the result derived from Synthetic Unit Hydrograph Gama I based on peak discharge, peak time, base time and base flow values.

Keywords: Watershed, Discharge, Synthetic Unit Hydrograph, Measured Hydrograph Unit, SCS (HEC-HMS), Gama I.

ABSTRAK

Sungai Way Besai merupakan anak sungai yang berlokasi di Kecamatan Sumber Jaya, Kabupaten Lampung Barat. Debit sungai merupakan indikator fungsi DAS dalam transformasi hujan menjadi aliran. Debit umumnya disajikan dalam bentuk hidrograf. Terdapat dua metode untuk mendapatkan nilai hidrograf pada suatu DAS, yaitu metode Hidrograf Satuan Terukur (HST) dan Hidrograf Satuan Sintetik (HSS). Hidrograf satuan sintetik adalah metode perhitungan hidrograf yang digunakan apabila DAS tidak memiliki alat ukur hidrometri dan data-data lain untuk perhitungan debit banjir. Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisis Hidrograf Satuan Sintetik Gama I dan SCS (HEC-HMS) serta menganalisis hidrograf satuan terukur.

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode Hidrograf Satuan Sintetik Gama I, Hidrograf Satuan Sintetik SCS (HEC-HMS), dan Hidrograf Satuan Terukur. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa Hidrograf Satuan Sintetik SCS (HEC-HMS) lebih baik dibandingkan dengan Hidrograf Satuan Sintetik Gama I berdasarkan nilai debit puncak, waktu puncak, waktu dasar dan aliran dasar

Kata Kunci : DAS, Debit, Hidrograf Satuan Sintetik, Hidrograf Satuan Terukur, HSS SCS (HEC-HMS), HSS Gama I.

**ANALISIS PERBANDINGAN HIDROGRAF SATUAN SINTETIK GAMA I
DAN SCS (HEC-HMS) DENGAN HIDROGRAF SATUAN TERUKUR
DI SUNGAI WAY BESAI**

Oleh

FADHEL DZAKI AL – IMANY SEMBIRING

(Skripsi)

**Sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar
SARJANA TEKNIK**

Pada

Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Lampung



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2019**

Judul Skripsi : **ANALISIS PERBANDINGAN HIDROGRAF SATUAN SINTETIK GAMA I DAN SCS (HEC-HMS) DENGAN HIDROGRAF SATUAN TERUKUR DI SUNGAI WAY BESAI**

Nama Mahasiswa : **Fadhel Dzaki Al Imany Sembiring**

Nomor Pokok Mahasiswa : 1415011052

Program Studi : Teknik Sipil

Fakultas : Teknik

MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing

DR. Dyah Indriana K, S.T., M.Sc.
NIP 19691219 199512 2 001

Dwi Joko Winarno, S.T., M.Eng.
NIP 19690321 199512 1 001

2. Ketua Jurusan Teknik Sipil

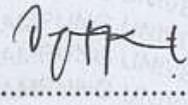
Gatot Eko Susillo, S.T., M.Sc., Ph.D.
NIP 19700915 199503 1 006

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

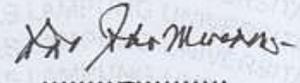
Ketua

: DR. Dyah Indriana K, S.T., M.Sc.



Sekretaris

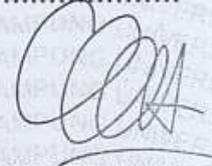
: Dwi Joko Winarno, S.T., M.Eng.



Penguji

Bukan Pembimbing

: Gatot Eko Susilo, S.T., M.Sc., Ph.D.



2. Dekan Fakultas Teknik



Prof. Dr. Suharno, M.Sc.

NIP. 19620717 198703 1 002



Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 31 Januari 2019

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini menyatakan dengan sebenarnya bahwa:

1. Skripsi dengan judul Analisis Perbandingan Hidrograf Satuan Sintetik Gama I dan SCS (HEC-HMS) dengan Hidrograf Satuan Terukur di 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 Penulis dan Pembimbing 1.

Atas pernyataan ini, apabila di kemudian 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, Februari 2019



RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Bandar Lampung, 16 Desember 1995. Penulis merupakan anak pertama dari empat bersaudara dari Bapak Wasisno Sembiring dan Ibu Eva Sudiana Yuliarti. Penulis memiliki 3 orang adik perempuan yang bernama Silsila Jana Firdasa Sembiring, Sabila Faiza Tsuraya Sembiring dan Malika Kautsarahmi Sembiring.

Penulis memulai pendidikan Taman Kanak-Kanak di TK Aisyiah Lampung Barat dan melanjutkan pendidikan sekolah dasar di SD Negeri 1 Way Mengaku Lampung Barat yang diselesaikan pada tahun 2008, Pada tahun 2011 penulis menyelesaikan pendidikan Sekolah Menengah Pertama di SMP Negeri 14 Bandar Lampung, dan melanjutkan Sekolah Menengah Atas di SMA Negeri 9 Bandar Lampung yang diselesaikan pada tahun 2014. Pada masa belajar di sekolah penulis aktif sebagai anggota Rohis.

Pada tahun 2014 penulis di terima sebagai mahasiswa fakultas teknik jurusan teknik sipil melalui jalur UMPTN dan tergabung dalam HIMATEKS.

Pada Agustus - Oktober 2017 penulis mengikuti Kuliah Kerja Nyata di desa Depok Rejo Kecamatan Trimurejo Kabupaten Lampung Tengah dan pada Maret 2017 mengikuti Kerja Praktik di Proyek Preservasi dan Rehabilitasi Jalan Terbanggi Besar – KM 10 (Panjang) – Teluk Betung Bandar Lampung, Tegineneng – Sukadana.

MOTO

*Jika Tidak Ada Perjuangan
Maka Tidak Akan Ada Kemajuan*

-Frederick Douglas-

Ya Allah...

*Sepercik ilmu telah engkau kurniakan kepadaku
Hanya puji syukur yang dapat kupersembahkan
kepada-Mu*

*Hamba hanya mengetahui sebagian ilmu yang
ada kepada-Mu*

(Q.S Ar-Rum : 41)

*Tugas Kita Bukanlah Untuk Berhasil.
Tugas Kita Adalah Untuk Mencoba,
Karena Di Dalam Mencoba Itulah Kita
Menemukan
Membangun Kesempatan Untuk Berhasil*

*-Mario
Teguh-*

PERSEMBAHAN

Alhamdulillahiralilahirabbilalamin. Kuucapkan Syukur atas Karunia-Mu Akhirnya saya dapat menyelesaikan sebuah karya yang semoga menjadikanku insan yang berguna, bermanfaat dan bermartabat. Aku Persembahkan karya sederhana ini

Untuk Kedua orang tuaku yang sangat aku cintai. Untuk ayah dan ibuku yang telah merawat dan memberikan dukungan materi serta moril dan spiritual. Terima kasih untuk kesabarannya dalam membimbing dan memberikan arahan serta nasihat yang berguna.

Terima kasih telah memeberikan pelajaran hidup yang sangat berharga.

Untuk Keluarga besarku Kakek Nenek serta Adik-adikku yang menjadi semangat terbesar dalam menyelesaikan tugas dan kewajibanku ini.

Untuk orang yang aku sayang dan sahabat-sahabatku yang telah mendukungku dan telah menjadi tempat untuk berbagi cerita dan tempat berkeluh kesah

Untuk para dosen yang tak hentinya memberikan ilmu pengetahuan, arahan serta bimbingannya.

Untuk teman-teman sejawat atas dukungannya dalam proses yang sangat panjang ini. Dan untuk mahasiswa lainnya khususnya Jurusan Teknik Sipil yang sedang mengalami proses ini untuk tetap optimis dan semangat dalam mengerjakan skripsi agar dapat membangun nusa dan bangsa agar lebih baik dan menjadi generasi muda yang cerdas dan berpendidikan.

SANWACANA

Dengan mengucapkan syukur Alhamdulillah dan atas berkat rahmat serta hidayah Allah S.W.T., penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Analisis Perbandingan Hidrograf Satuan Sintetik Gama I dan SCS (HEC-HMS) dengan Hidrograf Satuan Terukur di Sungai Way Besai”** sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar sarjana Teknik Sipil di Universitas Lampung.

Diharapkan dengan selesainya skripsi ini, Penulis dapat memberikan gambaran mengenai metode analisis hidrograf satuan sintetik (GAMA I dan SCS HEC-HMS) dan mengenalkan program HEC-HMS dikalangan umum serta mahasiswa khususnya yang dapat digunakan sebagai referensi dan pengembangan ilmu pengetahuan di bidang hidrologi.

Pada penyusunan laporan ini Penulis banyak mendapatkan bantuan, dukungan, bimbingan, dan pengarahan dari berbagai pihak. Untuk itu, Penulis mengucapkan terima kasih setinggi-tingginya kepada:

1. Prof. Dr. Suharno, M.Sc., selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Lampung.
2. Gatot Eko Susilo, S.T, M.Sc., Ph.D. selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil, Universitas Lampung dan selaku Dosen Penguji atas waktunya serta kritik dan saran yang diberikan dalam proses penyelesaian skripsi ini.

3. Dr. Dyah Indriana K., S.T., M.Sc., selaku Dosen Pembimbing Utama, atas kesediaan waktunya memberikan bimbingan dan pengarahan dalam proses penyelesaian skripsi ini
4. Dwi Joko Winarno, S.T., M. Eng., selaku Dosen Pembimbing Kedua, atas kesediaan waktu, arahan dan bimbingan serta dukungannya dalam proses penyelesaian skripsi ini.
5. Yuda Romdania, S.T., M. T., selaku dosen Pembimbing Akademik atas arahan selama masa perkuliahan.
6. Semua Dosen jurusan Teknik Sipil yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat dalam proses pembelajaran dan wawasan untuk lebih baik kedepannya.
7. Kedua orang tuaku tercinta Ayah Wasisno Sembiring, Ibu Eva Sudiana Yuliarti. Kakek dan Nenek yang telah memberikan dorongan materil dan spiritual dalam menyelesaikan skripsi ini.
8. Adik-adikku tersayang Silsila Jana Firdasa Sembiring, Sabila Faiza Tsuraya Sembiring, Malika Kautsarahmi Sembiring dan seluruh angkatan 2016 Teknik Sipil Unila yang telah membantu dalam proses penyelesaian skripsi ini.
9. Sahabatku akbar, Boim, Bowo, Joni, Adelifia, Nabila, Martha, Luthfi, Wira, Elfeny, Inoviana, Anniza, Dwi, telah menemani, memberikan semangat dan dukungan yang luar biasa dalam proses penyelesaian skripsi ini.

10. Sahabat lainnya Widya dan Bagus Imam atas kesediannya membantu pengambilan data, Fadhil, Putra, Jesica, dan Nadya yang telah memberikan semangat, doa dan dukungannya.
11. Rekan mahasiswa bimbingan Widya Aristiani terimakasih atas dukungan dan segala bantuannya.
12. Rekan mahasiswa KKN Dicki, Choco, Miranda, dan Devi atas dukungannya selama masa kuliah, KKN hingga terselesaikannya skripsi ini.
13. Rekan-rekan mahasiswa Jurusan Teknik Sipil Unila angkatan 2014 dan rekan-rekan mahasiswa yang lain yang tidak mungkin Penulis sebutkan satu per satu.
14. Sahabatku Siti Meidianti Sudari atas dukungan dan semangat yang diberikan sehingga terselesaikannya skripsi ini.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa laporan ini masih jauh dari kata sempurna oleh sebab itu kritik dan saran yang membangun sangat Penulis harapkan agar sempurnanya laporan ini dikemudian hari. Akhir kata, Penulis berharap semoga skripsi ini dapat berguna dan bermanfaat.

