

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Kota Samarinda, Ibukota Provinsi Kalimantan Timur, merupakan kota yang dibelah oleh Sungai Mahakam memiliki luas 71.800 ha. Sejak beberapa tahun terakhir, Kota Samarinda selalu menghadapi permasalahan banjir yang melanda sebagian besar wilayah kotanya. Wilayah yang mengalami sebagian besar berada di wilayah DAS Karang Mumus. Perkembangan kota tersebut secara nyata telah mengurangi kawasan resapan air dan kawasan hutan. Hingga saat ini kawasan yang ditetapkan sebagai hutan kota Samarinda hanya 1,05% (691,11 ha) dari luasan kota. Sementara itu, sebagian besar kawasan rawa telah menjadi kawasan pengembangan perumahan dan industri, sehingga rawa yang tersisa di kota semakin mengecil. Melihat berbagai permasalahan tersebut, maka perlu dilakukan sebuah perencanaan yang berperspektif ekologis dan mendukung pembangunan kota untuk kepentingan kesejahteraan rakyat di masa datang. Beberapa tawaran gagasan akan disajikan dalam paper ini dengan harapan dapat menjadi sebuah alternatif model pengelolaan kota Samarinda, khususnya pada wilayah DAS Karang Mumus.

Sungai merupakan salah satu sumber daya alam yang sangat penting dan bermanfaat bagi kehidupan makhluk hidup khususnya bagi manusia. Pemanfaatan air atau sumberdaya sungai biasanya untuk memenuhi kebutuhan air irigasi, kebutuhan air domestik, transportasi, pariwisata dan sebagainya. Selain manfaat positif yang disebutkan diatas sungai dapat juga menimbulkan dampak negatif bagi kehidupan manusia jika pada sungai atau pada daerah aliran sungai (DAS) terjadi banjir.

Seiring dengan modernisasi yang terjadi sekarang ini, ilmu pengetahuan dan teknologi berkembang dengan pesatnya. Di bidang pengairan atau hidrologi, banyak metode-metode yang berhasil diciptakan untuk memprediksi besarnya debit banjir pada suatu Daerah Aliran Sungai (DAS). Beberapa diantaranya adalah metode Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) Nakayasu dan metode HSS Snyder.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian yang telah disampaikan diatas, maka permasalahan yang dibahas dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimanakah hasil perhitungan debit banjir yang terjadi pada DAS Karang Mumus dengan menggunakan metode HSS Nakayasu dan metode HSS Snyder?
2. Seberapa besar perbedaan debit banjir yang terjadi dengan dua metode yang digunakan tersebut dibandingkan dengan kondisi aktual ?

C. Tujuan dan Manfaat Penelitian

1. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan suatu perkiraan debit banjir di wilayah DAS Karang Mumus dengan menggunakan metode HSS Nakayasu dan metode HSS Snyder.
2. manfaat dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan masukan dan pertimbangan bagi pihak-pihak dan instansi terkait dalam memprediksi besarnya debit rancangan.

D. Batasan masalah

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Perhitungan debit menggunakan metode HSS Nakayasu dan metode HSS Snyder.
2. Banjir rancangan ditetapkan dengan asumsi bahwa kala ulang hujan sama dengan kala ulang banjir.

E. Sistematika Penulisan

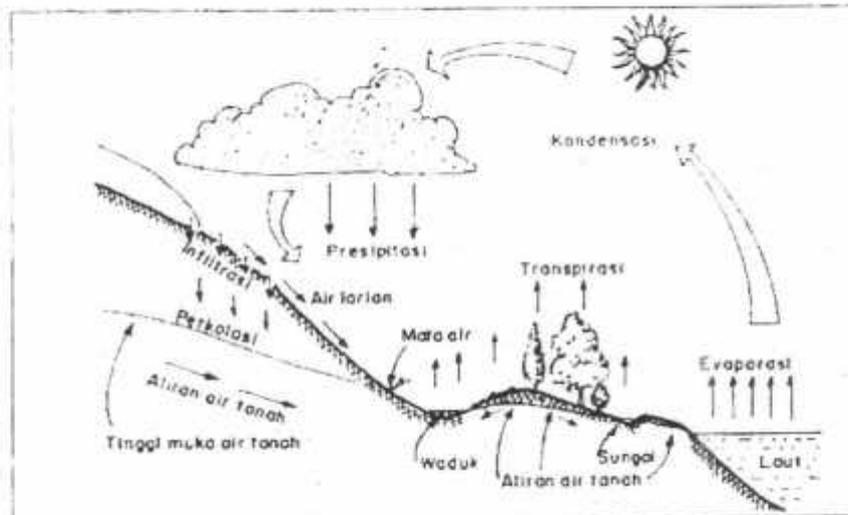
Tahapan-tahapan dalam penulisan Tugas Akhir ini dibagi dalam 5 (lima) bab dengan sistematika penulisan sebagai berikut:

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

A. Definisi DAS

Daerah Aliran Sungai (DAS) secara umum didefinisikan sebagai suatu hamparan wilayah/kawasan yang dibatasi oleh pembatas topografi (punggung bukit) yang menerima, mengumpulkan air hujan, sedimen dan unsur hara serta mengalirkannya melalui anak-anak sungai dan keluar pada sungai utama ke laut atau danau. Linsley (1980) menyebut DAS sebagai "Sebuah sungai cekungan drainase di seluruh wilayah dialiri oleh aliran atau sistem yang menghubungkan aliran sedemikian rupa sehingga semua aliran sungai yang berasal di daerah dibuang melalui outlet tunggal". SEMENTARA ITU IFPRI (2002) menyebutkan bahwa "DAS adalah eographicarea yang mengalir ke titik yang sama, yang membuatnya unit yang menarik bagi upaya teknis untuk konservasi tanah dan memaksimalkan pemanfaatan air permukaan dan air bawah permukaan untuk produksi tanaman, dan DAS juga merupakan daerah dengan rezim administrasi dan properti, serta petani yang tindakannya dapat mempengaruhi kepentingan masing-masing". Dari definisi di atas, dapat dikemukakan bahwa DAS merupakan ekosistem, dimana unsur organisme dan lingkungan biofisik serta unsur kimia berinteraksi secara dinamis dan didalamnya terdapat keseimbangan *inflow* dan *outflow* dari material dan energi. Selain itu pengelolaan DAS dapat disebutkan merupakan suatu bentuk pengembangan wilayah yang menempatkan DAS sebagai suatu unit pengelolaan sumber daya alam (SDA) yang secara umum untuk mencapai tujuan peningkatan produksi pertanian dan kehutanan yang optimum dan berkelanjutan (lestari) dengan upaya menekan kerusakan seminimum mungkin agar distribusi aliran air sungai yang berasal dari DAS dapat merata sepanjang tahun. Dalam pendefinisian DAS pemahaman akan konsep daur hidrologi sangat diperlukan terutama untuk melihat masukan berupa curah hujan yang selanjutnya didistribusikan melalui beberapa cara seperti diperlihatkan pada **Gambar 1**. Konsep daur hidrologi DAS menjelaskan bahwa air hujan langsung sampai ke permukaan tanah untuk kemudian terbagi menjadi air larian, evaporasi dan air infiltrasi, yang kemudian akan mengalir ke sungai sebagai debit aliran.

Gambar 1. Daur Hidrologi DAS



Sumber: Hidrologi dan Pengelolaan DAS (Chay Asdak, 2002).