Bandar Lampung, Januari 2019

Penulis

Fadhel Dzaki Al-Imany Sembiring

DAFTAR ISI

Halaman

KATA PENGANTAR

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL i

DAFTAR GAMBAR.....iv

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah.....	3
C. Tujuan	4
D. Batasan Masalah	4
E. Manfaat Penelitian	4

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Sungai	5
B. Daerah Aliran Sungai.....	11
C. Hidrometri.....	13
D. Hidrograf.....	15
E. Debit	27
F. Program <i>Global Mapper</i> dan <i>Gis</i>	27
G. Program HEC-HMS.....	31
H. Penelitian Terdahulu	32

III. METODE PENELITIAN

A. Lokasi Penelitian.....	35
B. Tahapan Pengumpulan Data	36
C. Alat-alat yang digunakan	37
D. Pelaksanaan Penelitian.....	37
E. Bagan Alir Penelitian	41

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. (HSS) Hidrograf Satuan Sintetik Gama 1	42
B. Metode (HSS) Hidrograf Satuan Sintetik SCS (HEC-HMS)	59
C. Metode Hidrograf Satuan Terukur	65
D. Hidrograf Banjir	82

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan	124
B. Saran	126

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Hidrograf satuan metode <i>SCS</i>	21
2. Metode simulasi dalam program HEC-HMS.....	32
3. Panjang sungai tiap orde	43
4. Ordinat HSS Gama 1	56
5. Luas pembagian lahan kawasan pada DAS Way Besai	60
6. Nama Stasiun hujan	61
7. Koordinat stasiun pengukur curah hujan DAS Way Besai	61
8. Nilai CN dan Luasan Tata guna lahan SubDAS satu	62
9. Hasil analisis <i>SCS</i> (HEC-HMS)	64
10. Hubungan tinggi muka air, kecepatan aliran, dan penampang melintang sungai di DAS Way Besai tanggal 13 agustus 2016 pukul 16.30 WIB	65
11. Hubungan tinggi muka air, kecepatan aliran, dan penampang melintang sungai di DAS Way Besai tanggal 17 agustus 2016 pukul 08.00 WIB	67
12. Hubungan tinggi muka air, kecepatan aliran, dan penampang melintang sungai di DAS Way Besai tanggal 23 Agustus 2016 pukul 09.00 WIB	68
13. Hubungan tinggi muka air, kecepatan aliran, dan penampang melintang sungai di DAS Way Besai tanggal 1 September 2016 pukul 09.00 WIB ...	70
14. Hubungan tinggi muka air, kecepatan aliran, dan penampang melintang sungai di DAS Way Besai tanggal 7 September 2016 pukul 21.15 WIB	71

15. Hubungan tinggi muka air, kecepatan aliran, dan penampang melintang sungai di DAS Way Besai tanggal 7 September 2016 pukul 22.30 WIB	73
16. Hubungan debit dan tinggi muka air	74
17. Hasil perhitungan hidrograf limpasan langsung di Way Petai pada tanggal 28 Agustus 2016	77
18. Hidrograf satuan terukur bulan agustus tahun 2016 di DAS Way Petay	79
19. Hasil perhitungan menggunakan metode Hidrograf Satuan Terukur dan Hidrograf Satuan Sintetis Gama 1 dan HEC-HMS	81
20. Perhitungan curah hujan rata-rata maksimum stasiun hujan R_{233}	83
21. Perhitungan curah hujan rata-rata maksimum stasiun hujan R_{275}	84
22. Curah hujan harian rata-rata maksimum Tahunan DAS Way Besai	85
23. Distribusi frekuensi curah hujan	86
24. Distribusi frekuensi curah hujan metode <i>Log Pearson III</i>	88
25. Analisa jenis sebaran dapat dilihat bahwa parameter statistik yang digunakan adalah <i>Log Pearson III</i>	90
26. Perhitungan nilai k pada distribusi <i>Log Pearson III</i>	91
27. Perhitungan curah hujan rata-rata kala ulang tertentu	92
28. Hujan efektif DAS Way Petay	92
29. Perhitungan debit banjir berdasarkan Hidrograf Satuan Terukur kala ulang 2 tahunan dan tahunan	93
30. Perhitungan debit banjir berdasarkan Hidrograf Satuan Terukur kala ulang 10 tahunan dan 25 tahunan	93
31. Perhitungan debit banjir berdasarkan Hidrograf Satuan Terukur kala ulang 50 tahunan	94

32. Perhitungan debit banjir Hidrograf Satuan Terukur kala ulang 100 tahunan	95
33. Perhitungan debit banjir berdasarkan Hidrograf Satuan Sintetik Gama I kala ulang 2 tahunan	99
34. Perhitungan debit banjir berdasarkan Hidrograf Satuan Sintetik Gama I kala ulang 5 tahunan	101
35. Perhitungan debit banjir berdasarkan Hidrograf Satuan Sintetik Gama I kala ulang 10 tahunan	104
36. Perhitungan debit banjir berdasarkan Hidrograf Satuan Sintetik Gama I kala ulang 25 tahunan	107
37. Perhitungan debit banjir berdasarkan Hidrograf Satuan Sintetik Gama I kala ulang 50 tahunan	110
38. Perhitungan debit banjir berdasarkan Hidrograf Satuan Sintetik Gama I kala ulang 100 tahunan	112
39. Perhitungan debit banjir berdasarkan Hidrograf Satuan Sintetik SCS (HEC-HMS) kala ulang 2 tahunan dan 5 tahunan	118
40. Perhitungan debit banjir berdasarkan Hidrograf Satuan Sintetik SCS (HEC-HMS) kala ulang 10 tahunan dan 25 tahunan	119
41. Perhitungan debit banjir berdasarkan Hidrograf Satuan Sintetik SCS (HEC-HMS) kala ulang 50 tahunan	119
42. Perhitungan debit banjir berdasarkan Hidrograf Satuan Sintetik SCS (HEC-HMS) kala ulang 100 tahunan (lanjutan)	120

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Sungai dan bagian-bagian sungai.....	6
2. Sungai menurut arah aliran	7
3. Sungai <i>dendritik</i>	8
4. Sungai <i>pinnate</i>	8
5. Sungai <i>trellis</i>	9
6. Sungai <i>rectangular</i>	9
7. Sungai <i>annular</i>	10
8. Sungai <i>radial sentrifugal</i>	10
9. Sungai <i>radial sentripetal</i>	11
10. Penentuan orde sungai dengan metode <i>Strahler</i>	13
11. Bagan alur kegiatan hidrometri 14	14
12. Komponen hidrograf banjir	15
13. Prinsip hidrograf satuan	18
14. Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) GAMA I	22
15. Sketsa penetapan sungai	24
16. Sketsa penetapan RUA	24
17. Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) Nakayasu	26
18. Tampilan utama <i>Global Mapper</i>	28
19. Contoh tampilan DAS di <i>ArcGis</i>	30

20. DAS Way Besai	35
21. Bagan alir penelitian	41
22. GIS DAS Way Besai	43
23. Grafik HSS Gama 1	59
24. Peta tata guna lahan Provinsi Lampung	59
25. Pengaruh Stasiun hujan menggunakan Metode Thiessen	60
26. Pemodelan DAS menggunakan program SCS (HEC-HMS)	63
27. Hidrograf Satuan menggunakan program SCS (HEC-HMS)	64
28. <i>Rating Curve</i> DAS Way Besai	75
29. Hidrograf banjir 28 Agustus 2016	76
30. Hidrograf limpasan langsung	78
31. Hidrograf satuan terukur 60 menitan bulan Agustus 2016 di DAS Way Petay	80
32. Perbandingan grafik Hidrograf Satuan Sintetik GAMA I dan <i>HEC-HMS</i> dengan Hidrograf Satuan Terukur	81
33. Grafik hidrograf banjir berdasarkan Hidrograf Satuan Terukur kala ulang 2 tahunan	96
34. Grafik hidrograf banjir berdasarkan Hidrograf Satuan Terukur kala ulang 5 tahunan	96
35. Grafik hidrograf banjir berdasarkan Hidrograf Satuan Terukur kala ulang 10 tahunan	97
36. Grafik hidrograf banjir berdasarkan Hidrograf Satuan Terukur kala ulang 25 tahunan	97

37. Grafik hidrograf banjir berdasarkan Hidrograf Satuan Terukur kala ulang 50 tahunan	98
38. Grafik hidrograf banjir berdasarkan Hidrograf Satuan Terukur kala ulang 100 tahunan	98
39. Grafik hidrograf banjir berdasarkan hidrograf satuan sintetik Gama I kala ulang 2 tahunan	115
40. Grafik hidrograf banjir berdasarkan hidrograf satuan sintetik Gama I kala ulang 5 tahunan	116
41. Grafik hidrograf banjir berdasarkan hidrograf satuan sintetik Gama I kala ulang 10 tahunan	116
42. Grafik hidrograf banjir berdasarkan hidrograf satuan sintetik Gama I kala ulang 25 tahunan	117
43. Grafik hidrograf banjir berdasarkan hidrograf satuan sintetik Gama I kala ulang 50 tahunan	117
44. Grafik hidrograf banjir berdasarkan hidrograf satuan sintetik Gama I kala ulang 100 tahunan	118
45. Grafik hidrograf banjir berdasarkan Hidrograf Satuan Sintetik SCS (HEC-HMS) kala ulang 2 tahunan	121
46. Grafik hidrograf banjir berdasarkan Hidrograf Satuan Sintetik SCS (HEC-HMS) kala ulang 5 tahunan	121
47. Grafik hidrograf banjir berdasarkan Hidrograf Satuan Sintetik SCS (HEC-HMS) kala ulang 10 tahunan	122
48. Grafik hidrograf banjir berdasarkan Hidrograf Satuan Sintetik SCS (HEC-HMS) kala ulang 25 tahunan	122

49. Grafik Grafik hidrograf banjir berdasarkan Hidrograf Satuan Sintetik SCS (HEC-HMS) kala ulang 50 tahunan	123
50. Grafik Grafik hidrograf banjir berdasarkan Hidrograf Satuan Sintetik SCS (HEC-HMS) kala ulang 100 tahunan	123

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Presipitasi adalah turunnya air dari atmosfer ke permukaan bumi. Di daerah tropis seperti Indonesia sering terjadi presipitasi berupa hujan yang memberikan sumbangan paling besar diantara jenis presipitasi lain berupa, hujan salju, kabut, embun dan hujan es (Triatmodjo, 2008). Sehingga seringkali hujanlah yang dianggap sebagai presipitasi. Presipitasi atau hujan ditampung dalam jumlah yang besar di sungai.

Sungai merupakan salah satu sumber air yang dapat menampung dan mengalirkan air dari suatu daerah tangkapan hujan yang disebut dengan daerah tangkapan sungai atau Daerah Aliran Sungai (DAS). Di Provinsi Lampung banyak terdapat sungai-sungai besar salah satunya adalah sungai Tulang Bawang, yang mana salah satu anak sungainya sering disebut Way Besai.

Sungai Way Besai merupakan anak sungai yang berlokasi di Kabupaten Lampung Barat, Kecamatan Sumber Jaya. Sungai ini memiliki panjang sekitar 113 Km dengan arus sungai yang cukup besar dan memiliki DAS yang cukup besar dengan beberapa SubDAS. Asdak (1995) mengemukakan

bahwa Daerah Aliran Sungai (DAS) adalah daerah yang dibatasi punggung-punggung gunung dimana air hujan yang jatuh pada daerah tersebut akan ditampung oleh punggung gunung tersebut dan akan dialirkan melalui sungai-sungai kecil ke sungai utama.

Sungai memiliki jaringan sungai dan anak-anak sungai yang mempunyai bentuk seperti cabang pohon. Jaringan-jaringan ini membentuk alur yang lebih besar, yang selanjutnya beberapa alur bergabung membentuk anak sungai, dan kemudian beberapa anak sungai tersebut membentuk sungai utama. Tingkatan terkecil pada sungai yang paling ujung dinamakan orde 1, bertemunya orde 1 – orde 1 pada suatu titik yang membentuk tingkatan yang lebih besar dinamakan orde 2, dan untuk alur yang lebih besar dengan tingkatan yang lebih tinggi berada di bagian hilir sungai. Di setiap anak-anak sungai yang mengalir memiliki panjang, lebar, kedalaman, dan debit sungai.

Debit sungai merupakan indikator fungsi DAS dalam pengaturan proses, khususnya dalam transformasi (alih ragam) hujan menjadi aliran. Debit umumnya disajikan dalam bentuk hidrograf. Hidrograf debit merupakan penyajian grafis hubungan debit aliran dengan waktu yang menggambarkan perilaku debit dalam kurun waktu tertentu.

Terdapat dua metode untuk mendapatkan nilai hidrograf pada suatu DAS, yaitu metode Hidrograf Satuan Terukur (HST) dan Hidrograf Satuan Sintetik (HSS). Harto (1993) mengemukakan suatu metode untuk mendapatkan Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) dari suatu DAS yang tidak mempunyai alat

ukur hidrometri dan kurangnya data-data DAS untuk menganalisis debit banjir pada daerah tertentu. Metode ini dikenal dengan Model Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) GAMA 1 dan SCS (HEC-HMS). Sedangkan pada metode Hidrograf Satuan Terukur (HST) membutuhkan data-data primer DAS seperti data curah hujan, data aliran dan data tentang DAS. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk membandingkan hasil analisis hidrograf antara metode Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) GAMA I dan SCS (HEC-HMS) terhadap metode Hidrograf Satuan Terukur (HST) di DAS Way Besai.

B. Rumusan Masalah

1. Bagaimanakah Hidrograf Satuan Terukur (HST) di Sungai Way Besai ?
2. Bagaimanakah Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) GAMA I dan SCS (HEC-HMS) di Sungai Way Besai?
3. Bagaimanakah perbandingan antara Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) GAMA I dan SCS (HEC-HMS) dengan Hidrograf Satuan Terukur (HST) di Sungai Way Besai?
4. Bagaimanakah hidrograf banjir yang terjadi menggunakan metode Hidrograf Satuan Terukur, Hidrograf Satuan Sintetik GAMA I, dan Hidrograf Satuan Sintetik SCS (HEC-HMS)?

C. Tujuan penelitian

1. Menganalisis Hidrograf Satuan Terukur (HST).
2. Menganalisis Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) GAMA I dan SCS (HEC-HMS).
3. Membandingkan hasil analisis hidrograf antara metode Hidrograf Satuan Terukur (HST) dengan Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) GAMA I dan (SCS) HEC-HMS.
4. Menganalisis hidrograf banjir dari metode Hidrograf Satuan Terukur, Hidrograf Satuan Sintetik GAMA I dan Hidrograf Satuan Sintetik SCS (HEC-HMS).

D. Batasan Masalah

1. Analisis dilakukan pada DAS anak Sungai Way Besai yang berlokasi di Kecamatan Sumber Jaya, Kabupaten Lampung Barat, Provinsi Lampung.
2. Analisis hidrograf satuan menggunakan software HEC-HMS dan Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) GAMA I

E. Manfaat Penelitian

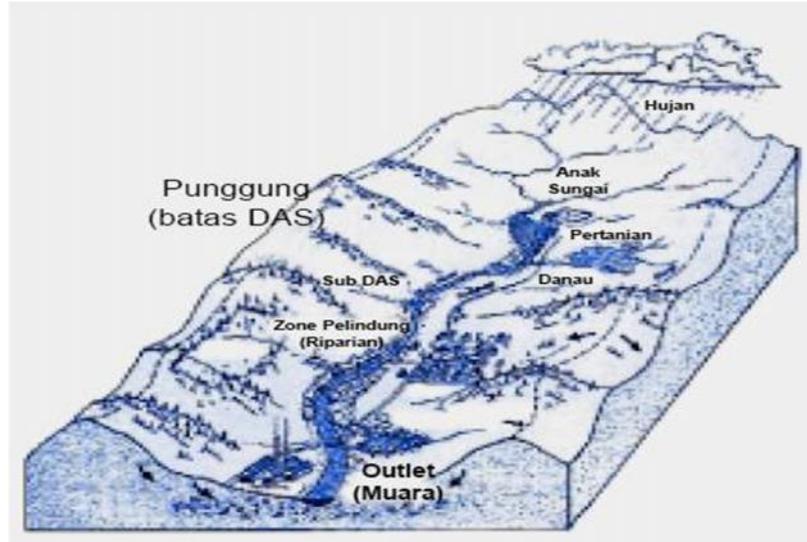
Manfaat dari penelitian ini adalah memberikan pengetahuan kepada pembaca tentang program yang digunakan dalam penelitian serta mengetahui metode yang lebih baik dalam menghitung hidrograf satuan.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Sungai

1. Pengertian Sungai

Sungai adalah jalan air alami yang mengalir menuju samudra, danau, laut, atau ke sungai yang lain. Pada beberapa kasus beberapa sungai secara sederhana meresap ke dalam tanah sebelum menemukan badan air lainnya. Sungai terdiri dari beberapa bagian, bermula dari mata air yang mengalir ke anak sungai. Beberapa anak sungai akan bergabung untuk membentuk sungai utama. Aliran air biasanya berbatasan dengan saluran dasar dan tebing di sebelah kiri dan kanan. Penghujung sungai dimana sungai bertemu laut dinamakan muara sungai. Manfaat terbesar sebuah sungai adalah untuk irigasi pertanian, bahan baku air minum, sebagai saluran pembuangan air hujan dan air limbah, bahkan memiliki potensial untuk dijadikan objek wisata sungai (Ahira, 2011). Bagian – bagian sungai yang telah dijelaskan dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Sungai dan bagian-bagian sungai

2. Jenis – Jenis Sungai

Sungai memiliki jenis menurut jumlah airnya (Syarifuddin, 2000), menurut aliran air (genetikanya), dan sungai menurut pola alirannya.

1. Jenis – jenis sungai menurut jumlah airnya :

- 1) Sungai permanen yaitu sungai yang debit airnya sepanjang tahun relatif tetap. Biasanya sungai tipe ini ada di Kalimantan dan Sumatra contohnya Sungai Kapuas, Sungai Kahayan, Sungai Barito, Sungai Mahakam (Kalimantan), Sungai Musi, dan Sungai Indragiri (Sumatra).
- 2) Sungai periodik yaitu sungai yang pada waktu musim hujan airnya banyak, sedangkan pada musim kemarau airnya sedikit. Contohnya Sungai Progo, Sungai Code, dan Sungai Opak.

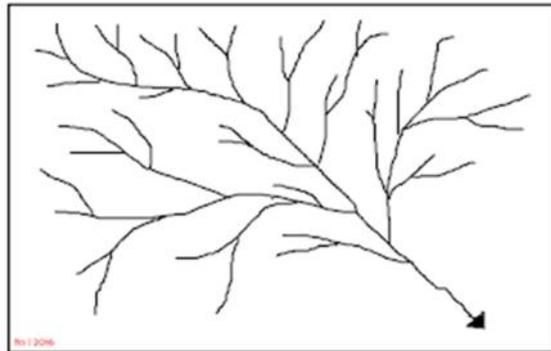
- 3) Sungai *intermittent* atau sungai episodik yaitu sungai yang mengalirkan airnya pada musim penghujan, sedangkan pada musim kemarau kering, contohnya Sungai Bayem.
 - 4) Sungai *ephemeral* yaitu sungai yang ada airnya hanya pada saat musim hujan, contohnya Sungai Batanghari.
2. Jenis – jenis sungai menurut arah aliran (genetiknya) :
- 1) Sungai konsukuen adalah sungai yang airnya yang airnya mengalir mengikuti arah lereng awal.
 - 2) Sungai subsekuen atau *strike valley* adalah sungai yang aliran airnya mengikuti *strike* batuan.
 - 3) Sungai obsekuen adalah sungai yang aliran airnya berlawanan arah dengan sungai konsekuen atau berlawanan arah dengan kemiring lapisan batuan serta bermuara di sungai subsekuen.
 - 4) Sungai resekuen adalah sungai yang airnya mengalir mengikuti arah kemiringan lapisan batuan dan bermuara di sungai subsekuen.
 - 5) Sungai insekuen adalah sungai yang mengalir tanpa dikontrol oleh litolo – struktur geologi.



Gambar 2. Sungai menurut arah aliran

3. Jenis – jenis sungai menurut pola alirannya :

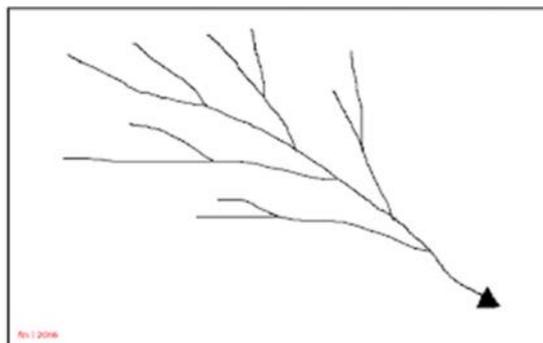
- 1) Sungai *dendritik* adalah sungai dengan pola aliran sungai tidak teratur, berbentuk cabang pohon dengan sudut tumpul, dan terdapat di dataran rendah dan dekat dengan muara sungai dengan lereng landai. Seperti terlihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Sungai *dendritik*

- 2) Sungai *pinnate*

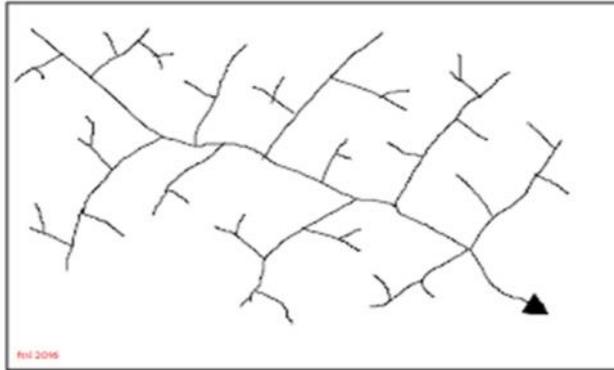
Sungai *pinnate* adalah sungai dengan pola aliran berbentuk lurus sejajar seperti anak panah dengan sudut 60° , terdapat di daerah hulu sungai yang berlereng terjal/curam karena berupa daerah patahan, dapat dilihat seperti pada Gambar 4.



Gambar 4. Sungai *pinnate*

3) Sungai *trellis*

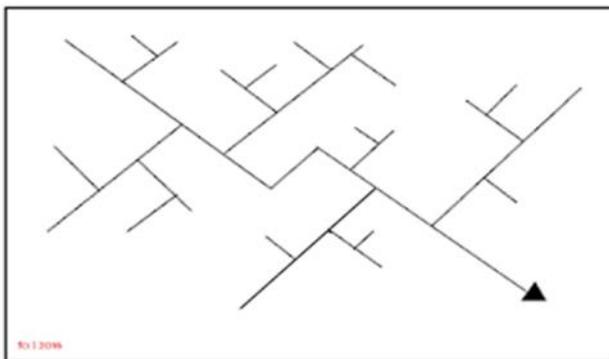
Sungai *trellis* adalah sungai dengan pola aliran berbentuk sudut siku – siku 90^0 dan sejajar mengalir tegak lurus dengan anak sungai yang berbentuk ruas daun, terdapat di daerah pegunungan lipatan (*sinklinal*), dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Sungai *trellis*

4) Sungai *rectangular*

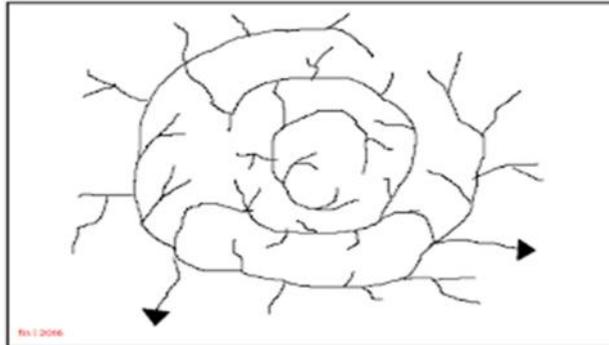
Sungai *rectangular* adalah sungai dengan pola aliran berbentuk persegi empat dengan sudut siku – siku 90^0 yang tegak lurus, terdapat di daerah patah atau struktur geologi berupa rekahan, seperti yang disajikan pada Gambar 6.



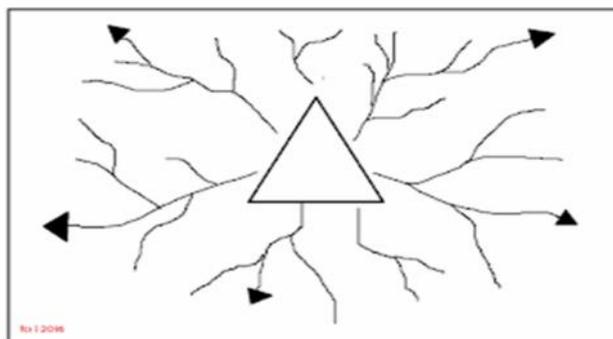
Gambar 6. Sungai *rectangular*

5) Sungai *annular*

Sungai *annular* adalah sungai dengan pola aliran yang melingkar di hilir sungai hasil perkembangan dari pola aliran *radial sentrifugal*, terdapat di daerah pegunungan kapur/*karst* dan daerah *dome*, seperti yang disajikan pada Gambar 7.