Dalam mempelajari ekosistem DAS, dapat diklasifikasikan menjadi daerah hulu, tengah dan hilir. DAS bagian hulu dicirikan sebagai daerah konservasi, DAS bagian hilir merupakan daerah pemanfaatan. DAS bagian hulu mempunyai arti penting terutama dari segi perlindungan fungsi tata air, karena itu setiap terjadinya kegiatan di daerah hulu akan menimbulkan dampak di daerah hilir dalam bentuk perubahan fluktuasi debit dan transport sedimen serta material terlarut dalam sistem aliran airnya. Dengan perkataan lain ekosistem DAS, bagian hulu mempunyai fungsi perlindungan terhadap keseluruhan DAS. Perlindungan ini antara lain dari segi fungsi tata air, dan oleh karenanya pengelolaan DAS hulu seringkali menjadi focus perhatian mengingat dalam suatu DAS, bagian hulu dan hilir mempunyai keterkaitan biofisik melalui daur hidrologi.

B. Hidrograf

Hidrograf dapat digambarkan sebagai penyajian grafis antara salah satu unsur aliran dengan waktu. Hidrograf ini menunjukkan tanggapan menyeluruh DAS terhadap masukan tertentu. Sesuai dengan sifat dan perilaku DAS yang

bersangkutan, hidrograf aliran selalu berubah sesuai dengan besaran dan waktu terjadinya masukan. Bentuk hidrograf pada umumnya sangat dipengaruhi oleh sifat hujan yang terjadi, akan tetapi juga dapat dipengaruhi oleh sifat DAS yang lain (Sri Harto, 1993). Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) Nakayasu merupakan suatu cara untuk mendapatkan hidrograf banjir rancangan dalam suatu DAS. Untuk membuat suatu hidrograf banjir pada sungai, perlu dicari karakteristik atau parameter daerah pengaliran tersebut. Adapun karakteristik tersebut adalah:

- a. Tenggang waktu dari permulaan hujan sampai puncak hidrograf (*time to peak magnitude*).
- b. Tenggang waktu dari titik berat hujan sampai titik berat hidrograf (*time log*).
- c. Tenggang waktu hidrograf (*time base of hydrograf*).
- d. Luas daerah pengaliran.

Persamaan Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu:

$$Q_p = (0,3)^{3,6} 0,3 \cdot T A R p o + \dots \dots \dots (1)$$

dimana :

Q_p = debit puncak banjir (m³/detik)

R_o = hujan satuan (mm)

T_p = tenggang waktu (*time log*) dari permulaan hujan sampai puncak banjir (jam).

$T_{0,3}$ = waktu yang diperlukan oleh penurunan debit, dari debit puncak sampai menjadi 30% dari.

C. Hidrograf Satuan

Teori klasik hidrograf satuan berasal dari hubungan antara hujan efektif dengan limpasan langsung. Hubungan tersebut merupakan salah satu komponen model *watershed* yang umum. Teori hidrograf satuan merupakan penerapan pertama teori sistem linier dalam hidrologi (Soemarto, 1987).

Sherman pada tahun 1932 (dalam Sri Harto, 1993) mengemukakan bahwa dalam suatu sistem DAS mempunyai 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 dengan hidrograf satuan (*unit hydrograph*). Hidrograf Satuan (HS) adalah hidrograf limpasan langsung (*direct run-off hydrograph*) yang dihasilkan oleh hujan-mangkus (hujan efektif) yang terjadi merata di seluruh DAS dan dengan intensitas tetap dalam satu satuan waktu yang ditetapkan. Hidrograf satuan ini dianggap merupakan hidrograf khas untuk suatu DAS tertentu, misalnya untuk hujan dengan kedalaman 1mm (atau kedalaman lain yang ditetapkan). Konsep HS ini pertama kali dikemukakan oleh Sherman (1932) dalam upayanya untuk mendapatkan perkiraan banjir yang terjadi akibat berbagai kedalaman hujan dan berbagai agihan jam-jaman (Sri Harto, 1993). Konsep HS sangat bermanfaat untuk analisis hidrologi dan sampai saat ini masih dianggap sebagai pendekatan yang baik untuk perkiraan banjir dengan periode ulang yang panjang.