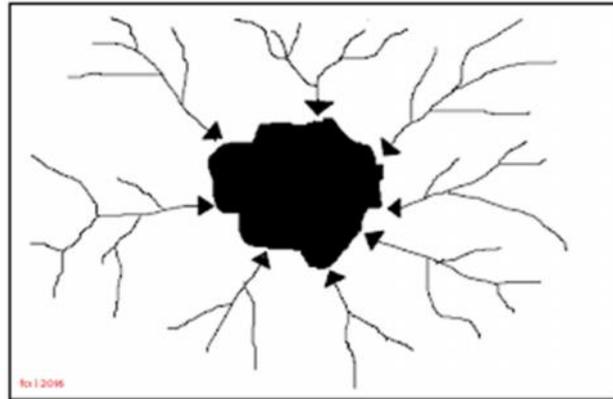
Gambar 7. Sungai *annular*6) Sungai *radial sentrifugal* ($F =$ menyebar)

Sungai *radial sentrifugal* adalah sungai dengan pola aliran yang arah aliran airnya menyebar mengalir lereng-lereng pegunungan ke segala arah, terdapat di daerah perbukitan dan cembungan (kawah gunung berapi), seperti yang disajikan pada Gambar 8.

Gambar 8. Sungai *radial sentrifugal*

7) Sungai *radial sentripetal* (P = pusat)

Sungai *radial sentripetal* adalah sungai dengan pola aliran sungai yang arah aliran airnya memusat pada suatu daerah depresi yang lebih rendah, terdapat di daerah cekungan (danau), seperti yang disajikan pada Gambar 9.



Gambar 9. Sungai *radial sentripetal*

B. Daerah Aliran Sungai

1. Pengertian Daerah Aliran Sungai

Daerah Aliran Sungai (DAS)/Daerah Pengaliran Sungai/*drainage basin* adalah suatu daerah yang terhampar di sisi kiri dan kanan dari suatu aliran sungai, dimana semua anak sungai yang terdapat di sebelah kanan dan kiri sungai bermuara ke dalam suatu sungai induk. Seluruh hujan yang terjadi di dalam suatu DAS, semua airnya akan mengisi sungai yang terdapat di dalam DAS tersebut. Mulyo (2004) mengatakan bahwa areal DAS merupakan daerah tangkapan hujan atau disebut *catchment area*. Semua air yang mengalir melalui sungai bergerak meninggalkan daerah-daerah

tangkapan sungai (DAS) dengan atau tanpa memerhitungkan jalan yang ditempuh sebelum mencapai limpasan (*run off*).

Daerah Aliran Sungai (DAS) adalah bagian dari muka bumi, yang airnya mengalir ke dalam sungai yang bersangkutan, apabila hujan jatuh. Sebuah pulau selamanya terbagi habis ke dalam Daerah-Daerah Aliran Sungai, antara DAS yang satu dengan DAS yang lainnya dibatasi oleh titik – titik tertinggi muka bumi berbentuk punggung yang disebut *stream divide* atau batas daerah aliran (garis pemisah DAS). Bila suatu *stream divide* itu merupakan jajaran pebukitan disebut *stream divide range* (Hallaf, 2006).

Garis batas antara DAS adalah punggung permukaan bumi yang dapat memisahkan dan membagi air hujan ke masing masing DAS. Luas DAS dapat diperkirakan dengan mengukur daerah tersebut pada peta topografi dengan alat *planimeter* (Seyhan, 1979). Panjang DAS adalah sama dengan jarak datar dari muara sungai ke arah hulu sepanjang sungai induk. Sedangkan lebar DAS adalah perbandingan antara luas DAS dengan panjang sungai induk, seperti pada persamaan (1).

$$\text{Lebar DAS} = \frac{\text{Luas DAS}}{\text{panjang sungai induk}} \dots\dots\dots (1)$$

2. Orde DAS

Orde sungai adalah posisi percabangan alur sungai di dalam urutannya terhadap induk sungai pada suatu DAS. Semakin banyak jumlah orde sungai, semakin luas dan semakin panjang pula alur sungainya. Orde sungai dapat ditetapkan dengan metode *Horton*, *Strahler*, *Shreve*, dan

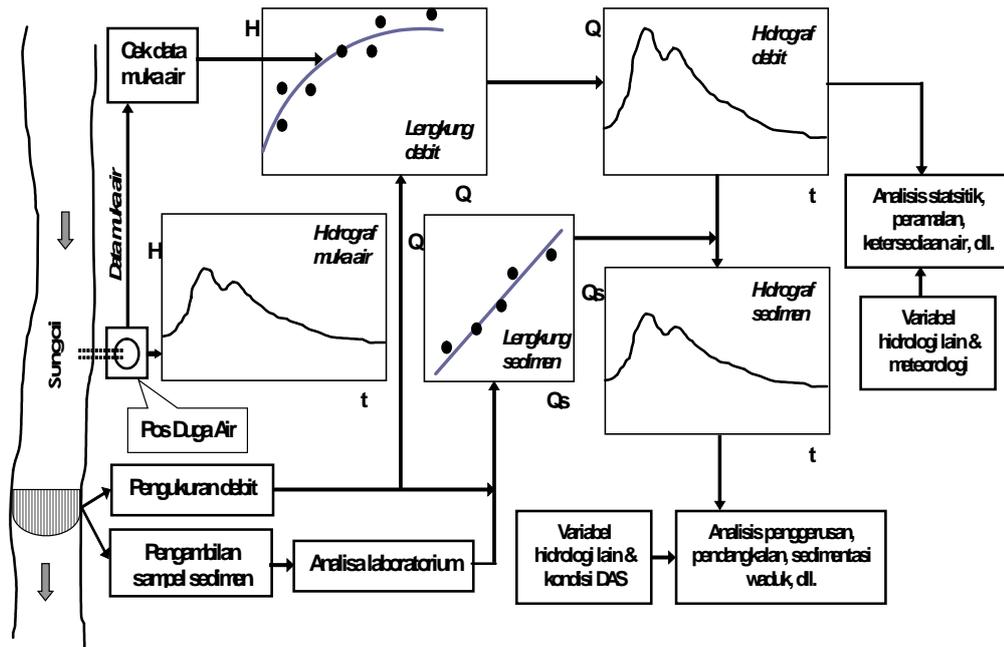
Scheidegger. Namun pada umumnya metode *Strahler* lebih mudah untuk diterapkan dibandingkan dengan metode yang lainnya. Berdasarkan metode *Strahler*, alur sungai paling hulu yang tidak mempunyai cabang disebut dengan orde pertama (orde 1), pertemuan antara orde pertama disebut orde kedua (orde 2), demikian seterusnya sampai pada sungai utama ditandai dengan nomor orde yang paling besar, seperti yang disajikan pada Gambar 10.



Gambar 10. Penentuan orde sungai dengan metode *Strahler*.

C. Hidrometri

Hidrometri merupakan ilmu pengetahuan tentang cara – cara pengukuran dan pengolahan data unsur – unsur aliran. Secara umum cakupan kegiatan hidrometri dan kegunaan data hasil pengukuran hidrometri dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11. Bagan alur kegiatan hidrometri

Keterangan gambar:

- Pengukuran yang langsung dilakukan di stasiun hidrometri meliputi tinggi muka air, luas penampang aliran, dan pengambilan sampel air. Sampel air dianalisis di laboratorium guna mengetahui kandungan atau konsentrasi sedimen melayang (*suspended load*)
- Fluktuasi muka air dinyatakan dalam grafik hidrograf muka air (*stage hydrograph*).
- Selanjutnya dengan data luas tampang aliran dan kecepatan rerata aliran dapat dihitung debit aliran yang berupa hidrograf debit (*discharge hydrograph*).
- Dengan diketahui konsentrasi sedimen melayang dan debit aliran maka dapat diketahui laju angkutan sedimen melayang.

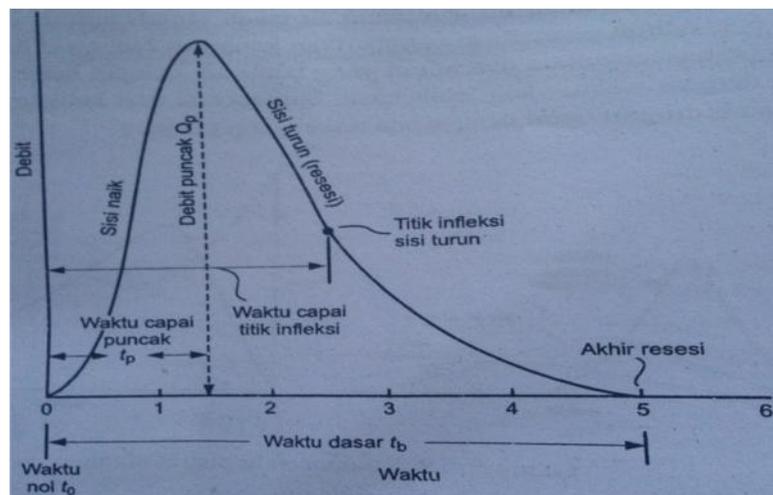
D. Hidrograf

1. Pengertian Hidrograf

Hidrograf adalah kurva yang memberi hubungan antara parameter aliran dan waktu. Parameter tersebut bisa berupa kedalaman aliran (elevasi) atau debit aliran; sehingga terdapat dua macam hidrograf yaitu hidrograf muka air dan hidrograf debit. Hidrograf muka air dapat ditransformasikan hidrograf debit dengan menggunakan *rating curve*. Untuk selanjutnya yang dimaksud dengan hidrograf adalah hidrograf debit, kecuali apabila dinyatakan lain.

2. Komponen Hidrograf

Hidrograf mempunyai tiga komponen pembentuk yaitu aliran permukaan, aliran antara dan aliran air tanah. Hidrograf mempunyai bentuk seperti yang disajikan pada Gambar 12.



Gambar 12. Komponen hidrograf banjir

Waktu nol (*zero time*) menunjukkan awal hidrograf. Puncak hidrograf adalah bagian dari hidrograf yang menggambarkan debit maksimum.

Waktu capai puncak (*time to peak*) adalah waktu yang diukur dari waktu nol sampai waktu terjadinya debit puncak. Sisi naik (*rising limb*) adalah bagian dari hidrograf antara waktu nol dan waktu capai puncak. Sisi turun (*recession limb*) adalah bagian dari hidrograf yang menurun antara waktu capai puncak dan waktu dasar. Waktu dasar (*time base*) adalah waktu yang diukur dari waktu nol sampai waktu dimana sisi turun berakhir. Akhir dari sisi turun ini ditentukan dengan perkiraan. Sisi resesi mempunyai bentuk logaritma natural (\ln).

3. Hidrograf Satuan

Sherman (1932) mengemukakan konsep hidrograf satuan, yang banyak digunakan untuk melakukan transformasi dari hujan menjadi debit aliran. Hidrograf satuan didefinisikan sebagai hidrograf limpasan langsung (tanpa aliran dasar) yang tercatat di ujung hilir DAS yang ditimbulkan oleh hujan efektif sebesar 1 mm yang terjadi secara merata di permukaan DAS dengan intensitas tetap dalam suatu durasi tertentu.

Metode hidrograf satuan banyak digunakan untuk memperkirakan banjir rancangan. Data yang diperlukan untuk menurunkan hidrograf satuan terukur di DAS yang ditinjau adalah data hujan otomatis dan pencatatan debit di titik kontrol. Beberapa anggapan dalam penggunaan hidrograf satuan adalah sebagai berikut:

- a) Hujan efektif mempunyai intensitas konstan selama durasi hujan efektif. Untuk memenuhi anggapan ini maka hujan deras yang dipilih untuk analisis adalah hujan dengan durasi singkat.

- b) 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 di seluruh DAS. Penggunaan pada DAS yang sangat luas dapat dilakukan dengan membagi DAS menjadi sejumlah sub DAS, dan pada setiap sub DAS dilakukan analisis hidrograf satuan.