Untuk memperoleh HS dalam suatu kasus banjir, maka diperlukan data sebagai berikut :

1. Untuk HS terukur berupa data rekaman AWLR atau data pengukuran debit yang cukup dan data hujan biasa (manual) atau data hujan otomatis.
2. Untuk HSS berupa data karakteristik DAS atau peta DAS.

Perhitungan banjir rancangan dapat diperkirakan berdasarkan curah hujan maksimal tahunan (Sri Harto, 1993). Dalam prakteknya debit banjir (banjir rancangan) dapat diperkirakan dengan beberapa metode berdasarkan ketersediaan data. Metode yang dapat digunakan yaitu :

1. Analisis frekuensi data debit terukur (debit ekstrim).
2. Metode Rasional untuk luas DAS yang relatif kecil (Anonim, 1989).
3. Metode HS, baik HS terukur maupun HSS. Untuk HSS ada beberapa metode yang dikembangkan, antara lain HSS Snyder, HSS Nakayasu, HSS Gama I dan lain-lain.

Memahami cukup besarnya kebutuhan perencanaan dan perancangan bangunan air maka dikembangkan perhitungan debit banjir dengan menggunakan metode HSS yang cocok digunakan pada DAS yang ada di Indonesia. Salah satu metode yang dikembangkan adalah metode HSS Gama I. HSS Gama I ini dikembangkan berdasarkan perilaku hidraulik 30 DAS di Pulau Jawa, akan tetapi

belakangan diketahui berfungsi baik pula untuk berbagai daerah di Indonesia. Dengan tidak mengabaikan parameter-parameter DAS yang dikembangkan sebelumnya.

HSS Nakayasu merupakan metode yang dikembangkan di negara Jepang. HSS Nakayasu ditemukan dan dikembangkan berdasarkan penyelidikan oleh Nakayasu terhadap hidrograf satuan di beberapa sungai yang berada di Jepang.

Menurut Soemarto (1987), metode HSS Nakayasu ini banyak dipakai dalam perencanaan bendungan-bendungan dan perbaikan sungai di Proyek Brantas (Jawa Timur), antara lain untuk menentukan debit perencanaan bendungan-bendungan Lahor, Wlingi, Widas, Kesamben, Sengguruh, Wonorejo dan perbaikan sungai Kali Brantas bagian Tengah

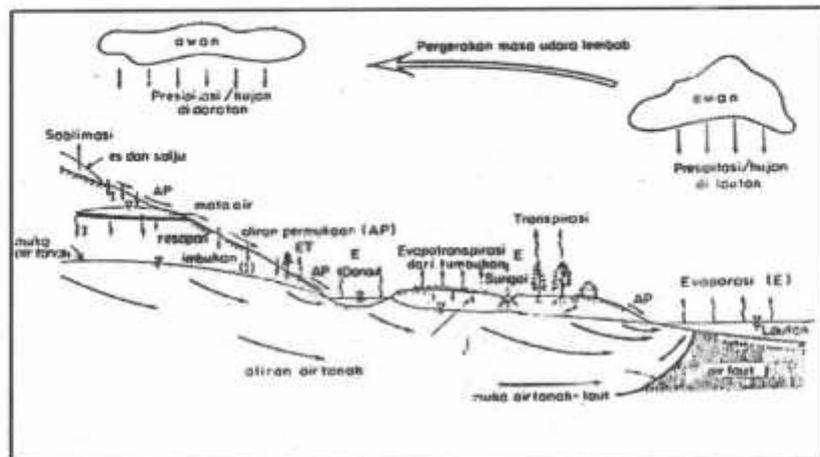
HSS Snyder dikembangkan oleh Snyder yang berasal dari Amerika Serikat pada permulaan tahun 1938. Snyder telah mengembangkan rumus dengan koefisien empirik yang menghubungkan unsur-unsur hidrograf satuan dengan karakteristik daerah pengaliran. Menurut Soemarto (1987), metode HSS Snyder ini di Indonesia telah diterapkan pada perencanaan perbaikan sungai Kali Citanduy di Jawa Barat.