4. Konsep Hidrograf Satuan

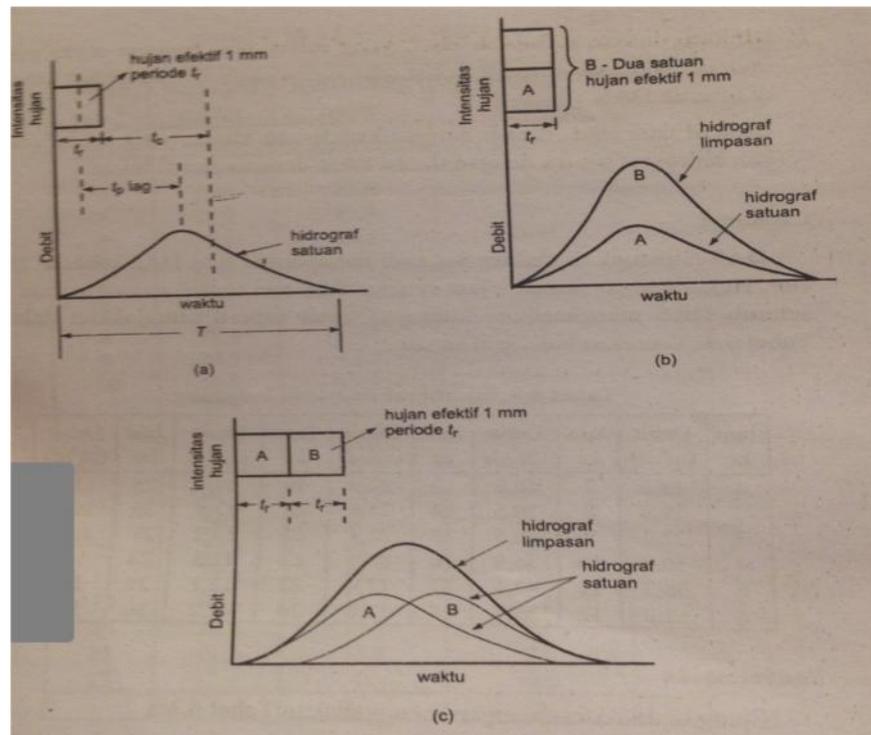
Karakteristik bentuk hidrograf yang merupakan dasar dari konsep hidrograf satuan adalah sebagai berikut ini:

- a) Hidrograf menggambarkan semua kombinasi dari karakteristik fisik DAS (bentuk, ukuran, kemiringan, sifat tanah) dan karakteristik hujan (pola, intensitas dan durasi).
- b) Hidrograf yang dihasilkan oleh hujan dengan durasi dan pola yang serupa memberikan bentuk dan waktu dasar yang serupa pula. Dengan demikian dapat dilakukan superposisi dari hidrograf hidrograf tersebut. Apabila terjadi hujan efektif sebesar 2 mm dengan satuan waktu tertentu, hidrograf yang terjadi akan mempunyai bentuk yang sama dengan hidrograf dengan hujan efektif 1 mm dengan durasi yang sama, kecuali ordinatnya adalah dua kali lebih besar, seperti yang disajikan pada Gambar 13. (a)

Demikian juga, apabila hujan efektif 1 mm terjadi dalam dua satuan durasi yang berurutan, hidrograf yang dihasilkan adalah jumlah dari dua hidrograf 1 mm, dengan hidrograf kedua mulai dengan

keterlambatan satu satuan waktu, seperti yang disajikan pada Gambar 13. (c).

- c) Variasi sifat hujan mempunyai pengaruh signifikan pada bentuk hidrograf, yang meliputi a) durasi hujan, b) intensitas, dan c) distribusi hujan pada DAS.



Gambar 13. Prinsip hidrograf satuan

Di daerah dimana data hidrologi tidak tersedia untuk menurunkan hidrograf satuan, maka dibuat hidrograf satuan sintetis yang didasarkan pada karakteristik fisik dari DAS. Berikut ini diberikan beberapa metode yang biasa digunakan (Triatmodjo, 2008).

1. Metode Snyder

Empat parameter yaitu waktu kelambatan, aliran puncak, waktu dasar, dan durasi standar dari hujan efektif untuk hidrograf satuan dikaitkan

dengan geometri fisik dari DAS dengan hubungan berikut ini (Gupta, 1989).

$$t_p = C_t (LL_c)^{0.3} \dots\dots\dots (2)$$

$$Q_p = \frac{C_p A}{t_p} \dots\dots\dots (3)$$

$$T = 3 + \frac{t_p}{8} \dots\dots\dots (4)$$

$$t_D = \frac{t_p}{5.5} \dots\dots\dots (5)$$

Apabila durasi hujan efektif (t_r) tidak sama dengan durasi standar (t_D), maka:

$$t_{pR} = t_p + 0,25(t_r - t_D) \dots\dots\dots (6)$$

$$Q_{pR} = Q_p \frac{t_p}{t_{pR}} \dots\dots\dots (7)$$

Keterangan:

t_D ; durasi standar dari hujan efektif (jam)

t_r ; durasi hujan efektif (jam)

t_p ; waktu dari titik berat durasi hujan t_r ke puncak hidrograf satuan (jam)

T ; waktu dasar hidrograf satuan (hari)

Q_p ; debit puncak untuk durasi t_D

Q_{pR} ; debit puncak untuk durasi t_r

L ; panjang sungai utama terhadap titik control yang ditinjau (km)

L_c ; jarak antara titik kontrol ke titik yang terdekat dengan titik berat DAS (km)

A ; luas DAS (km²)

C_t ; koefisien yang tergantung kemiringan DAS, yang bervariasi dari 1,4 sampai 1,7

C_p ; koefisien yang tergantung pada karakteristik DAS, yang bervariasi antara 0,15 sampai 0,19.

Dengan menggunakan rumus – rumus tersebut di atas dapat digambarkan hidrograf satuan. Untuk memudahkan penggambaran, berikut ini diberikan beberapa rumus:

$$W_{50} = \frac{0,23A^{1,08}}{Q_{pR}^{1,08}} \dots\dots\dots (8)$$

$$W_{75} = \frac{0,13A^{1,08}}{Q_{pR}^{1,08}} \dots\dots\dots (9)$$

dengan W_{50} dan W_{75} adalah lebar unit hidrograf pada debit 50% dan 75% dari debit puncak, yang dinyatakan dalam jam. Sebagai acuan, lebar W_{50} dan W_{75} dibuat dengan perbandingan 1 : 2; dengan sisi pendek di sebelah kiri dari hidrograf satuan.

2. Metode SCS (*Soil Conservation Service*)

SCS menggunakan hidrograf tak berdimensi yang dikembangkan dari analisis sejumlah besar hidrograf satuan dari data lapangan dengan berbagai ukuran DAS dan lokasi berbeda.

Ordinat hidrograf satuan untuk periode waktu berbeda dapat diperoleh dari tabel berikut, dengan nilai (Gupta, 1989):

$$Q_p = \frac{0,208A}{P_r} \dots\dots\dots (10)$$

$$P_r = \frac{t_r}{2} + t_p \dots\dots\dots (11)$$

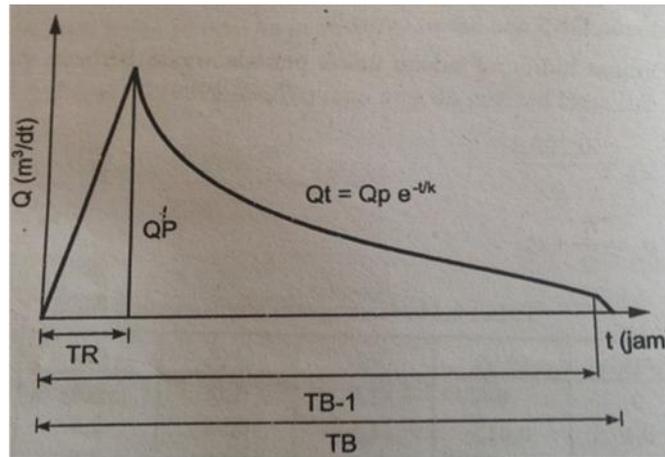
Tabel 1. Hidrograf satuan metode SCS

t/P_c	Q/Q_p	t/P_c	Q/Q_p	t/P_c	Q/Q_p
0	0	1	1	2.4	0.18
0.1	0.015	1.1	0.98	2.6	0.13
0.2	0.075	1.2	0.92	2.8	0.098
0.3	0.16	1.3	0.84	3	0.075
0.4	0.28	1.4	0.75	3.5	0.036
0.5	0.43	1.5	0.66	4	0.018
0.6	0.6	1.6	0.56	4.5	0.009
0.7	0.77	1.8	0.42	5	0.004
0.8	0.89	2	0.32		0
0.9	0.97	2.2	0.24		

3. Metode GAMA I

Hidrograf Satuan Sintetis (HSS) GAMA I dikembangkan oleh Sri Harto (1993, 2000) berdasar perilaku hidrologis 30 DAS di Pulau Jawa. Meskipun diturunkan dari data DAS di Pulau Jawa, ternyata hidrograf satuan sintetis Gama I juga berfungsi baik untuk berbagai daerah lain di Indonesia.

HSS GAMA I terdiri dari tiga bagian pokok yaitu sisi naik (*rising limb*) (Gambar 14). Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) GAMA I, dalam gambar tersebut tampak ada patahan dalam sisi resesi. Hal ini disebabkan sisi resesi mengikuti persamaan eksponensial yang tidak memungkinkan debit sama dengan nol. Meskipun pengaruhnya sangat kecil namun harus diperhitungkan mengingat bahwa volume hidrograf satuan harus tetap satu.



Gambar 14. Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) GAMA I

HSS GAMA I terdiri dari empat variable pokok, yaitu waktu naik (time of rise – TR), debit puncak (Q_p), waktu dasar (TB), dan sisi resesi yang ditentukan oleh nilai koefisien tumpungan (K) yang mengikuti persamaan berikut:

$$Q_t = Q_p e^{\frac{-t}{K}} \dots\dots\dots (12)$$

dengan:

Q_t ; debit pada jam ke t (m^3/d)

Q_p ; debit puncak (m^3/d)

t ; waktu dari saat terjadinya debit puncak (jam)

K ; koefisien tumpungan (jam)

Persamaan – persamaan yang digunakan dalam HSS GAMA I adalah :

1. Waktu puncak HSS GAMA I (TR)

$$TR = 0.43 \left(\frac{L^3}{(100 SF)^3} \right) + 1,0665 SIM + 1,2775 \dots\dots\dots (13)$$

2. Debit puncak banjir (QP)

$$QP = 0,1836A^{0,5886}TR^{-0,4008}JN^{0,2381} \dots\dots\dots (14)$$

3. Waktu dasar (TB)

$$TB = 27,4132 TR^{0,1457} S^{-0,0986} SN^{0,7344} RUA^{0,2574} \dots\dots\dots (15)$$

4. Koefisien resesi (K)

$$K = 0,5617 A^{0,1798} S^{-0,1446} SF^{-1,0897} D^{0,0452} \dots\dots\dots (16)$$

5. Aliran dasar (QB)

$$QB = 0,4715 A^{0,6444} D^{0,9430} \dots\dots\dots (17)$$

dengan:

A ; luas DAS (km^2)

L ; panjang sungai utama (km)

S ; kemiringan dasar sungai

SF ; faktor sumber, perbandingan antara jumlah pangsa sungai tingkat satu dengan jumlah panjang sungai semua tingkat

SN ; frekuensi sumber, perbandingan antara jumlah pangsa sungai tingkat satu dengan jumlah pangsa sungai semua tingkat

WF ; faktor lebar, perbandingan antara lebar DAS yang diukur di titik sungai yang berjarak 0,75 L dengan lebar DAS yang diukur di sungai yang berjarak 0,25 L dari stasiun hidrometri seperti pada Gambar 15. Sketsa penetapan WF

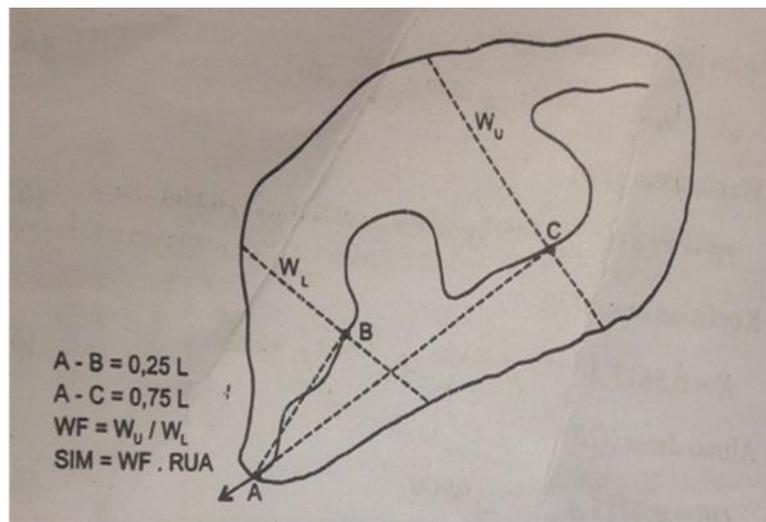
JN ; jumlah pertemuan sungai

SIM ; faktor simetri, hasil kali antara faktor lebar (WF) dengan luas DAS sebelah hulu (RUA)

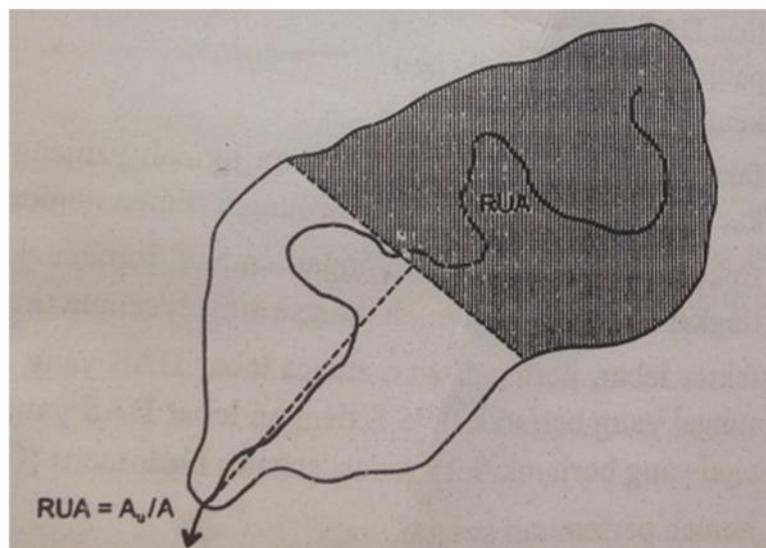
RUA ; luas DAS sebelah hulu, perbandingan antara luas DAS yang diukur di hulu garis yang ditarik tegak lurus garis hubung antara stasiun hidrometri dengan titik yang paling dekat dengan titik berat

DAS, melalui titik tersebut. Seperti pada gambar 16. Sketsa penetapan RUA

D ; kerapatan jaringan kuras, jumlah panjang sungai semua tingkat satuan luas DAS.



Gambar 15. Sketsa penetapan sungai



Gambar 16. Sketsa penetapan RUA

Persamaan tambahan yang terkait dengan HSS GAMA I adalah indeks infiltrasi atau indeks. Besarnya indeks dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$= 10,4903 - 3,859 \cdot 10^{-6} \cdot A^2 + 1,6985 \cdot 10^{-13} \left(\frac{A}{SN}\right)^4 \dots\dots\dots (18)$$

dengan:

indeks ; indeks infiltrasi (mm/jam)

A ; luas DAS ($.km^2$)

SN ; frekuensi sumber

4. Metode Nakayasu

Hidrograf satuan sintetis Nakayasu dikembangkan berdasar beberapa sungai di Jepang (Soemarto, 1987). Bentuk HSS Nakayasu dapat dilihat seperti pada Gambar 17. Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) Nakayasu dan persamaan berikut ini:

$$Q_p = \frac{1}{36} \left(\frac{A R_e}{0,3 T_p + T_{0,3}} \right) \dots\dots\dots (19)$$

$$T_p = t_g + 0,8 T_r \dots\dots\dots (20)$$

$$t_g = 0,4 + 0,058 L \text{ untuk } L > 15 \text{ km} \dots\dots\dots (21)$$

$$t_g = 0,21 L^{0,7} \text{ untuk } L < 15 \text{ km} \dots\dots\dots (22)$$

$$T_{0,3} = \alpha t_g \dots\dots\dots (23)$$

$$t_r = 0,5 t_g \text{ sampai } t_g \dots\dots\dots (24)$$

dengan :

Q_p ; debit puncak banjir

A ; luas DAS (km^2)

R_e ; curah hujan efektif

T_p ; waktu dari permulaan banjir sampai puncak hidrograf (jam)

$T_{0,3}$; waktu dari puncak banjir sampai 0,3 kali debit puncak (jam)

t_g ; waktu konsentrasi (jam)

T_r ; satuan waktu dari curah hujan (jam)

α ; koefisien karakteristik DAS biasanya diambil 2

L ; panjang sungai utama (km)

Bentuk hidrograf satuan diberikan oleh persamaan berikut:

- a. Pada kurva naik ($0 < t < T_p$)

$$Q_t = Q_p \left(\frac{t}{T_p} \right)^{2,4} \dots\dots\dots (25)$$

- b. Pada kurva turun ($T_p < t < T_p + T_{0,3}$)

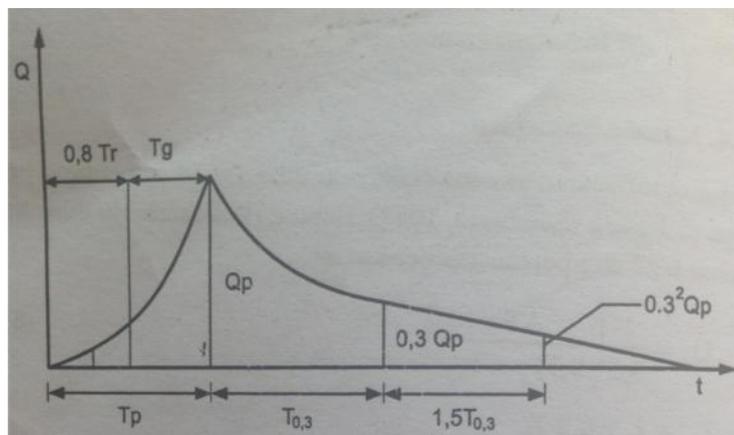
$$Q_r = Q_p \times 0,3 \left(\frac{t-T_p}{T_{0,3}} \right) \dots\dots\dots (26)$$

- c. Pada kurva turunan ($T_p + T_{0,3} < t < T_p + T_{0,3} + 1,5 T_{0,3}$)

$$Q_r = Q_p \times 0,3 \left(\frac{(t-T_p) + (0,5 T_{0,3})}{1,5 T_{0,3}} \right) \dots\dots\dots (27)$$

- d. Pada kurva turunan ($t > T_p + T_{0,3} + 1,5 T_{0,3}$)

$$Q_t = Q_p \times 0,3 \left(\frac{(t-T_p) + (1,5 T_{0,3})}{2 T_{0,3}} \right) \dots\dots\dots (28)$$



Gambar 17. Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) Nakayasu

E. Debit

Debit adalah satuan besaran air yang keluar dari Daerah Aliran Sungai (DAS). Satuan debit yang digunakan dalam sistem satuan SI adalah meter kubik per detik (m^3/dt). Menurut Asdak (2002), debit aliran adalah laju aliran air (dalam bentuk volume air) yang melewati suatu penampang melintang sungai persatuan waktu. Dalam system SI besarnya debit dinyatakan dalam satuan meter kubik. Debit aliran juga dapat dinyatakan dalam persamaan berikut:

$$Q = A \times V \dots\dots\dots (29)$$

dimana:

A ; luas penampang (m^2)

V ; kecepatan aliran ($m/$ detik).

Faktor – faktor penentu debit air dapat ditentukan dengan (a) intensitas hujan, (b) pengundulan hutan, (c) pengalihan hutan menjadi lahan pertanian, (d) intersepsi, dan (e) evaporasi dan transpirasi.

F. Program *Global Mapper* dan SIG

1. *Global Mapper*

Global mapper adalah suatu perangkat lunak yang banyak digunakan oleh kalangan yang berkecimpung di bidang pemetaan. *Global mapper* adalah software SIG (Sistem Informasi Geografi) yang digunakan untuk mengolah citra satelit maupun data peta seperti pada scan, digunakan

Sistem Informasi Geografis (SIG) adalah sistem informasi khusus yang mengelola data yang memiliki informasi spasial (bereferensi keruangan). Atau dalam arti yang lebih sempit, adalah sistem komputer yang memiliki kemampuan untuk membangun, menyimpan, mengelola dan menampilkan informasi bereferensi geografis, misalnya data yang diidentifikasi menurut lokasinya, dalam sebuah database. Para praktisi juga memasukkan orang yang membangun dan mengoperasikannya dan data sebagai bagian dari sistem ini (Purwadhi, 2008).

3. Sub sistem SIG

Subsistem yang dimiliki oleh SIG yaitu data input, data output, data management, data manipulasi dan analisis. Subsistem SIG tersebut dijelaskan dibawah ini:

1. Data Input

Subsistem ini bertugas untuk mengumpulkan dan mempersiapkan data spasial dan data atribut dari berbagai sumber. Subsistem ini pula yang bertanggung jawab dalam mengkonversi atau mentransformasi format data-data aslinya ke dalam format yang digunakan oleh SIG.

2. Data Output

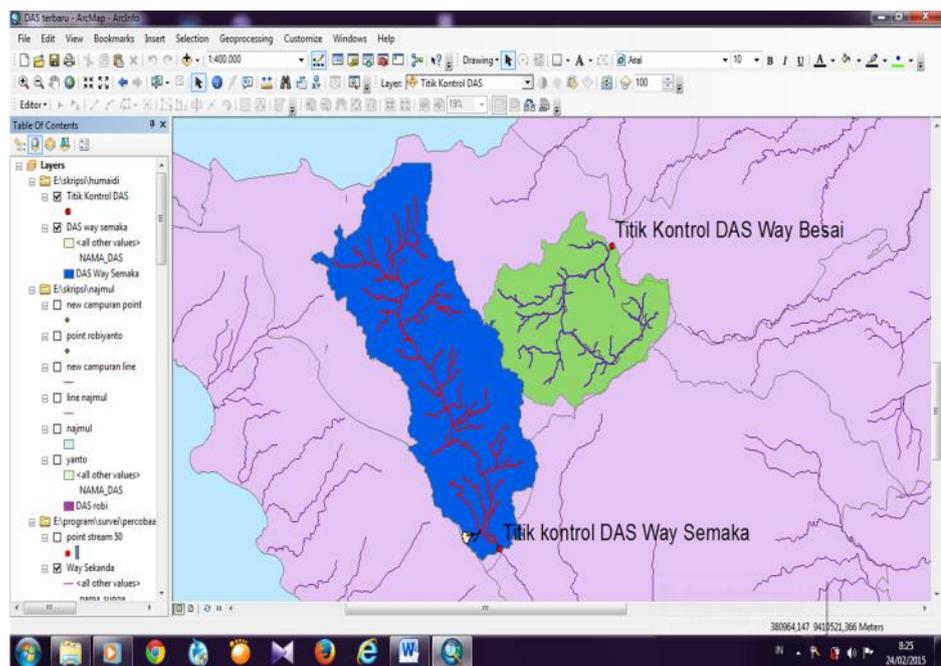
Subsistem ini menampilkan atau menghasilkan keluaran seluruh atau sebagian basis data baik dalam bentuk softcopy maupun bentuk hardcopy seperti: tabel, grafik, peta dan lain-lain.

3. Data Management

Subsistem ini mengorganisasikan baik data spasial maupun atribut ke dalam sebuah basis data sedemikian rupa sehingga mudah dipanggil, dan diedit.

4. Data manipulasi dan analisis

Subsistem ini menentukan informasi-informasi yang dapat dihasilkan oleh SIG. Selain itu, subsistem ini juga melakukan manipulasi dan permodelan data untuk menghasilkan informasi yang diharapkan.



Gambar 19. Contoh tampilan DAS pada program SIG

G. Program *HEC-HMS*

HEC-HMS (Hydrolic Engineering Centre – Hydrolic Modeling System) adalah software yang dirancang untuk menghitung proses hujan aliran suatu sistem DAS. Komponen utama dari model *HEC-HMS* sebagai berikut (Joko Sujono, 2008):

1. *Basin model* berisi elemen-elemen DAS, hubungan antar elemen dan parameter lain.
2. *Metereologic model* berisi data hujan dan penguapan
3. *Control specification* berisi mulai dan berakhirnya hitungan
4. *Time series* data berisi masukan data antara lain hujan, debit
5. *Paired data* berisi pasangan data seperti hidrograf satuan

Simulasi hujan aliran dalam setiap sub-DAS memerlukan beberapa komponen model, yaitu:

1. Hujan (*precipitation model*) merupakan masukan pada sistem DAS
2. *Loss models* untuk menghitung volume runoff (hujan efektif)
3. *Direct runoff* model untuk merubah dari hujan efektif menjadi aliran/limpasan permukaan
4. *Baseflow models* untuk menghitung besarnya aliran dasar

Apabila sistem DAS yang akan dimodelkan lebih dari 1 *sub-basin (multi basins)*, maka diperlukan analisis penelusuran aliran aliran dari hulu ke hilir. Dalam *HEC-HMS* analisis tersebut difasilitasi dengan *hydrolic routing models*. Berbagai metode dari model tersebut disajikan dalam Tabel 2. Metode simulasi dalam program *HEC-HMS*.