Dari uraian diatas dapat diambil judul perbandingan perhitungan debit banjir dengan menggunakan HSS Nakayasu dan HSS Snyder pada DAS Provinsi Kalimantan Timur.

D. Siklus Hidrologi

Siklus hidrologi yaitu siklus terjadinya penguapan, pengembunan (kondensasi), hujan, pengaliran menuju tempat lebih rendah dibawah pengaruh gaya gravitasi dan penguapan kembali. Hidrologi adalah suatu ilmu pengetahuan yang mempelajari tentang masalah air.

Siklus hidrologi menurut (Bier, 1978) dapat disajikan secara skematik seperti gambar berikut :



Gambar 2.1 Daur Hidrologi

siklus hidrologi dapat terjadi karena adanya matahari yang merupakan sumber tenaga dari alam, maka dari seluruh permukaan di bumi akan dapat terjadi penguapan, baik dari muka tanah, permukaan air (*evaporation*) dan permukaan pohon-pohon (*transpiration*). Uap air akan naik menuju atmosfer yang akan terbentuk menjadi awan apabila keadaan klimatologik memungkinkan, awan dapat terbawa ke darat dan dapat terbentuk menjadi awan pembawa hujan (*rain cloud*). Hujan akan terjadi apabila berat butir-butir air hujan tersebut telah lebih besar dari gaya tekan udara ke atas. Dalam keadaan klimatologis tertentu, maka air hujan yang masih melayang tersebut dapat teruap kembali menjadi awan.

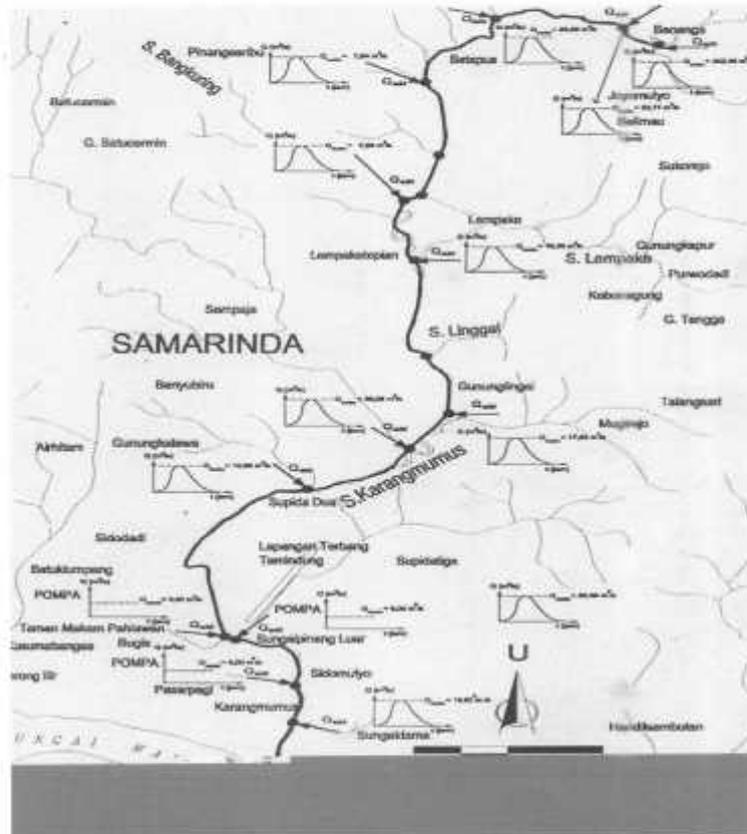
Air hujan yang jatuh di atas permukaan dapat dibagi menjadi dua bagian. Pertama, sebagai aliran limpasan (*overland flow*) dan kedua, sebagai aliran yang terinfiltrasi. Jumlah air yang mengalir sebagai aliran limpasan dan sebagai aliran yang terinfiltrasi ini dipengaruhi oleh banyak faktor. Makin besar air hujan yang mengalir sebagai limpasan maka semakin kecil bagian yang terinfiltrasi, demikian pula sebaliknya.