Tabel 2. Metode simulasi dalam program HEC-HMS

No.	Model	Metode
1.	Hujan (Presipitasi)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ <i>User hyetograph</i> ✓ <i>User gage weighting</i> ✓ <i>Inverse-distance gage weights</i> ✓ <i>Gridded precipitation</i> ✓ <i>Frequency storm</i> ✓ <i>Standard project storm</i>
2.	<i>Volume runoff</i>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ <i>Initial and constant-rate</i> ✓ <i>SCS curve number</i> ✓ <i>Gridded SCS curve number</i> ✓ <i>Green and Ampt</i> ✓ <i>Deficit and constant rate</i> ✓ <i>Soil moisture accounting</i> ✓ <i>Gridded SMA</i>
3.	<i>Direct runoff</i>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ <i>User-specified unit hydrograph (UH)</i> ✓ <i>Clark's UH</i> ✓ <i>Snyder's UH</i> ✓ <i>SCS UH</i> ✓ <i>Modclark</i> ✓ <i>Kinematic wave</i>
4.	<i>Baseflow</i>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ <i>Constant monthly</i> ✓ <i>Exponential recession</i> ✓ <i>Linier reservoir</i>
5.	<i>Routing</i>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ <i>Kinematic wave</i> ✓ <i>Lag</i> ✓ <i>Muskingum</i> ✓ <i>Muskingum – Cunge Standard Section</i> ✓ <i>Muskingum – Cunge 8 – point section</i>

H. Penelitian Terdahulu

Mutya Nivita (2018) dalam skripsinya yang berjudul “Analisis Hidrologi untuk Penentuan Debit Rancangan di Bendungan Way Besai” memaparkan perhitungan debit banjir rancangan menggunakan software HEC-HMS (*Hydrolic Engineering Centre – Hydrolic Modeling System*) dan analisis frekuensi yang diperuntukan sebagai salah satu alternatif pembangkit listrik – PLTA Way Besai. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan

perhitungan analisis debit banjir rancangan di Bendungan Way Besai menggunakan analisis frekuensi dan software HEC-HMS.

Simpulan yang didapat dari hasil penelitian ini menunjukkan bahwa faktor-faktor alam yang dihitung secara terukur – analisis frekuensi lebih mendekati debit banjir sebelumnya (2, 5, 10, 25, dan 100 tahun) hasilnya dibandingkan dengan software HEC-HMS.

Vera Wim Andiese (2012) dalam jurnalnya yang berjudul “Pengujian Metode Hidrograf Satuan Sintetik GAMA I dalam Analisis Debit Banjir Rancangan DAS Bangga” memaparkan perhitungan analisis debit banjir di DAS Bangga menggunakan metode (HSS) GAMA I dikarenakan kurangnya data terukur pada DAS Bangga, sehingga melakukan pengujian di DAS tersebut dengan metode Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) GAMA I.

Simpulan yang didapat dari hasil penelitian adalah terjadi perbedaan yang cukup besar antara Debit Banjir Rancangan hasil olahan data curah hujan dengan menggunakan metode Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) GAMA I terhadap debit banjir rancangan hasil olahan data debit sungai (terukur) dengan menggunakan metode distribusi *log person III*.

Mega Astriyana (2016) dalam skripsinya yang berjudul “Analisis Hidrograf Satuan Terukur (HST) Sub DAS Way Besai” memaparkan kondisi Daerah Aliran Sungai Way Besai di setiap SubDAS Way Besai, salah satunya di Sub-DAS yang terletak di Dusun Talang Bandung, Pekon Sindang Pagar Kel. Tugu Sari, Kec. Sumber Jaya, Kabupaten Lampung Barat, yaitu DAS Talang

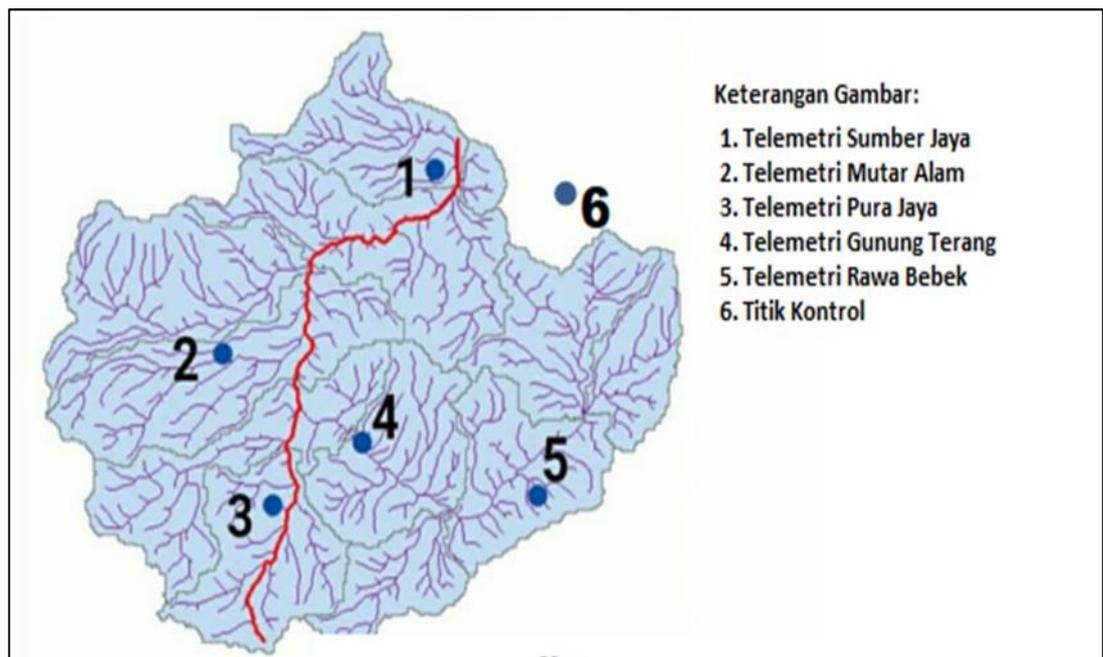
Bandung dan DAS Air Anak menggunakan metode Hidrograf Satuan Terukur (HST). Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisis Hidrograf Satuan Terukur (HST) untuk mendapatkan nilai debit puncak, waktu puncak, waktu dasar, dan menganalisis hidrograf banjir.

Simpulan yang didapat dari hasil penelitian adalah (a) karakteristik HST, debit puncak, waktu puncak, dan waktu dasar Sub-DAS Way Besai yaitu DAS Air Anak dan Talang Bandung ditiap periode (10, 20, 30, 60, menitan), (b) hidrograf banjir kala ulang 2, 5, 10, dan 25 tahun mempunyai debit puncak banjir yang berbeda untuk masing-masing DAS. Hal ini disebabkan oleh luas DAS , jumlah Sub-DAS, dan penampang sungai yang berbeda.

III. METODE PENELITIAN

A. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian berada di DAS Sungai Way Besai yang berlokasi di Kecamatan Sumber Jaya, Kabupaten Lampung Barat, Provinsi Lampung. DAS Way Besai memiliki luas sebesar 41.072,8 ha.



Gambar 20. DAS Way Besai

B. Tahapan Pengumpulan Data

1. Data hidrograf satuan terukur

Teknik pengumpulan data pada penelitian ini menggunakan data sekunder yang dilakukan dengan mengumpulkan informasi yang berasal dari data curah hujan rata rata, titik koordinat lokasi penelitian, data penampang melintang sungai, data ketinggian muka air rata – rata, data kecepatan aliran sungai, dan data karakteristik DAS Way Besai.

2. Data Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) GAMA I

Data sekunder yang diperlukan untuk mendapatkan HSS GAMA I adalah (a) data topografi, (b) panjang sungai tiap ordenya, (c) luas DAS, dan (d) analisa data spasial.

3. Data Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) SCS (HEC-HMS)

Data-data yang diperlukan untuk mendapatkan HSS SCS (HEC-HMS) sebagian besar merupakan data sekunder, karena metode ini merupakan metode Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) yang diterapkan untuk menghitung debit rencana apabila terjadi kekurangan data curah hujan. Data-data yang diperlukan dalam melakukan metode ini adalah (a) data asumsi curah hujan 2 tahunan – dalam 10 tahun terakhir, (b) koordinat lokasi DAS, (c) Analisis data spasial DAS (Luas DAS dan tata guna lahan di DAS).

C. Alat-Alat yang Digunakan

Alat – alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain alat penakar hujan otomatis tipe *tipping bucket*, alat pengukur tinggi muka air otomatis atau AWLR (*automatic water level recorder*), alat pengukur kecepatan aliran otomatis dan manual.

D. Pelaksanaan Penelitian

Metode – metode yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah (a) metode hidrograf satuan terukur, (b) metode Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) GAMA I, dan (c) metode Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) SCS (HEC-HMS). Setelah didapatkan hasil dari ketiga metode di atas selanjutnya dilakukan perbandingan hasil hidrograf yang di dapat. Berikut merupakan langkah langkah dalam pelaksanaan metode yang akan dilakukan :

(a) Metode hidrograf satuan terukur

Langkah – langkah yang dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Pengumpulan data curah hujan
2. Pengumpulan data tinggi muka air baik secara manual maupun secara otomatis menggunakan alat AWLR.
3. Pengumpulan data kecepatan aliran
4. Pengukuran penampang melintang sungai
5. Kalibrasi (*rating curve*) dilakukan untuk mendapatkan hubungan antara tinggi muka air dengan debit dengan sejumlah pengukuran yang terencana. Setelah itu diplot dalam bentuk grafik.

6. Mengubah hidrograf tinggi muka air (*stage hydrograph*) menjadi hidrograf aliran (*discharge hydrograph*) dengan cara mengalikan persamaan yang didapatkan pada pembuatan liku kalibrasi dengan data tinggi muka air.
7. Pemisahan komponen aliran dasar dengan pendekatan *straight line method* – garis lurus, sehingga didapatkan hidrograf limpasan langsung (HLL). Pendekatan ini dilakukan dengan penarikan garis aliran dasar dimulai dari saat hidrograf aliran naik dan berpotongan pada akhir resesi. Hidrograf limpasan langsung diperoleh dengan mengurangkan hidrograf total dengan aliran dasar (*base flow*).
8. Menghitung curah hujan efektif (). 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 (). 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.
9. Menghitung dan menentukan ordinat hidrograf satuan masing-masing hidrograf banjir yang selanjutnya mendapatkan hidrograf satuan terukur.

(b) Metode hidrograf satuan sintetik GAMA I

Langkah – langkah yang dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Menentukan batas – batas DAS yang mengacu pada stasiun hidrometri di DAS yang ditinjau
2. Mengukur luas DAS
3. Mengukur panjang sungai dan anak – anak sungai
4. Pembagian tingkat/orde sungai
5. Menghitung hidrograf satuan pada DAS

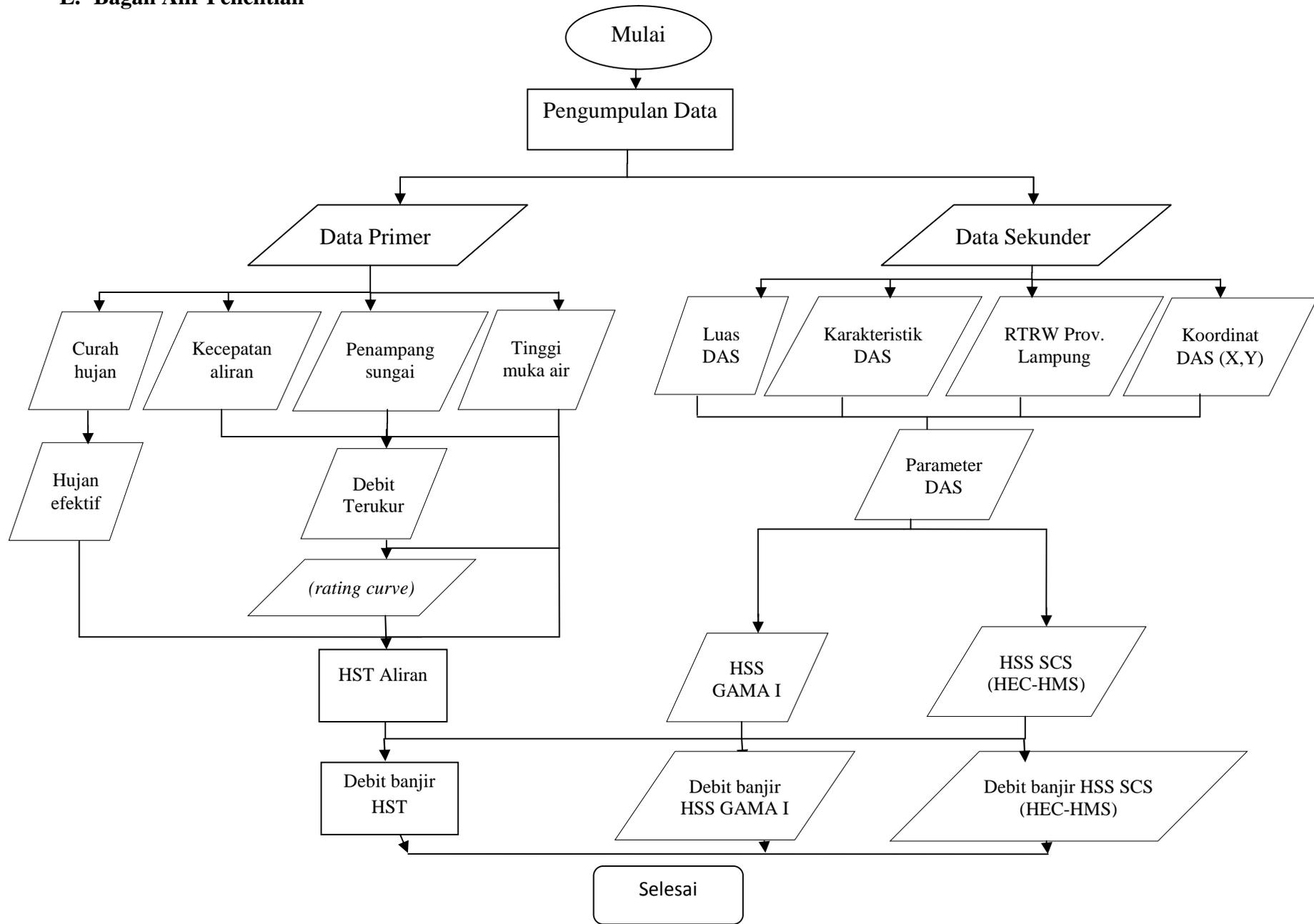
Untuk pengalihragaman hujan menjadi aliran pada DAS yang ditinjau dapat dilakukan dengan tahapan sebagai berikut :

- a. Memilih data curah hujan dengan asumsi data curah hujan mewakili DAS yang ditinjau
- b. Melakukan *crosscheck*/abnormalistik data
- c. Analisis frekuensi hujan sesuai jenis sebarannya berdasarkan *parameter statistic*
- d. Menentukan curah hujan rancangan untuk kala ulang 5 tahun, 10 tahun, 25 tahun, 50 tahun, dan 100 tahun.
- e. Melakukan uji kesesuaian distribusi frekuensi
- f. Menghitung dan menentukan ordinat hidrograf satuan masing-masing hidrograf banjir yang selanjutnya mendapatkan hidrograf satuan terukur.

(c) Metode Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) SCS dengan program HEC-HMS. Langkah – langkah yang dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Menentukan koordinat (X,Y) telemetri pengukur curah hujan DAS Way Besai
2. Menentukan luas area DAS untuk mengetahui persentase pengaruh masing-masing stasiun hujan
3. analisis *Curve Number* (CN) – berdasarkan tata guna lahan dan tipe tanah, pada setiap sub-DAS
4. menghitung *timelag*, pada penelitian ini menggunakan metode SCS (*Soil Conservation Service*).
5. Pemodelan dengan HEC-HMS berdasarkan data hujan dan parameter SCS (*Soil Conservation Service*).
6. HEC-HMS menampilkan hidrograf satuan.

E. Bagan Alir Penelitian



Gambar 21. Bagan alir penelitian

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis Hidrograf Satuan Sintetik menggunakan metode Gama 1, menggunakan program HEC-HMS dan Hidrograf Satuan Terukur. Kesimpulan yang dapat diambil adalah sebagai berikut :

1. Hasil dari analisis menggunakan Hidrograf Satuan Terukur DAS Way Besai pada periode 60 menitan mempunyai debit puncak (Q_p) = 19.976 m^3/dt , waktu menuju puncak (T_p) pada periode 60 menitan kedua (120 menit), waktu dasar (T_b) selama 1440 menit (24 jam).
2. Hasil dari analisis menggunakan Hidrograf Satuan Sintetis Gama 1 di DAS Way Besai pada periode 60 menitan mempunyai debit puncak (Q_p) = 19.247 m^3/dt , waktu menuju puncak (T_p) sebesar 2.978 jam (178.686 menit), waktu dasar (T_b) selama 1813,668 menit (30,228 jam). Hasil dari analisis menggunakan program Hidrograf Satuan Sintetis HEC-HMS di DAS Way Petay pada periode 60 menitan mempunyai debit puncak (Q_p) = 20.2 m^3/dt , waktu menuju puncak (T_p) pada periode 60 menitan kedua (120 menit), waktu dasar (T_b) selama 960 menit (16 jam).

3. Setelah mendapatkan hasil seperti diatas dapat disimpulkan bahwa metode (HSS) Gama I dan (HSS) SCS (HEC-HMS) sama baiknya, namun hasil dari pada metode (HSS) SCS (HEC-HMS) lebih mendekati Hidrograf Satuan Terukur.
4. Hasil dari analisis debit banjir kala ulang tertentu menggunakan Hidrograf Satuan Terukur di DAS Way Besai pada kala ulang 2 tahunan mempunyai debit puncak (Q_p) = 49,441 m^3/dt , pada kala ulang 5 tahunan mempunyai debit puncak (Q_p) = 142,359 m^3/dt , pada kala ulang 10 tahunan mempunyai debit puncak (Q_p) = 253,653 m^3/dt , pada kala ulang 25 tahunan mempunyai debit puncak (Q_p) = 497,835 m^3/dt , pada kala ulang 50 tahunan mempunyai debit puncak (Q_p) = 765,654 m^3/dt , pada kala ulang 100 tahunan mempunyai debit puncak (Q_p) = 1116,051 m^3/dt .

Hasil dari analisis debit banjir kala ulang tertentu menggunakan Hidrograf Satuan Sintetik Gama I di DAS Way Besai pada kala ulang 2 tahunan mempunyai debit puncak (Q_p) = 47,637 m^3/dt , pada kala ulang 5 tahunan mempunyai debit puncak (Q_p) = 137,162 m^3/dt , pada kala ulang 10 tahunan mempunyai debit puncak (Q_p) = 244,394 m^3/dt , pada kala ulang 25 tahunan mempunyai debit puncak (Q_p) = 479,661 m^3/dt , pada kala ulang 50 tahunan mempunyai debit puncak (Q_p) = 737,704 m^3/dt , pada kala ulang 100 tahunan mempunyai debit puncak (Q_p) = 1075,309 m^3/dt .

Hasil dari analisis debit banjir kala ulang tertentu menggunakan Hidrograf Satuan Sintetik SCS (HEC-HMS) di DAS Way Besai pada kala ulang 2 tahunan mempunyai debit puncak (Q_p) = 49,995 m^3/dt , pada kala ulang 5

tahunan mempunyai debit puncak (Q_p) = 143,952 m³/dt, pada kala ulang 10 tahunan mempunyai debit puncak (Q_p) = 256,491 m³/dt, pada kala ulang 25 tahunan mempunyai debit puncak (Q_p) = 503.404 m³/dt, pada kala ulang 50 tahunan mempunyai debit puncak (Q_p) = 774.221 m³/dt, pada kala ulang 100 tahunan mempunyai debit puncak (Q_p) = 1128.537 m³/dt.

B. Saran

Berdasarkan hasil analisis hidrograf satuan sintetik menggunakan metode Gama 1, menggunakan program HEC-HMS dan hidrograf satuan terukur. Saran yang dapat diberikan adalah sebagai berikut :

1. Perlu pembaruan data curah hujan yang akan digunakan dalam menganalisis data sekurang-kurangnya data curah hujan 10 tahun terakhir agar hasil analisis lebih akurat dengan keadaan lapangan.
2. Perlu adanya kajian lebih lanjut tentang penggunaan program HEC-HMS untuk mendapatkan hasil analisis yang lebih baik lagi. Pada HEC-HMS terdapat banyak pilihan untuk penentuan metode perhitungan, baseflow, rooting dan sebagainya.
3. Perlu pembaruan data spasial untuk menghitung hidrograf satuan sintetik Gama I dan untuk input pada program HEC-HMS agar hasil analisis menjadi lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- _____. 2017. *Pedoman Penulisan Karya Ilmiah Universitas Lampung*. Unila Offset. Bandar Lampung.
- Agustian, M. Hendri. 2017. *Studi Morfologi Sungai pada Sungai Progo Hilir (Studi Kasus : Pias Jembatan Bantar – Pias Jembatan Srandakan)*. Yogyakarta. Jurusan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- Ahira, A. 2011. Manfaat Belajar Biologi. Tersedia : <http://www.anneahira.com/biologi.htm>.
- Asdak, C. 1995. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press
- Asdak, C. 2002. *Hidrologi dan Pengolahan Daerah Aliran Sungai*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- Astriyana, M. 2016. *Analisis Hidrograf Satuan Terukur (HST) Sub DAS Way Besai*. Bandar Lampung, Jurusan Teknik Sipil Universitas Lampung
- Hallaf, H.P., 2005. *Geomorfologi Sungai dan Pantai*. Jurusan Geografi FMIPA Univeristas Negeri Makasar, Makasar.
- Harto, S. 1993. *Analisis Hidrologi*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utam
- Humaidi. 2015. *Studi Potensi Sumber Daya Air untuk Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro di Pekon Tugu Ratu Kecamatan Suoh Kabupaten Lampung Barat Propinsi Lampung*. Bandar Lampung. Jurusan Teknik Sipil Universitas Lampung.
- Nivitha, M. 2018. *Analisis Hidrologi untuk Penentuan Debit Banjir Rancangan di Bendungan Way Besai*. Bandar Lampung, Jurusan Teknik Sipil Universitas Lampung.
- Purwadhi, Hardiyanti S, Santojo, Budi T. 2008. *Pengantar Interpretasi Citra Penginderaan Jauh*. Semarang: LAPAN-UNNES.

- Rahayu S, Widodo RH, van Noordwijk M, Suryadi I dan Verbist B. 2009. *Monitoring Air di Daerah Sungai*. Bogor, Indonesia. World Agroforestry Centre – Southeast Asia Regional Office.
- Seyhan, E. 1979. *Application of Statistical Methods to Hydrology*. Netherland: Institute of Earth Science.
- Sherman, L.K. 1932. *Streamflow from Rainfall by The Unit-Graph Method*. England: News-Rec.
- Soemarto, CD. 1987. *Hidrologi Teknik*. Surabaya :Usaha Nasional.
- Soewarno. 1991. *Hidrologi: Pengukuran dan Pengolahan Data Aliran Sungai (Hidrometri)*. Bandung: CV. Nova Bandung
- Sukiyah, E. 2007, *Morfometri Daerah Aliran Sungai pada Bentang Alam Vulkanik Kwartir Terdeformasi*. Bandung. Jurusan Geologi, FMIPA Universitas Padjadjaran
- Supriyono, A. 2017. *Penetapan Requirement WebGis untuk Pemantauan dan Evaluasi Pemanfaatan Pola Ruang*. Bandung. Jurusan Teknik Informatika Universitas Pasundan.
- Syarifuddin, dkk. 2000. *Sains Geografi*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Tarboton D, Castro C, Espinoza G, Maidment D. 2015, *Exercise 5. HEC-HMS Modeling Using Data From GIS Data Services*.
- Triatmodjo, B. 2008. *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta: Beta Offset
- Yacob, R. A. 2015. *Studi Debit Aliran pada Sungai Antasan Kelurahan Sungai Andai Banjarmasin Utaral*. Banjarmasin. Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Banjarmasin.