Aliran limpasan seterusnya akan mengisi cekungan-cekungan (*depression storage*) yang ada di permukaan lalu akan menjadi limpasan permukaan (*surface run-off*). Saat cekungan-cekungan tersebut terisi penuh oleh air maka sebagian akan mengalir ke laut. Air yang terinfiltrasi dalam keadaan formasi geologi yang memungkinkan, sebagian dapat mengalir sebagai aliran lateral di lapisan tidak kenyang air (*unsaturated zone*) sebagai aliran antara (*subsurface flow/interflow*)

BAB III METODE PENELITIAN

A. Tempat Penelitian

Lokasi penelitian berada di Kota Samarinda Wilayah Propinsi Kalimantan Timur, tepatnya di daerah Lempake. Daerah ini dibelah oleh sungai yang bermuara di Sungai Karang Mumus.



Gambar 3.1 DAS Sungai Karang Mumus

Dalam rangka menyelesaikan tugas akhir dengan judul Perbandingan Perhitungan Debit Banjir dengan Metode HSS Nakayasu dan Metode HSS Snyder ini mengambil lokasi di DAS Karang Mumus Provinsi Kalimantan Timur.

Secara administratif bagian Sungai Karang Mumus berada di wilayah Padat Penduduk melalui daerah perkotaan yang padat penduduknya di Kota Samarinda.

Pemilihan lokasi tersebut didasarkan pada ketersediaan data yang diperlukan untuk menentukan besarnya hujan rerata, memperkirakan besarnya hujan rancangan dan banjir rancangan. Data tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Stasiun Pengamatan Curah Hujan dan AWLR

DAS	Luas (km ²)	Stasiun Hujan	Stasiun AWLR	Tahun
Karang Mumus	320	Karang Mumus	Temindung	1992-20011

B. Waktu Penelitian

Lama waktu yang digunakan untuk pengumpulan data adalah 14 hari kalender.

Tabel 3.1 Jadwal dan Waktu Kegiatan Penulisan Tugas Akhir

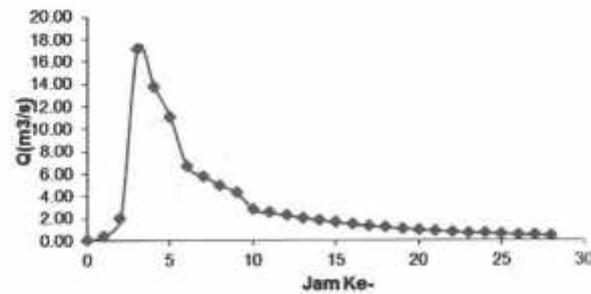
No.	Kegiatan	Bulan						
		April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	
1	Persiapan	■	■					
	Penyusunan Proposal		■	■	■			
2	Proposal							
3	Seminar 1			■				
4	Pengumpulan Data			■	■	■		
5	Analisis Data			■	■	■	■	
6	Penulisan Laporan				■	■	■	
7	Seminar 2						■	
8	Persiapan Pendadaran						■	■
9	Pendadaran							■

Lanjutan Tabel 5.13

(1)	(2)	(3)	(4)
3	17.77	17.12	Q _{d1}
4	14.24	13.72	
5	11.42	10.99	
6	6.92	6.66	Q _{d2}
7	5.97	5.75	
8	5.15	4.96	
9	4.44	4.28	
10	2.86	2.75	Q _{d3}
11	2.56	2.47	
12	2.29	2.21	
13	2.05	1.98	
14	1.84	1.77	
15	1.64	1.58	
16	1.47	1.42	
17	1.32	1.27	
18	1.18	1.14	
19	1.06	1.02	
20	0.95	0.91	
21	0.85	0.82	
22	0.76	0.73	
23	0.68	0.65	
24	0.61	0.58	
25	0.54	0.52	
26	0.49	0.47	
27	0.44	0.42	
28	0.39	0.38	

ΣUH	92.30	88.89	
Koreksi HSS Nakayasu			
$V_{kor} = \Sigma UH * 3600 / A * 10^{-3} =$		1.04	Mm
$V = \Sigma UH * 3600 / A * 10^{-3} =$		1.00	Mm

Sumber : Hasil analisis pada DAS Karang Mumus



Gambar 5.2 HSS Nakayasu DAS Karang Mumus

Dari Tabel 5.13 dan Gambar 5.2 tampak bahwa hidrograf yang disajikan dengan puncak tertinggi terjadi pada jam ke 3 yaitu sebesar 17.2 m³/detik.

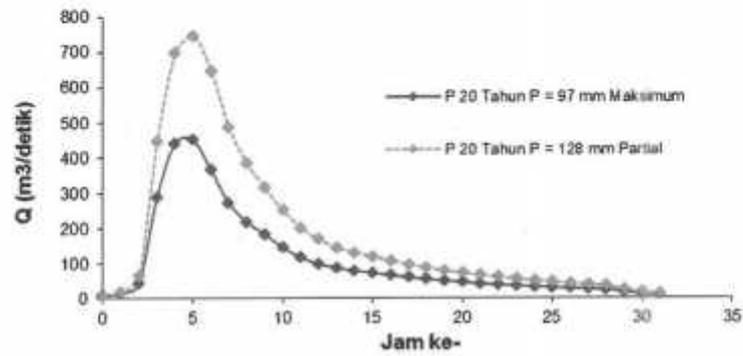
Analisis banjir rancangan dengan metode HSS Nakayasu untuk kala ulang 20 dan 100 tahun dapat dilihat pada Tabel 5.14 berikut :

Tabel 5.14 Banjir Rancangan DAS Karang Mumus Metode HSS Nakayasu

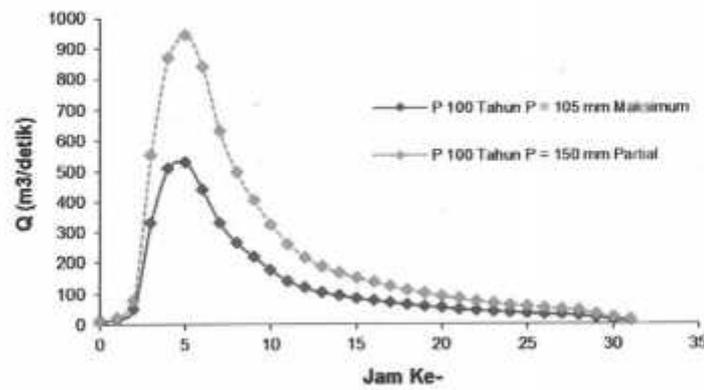
Jam ke-	$Q_{inflow} (m^3/s)$			
	<i>Annual Maximum Series</i>	<i>Partial Series</i>	<i>Annual Maximum Series</i>	<i>Partial Series</i>
	$P_{20} = 97 \text{ mm}$	$P_{20} = 128 \text{ mm}$	$P_{100} = 105 \text{ mm}$	$P_{100} = 150 \text{ mm}$
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
0	9.94	9.94	9.94	9.94
1	15.39	18.44	16.21	20.51
2	43.43	62.34	48.50	75.16
3	287.79	444.91	329.97	551.47

4	440.89	694.85	509.06	867.07
5	451.24	744.89	530.07	944.03
6	364.50	645.91	440.04	836.76
7	272.76	485.38	329.83	629.58
8	218.15	383.02	262.41	494.83
9	183.71	314.39	218.78	403.01
10	146.12	251.19	174.33	322.43
11	116.82	201.10	139.44	258.25
12	98.88	167.90	117.41	214.71
13	87.32	144.70	102.72	183.60
14	79.21	130.58	93.00	165.41
15	71.96	117.94	84.30	149.13
16	65.46	106.63	76.51	134.55
17	59.64	96.50	69.54	121.49
18	54.44	87.43	63.29	109.81
19	49.78	79.31	57.70	99.34
20	45.60	72.05	52.70	89.98
21	41.87	65.54	48.22	81.59
22	38.52	59.72	44.21	74.09
23	35.53	54.50	40.62	67.37
24	32.85	49.83	37.41	61.35
25	30.45	45.65	34.53	55.97
26	28.30	41.91	31.95	51.14
27	26.38	38.56	29.65	46.83
28	24.65	35.57	27.58	42.96
29	18.19	25.20	20.07	29.95
30	13.05	16.78	14.05	19.31
31	10.72	12.26	11.14	13.31

Lanjutan Tabel 5.14



Gambar 5.3 Hidrograf Banjir Rancangan HSS Nakayasu P₂₀ DAS Karang Mumus



Gambar 5.4 Hidrograf Banjir Rancangan HSS Nakayasu P₁₀₀ DAS Karang Mumus

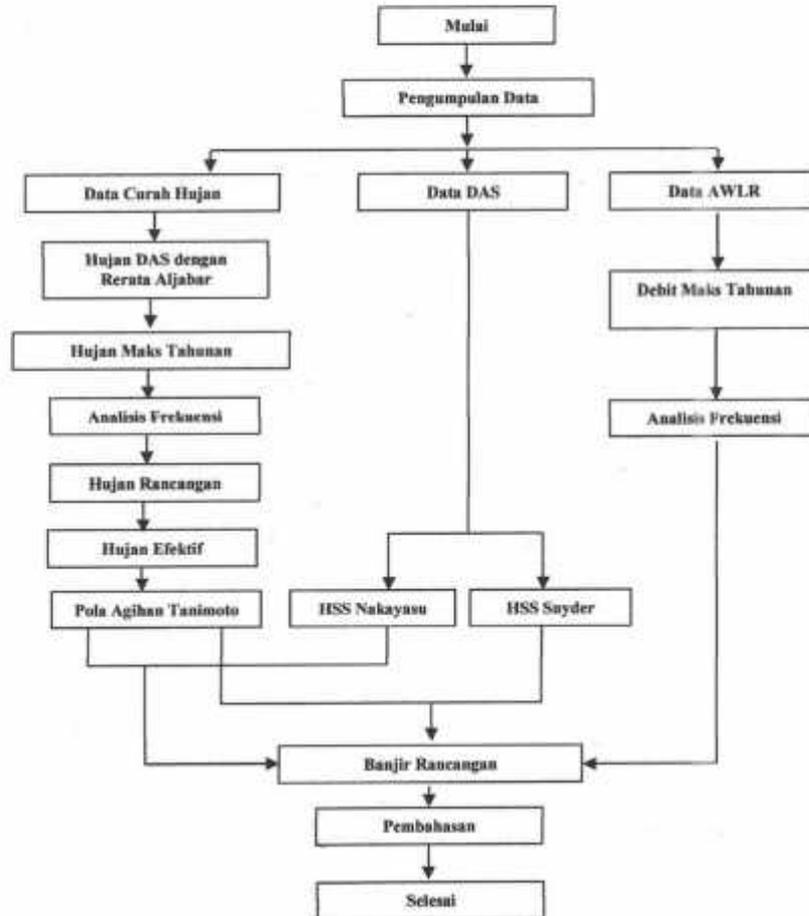
b. HSS Snyder

Untuk HSS Snyder besaran parameter karakteristik DAS yang diperoleh dapat dilihat pada Tabel 5.15 berikut :

Tabel 5.15 Paramater DAS untuk Hitungan HSS Snyder

No	Parameter DAS	Simbol	Satuan	Besaran
1	Luas DAS	A	km ²	320
2	Panjang Sungai	L	km	40

D. Bagan Alir Penelitian (Flow Chart)



Gambar 3.2 Bagan Alir Penelitian