

ANALISIS BANJIR WAY BESAI DENGAN MODEL MATEMATIS UNSTEADY FLOW MENGGUNAKAN SOFTWARE HEC - RAS

Harijadi¹⁾

Abstract

River flood control work involving them are two important analysis i.e. analysis of hydrologic and hydraulic analysis. In the analysis of hydrologic calculation of discharge, the draft is one of the main objectives in the work of flood control of the river. The calculation of design discharge discharge based on data available on the river concerned or through the calculation of the design of rain then converted to discharge draft with empirical equations. On the other hand, the analysis of the hydraulics are also important do to the needs of the design capacity of discharge capacity of the river against a draft that would pass.

This research was conducted on the analysis of the hydraulics for the River Way Besai using HEC-RAS which is a continuation of the analysis of hydrology. In the analysis of hydrology, on condition there is no measurement data field, bankfull capacity of the river used as a calibration material for Q2. The disadvantages of calculation of flood discharge using rain data is that we should always assume that rain occurred in the entire WATERSHED. As a result of discharge produced sometimes too big or over estimated. Analysis of hydrologic and hydraulic analysis in Indonesia is still basically approaches is supported with logical reasons. Therefore the project work experience is a very important asset that will affect the accuracy of the analysis.

Keywords: *The River, Flooding, Hydrology, Hydraulics, HEC-RAS.*

Abstrak

Pekerjaan pengendalian banjir sungai melibatkan diantaranya dua analisis penting yaitu analisis hidrologi dan analisis hidrolika. Dalam analisis hidrologi, perhitungan debit rancangan merupakan salah satu tujuan utama dalam pekerjaan pengendalian banjir sungai. Perhitungan debit rancangan didasarkan pada data debit yang tersedia pada sungai yang bersangkutan atau melalui perhitungan hujan rancangan yang kemudian dialihragamkan menjadi debit rancangan dengan persamaan-persamaan empiris. Di sisi lain, analisis hidrolika juga penting dilakukan untuk kebutuhan mendesain kapasitas tampung sungai terhadap debit rancangan yang akan lewat.

Pada penelitian ini dilakukan analisis hidrolika untuk Sungai Way Besai dengan menggunakan HEC-RAS yang merupakan lanjutan dari analisis hidrologi. Dalam analisis hidrologi, pada kondisi tidak ada data pengukuran lapangan, bankfull capacity dari sungai dipakai sebagai bahan kalibrasi untuk Q2. Kelemahan dari perhitungan debit banjir dengan menggunakan data hujan adalah bahwa kita harus selalu berasumsi bahwa hujan terjadi pada seluruh DAS. Sebagai akibatnya debit yang dihasilkan terkadang terlalu besar atau over estimated.

Analisis hidrologi dan analisis hidrolika di Indonesia pada dasarnya masih merupakan pendekatan-pendekatan yang didukung dengan alasan-alasan yang logis. Oleh karena itu pengalaman pengerjaan proyek adalah asset yang sangat penting yang akan mempengaruhi keakuratan analisis.

Kata kunci: Sungai, Banjir, Hidrologi, Hidrolika, HEC-RAS.

¹ Mahasiswa Magister Teknik Sipil Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung Jl. Prof. Sumantri Brojonegoro No 1 Gedung Meneng, Bandar Lampung.

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Sungai mengalirkan air dengan menganut filosofi gravitasi, di mana air selalu mengalir dari tempat yang tinggi ke tempat yang rendah atau dari hulu menuju hilir. Proses aliran air di sungai adalah proses alam yang tiada henti, menutup siklus hidrologi dengan mengembalikan limpasan sungai ke laut. Selama berabad-abad, sungai telah digunakan sebagai sumber air bersih, memenuhi kebutuhan manusia akan air minum, sanitasi, irigasi, dan lain sebagainya. Sungai-sungai besar dibendung untuk menyimpan air di musim hujan dan menggunakannya di musim kemarau untuk berbagai keperluan.

Selain dapat memberikan manfaat bagi manusia, sungai juga dapat merupakan sumber bencana. Bencana yang paling sering timbul akibat meluapnya air sungai adalah bencana banjir. Banjir adalah suatu kondisi di mana tidak tertampungnya air dalam saluran (sungai) atau terhambatnya aliran air di dalam saluran atau sungai sehingga meluap, menggengangi daerah di sekitarnya (Suripin, 2004).

B. Identifikasi Masalah

Pekerjaan pengendalian banjir sungai melibatkan dua analisis penting yaitu analisis hidrologi dan analisis hidrolika. Dalam analisis hidrologi, perhitungan debit rancangan merupakan salah satu tujuan utama dalam pekerjaan pengendalian banjir sungai. Perhitungan debit rancangan didasarkan pada data debit yang tersedia pada sungai yang bersangkutan. Apabila data debit tidak tersedia maka perhitungan debit rancangan harus melalui perhitungan hujan rancangan. Hujan rancangan yang dihasilkan kemudian dialihragamkan menjadi debit rancangan dengan persamaan-persamaan empiris. Di sisi lain, analisis hidrolika dilakukan untuk mendesain kapasitas tampung sungai terhadap debit rancangan yang akan lewat. Akurasi dari analisis hidrologi dan analisis hidrolika merupakan hal yang penting.

Analisis hidrologi dan analisis hidrolika di Indonesia pada dasarnya masih merupakan pendekatan-pendekatan yang didukung dengan alasan-alasan yang logis. Menemukan metode yang paling sesuai untuk kedua analisis pada pekerjaan pengendalian banjir sungai di Indonesia adalah hal yang penting dilakukan. Oleh karena itu penelitian ini akan menyelidiki kendala dan permasalahan dalam penggunaan analisis hidrologi dan analisis hidrolika dalam suatu pekerjaan pengendalian banjir sungai.

C. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang dan identifikasi masalah di atas maka masalah dalam penelitian ini dirumuskan sebagai berikut: Apa saja hal-hal yang perlu diperhatikan dalam analisis hidrologi dan analisis hidrolika pada suatu pekerjaan pengendalian banjir sungai. Bagaimana menginterpretasi dan mengamati keefektifan analisa hidrologi dan analisa hidrolika pada suatu pekerjaan pengendalian banjir sungai.

D. Maksud Dan Tujuan

Maksud dari penelitian ini adalah mencari metode yang paling efektif untuk meningkatkan level kepercayaan suatu analisa hidrologi dan analisa hidrolika pada suatu pekerjaan pengendalian banjir sungai.

Adapun tujuannya adalah:

1. Melakukan analisis hidrologi pada suatu pekerjaan pengendalian banjir sungai yang meliputi perhitungan curah hujan rancangan dan perhitungan debit rancangan.
2. Melakukan analisis hidrolika pada suatu pekerjaan pengendalian banjir sungai yang meliputi perhitungan tinggi muka air banjir sesuai dengan besarnya debit rancangan.

E. Batasan Masalah

Untuk mempertajam analisis, masalah dalam penelitian ini dibatasi sebagai berikut:

- a. Metode analisa hidrologi yang dipakai pada penelitian ini adalah:
 - 1). Metode Gumbel dan Log Pearson III, untuk perhitungan hujan rancangan.
 - 2). Metode Mononobe untuk menghitung distribusi curah hujan jam-jaman.
 - 3). Metode HSS Nakayasu untuk mengalihragamkan hujan ke debit.
- b. Permodelan HEC-RAS untuk analisis hidrolika sungai dengan mode *running steadyflow* dan *unsteadyflow*.
- c. Ruas sungai yang dijadikan sebagai objek penelitian adalah ruas Sungai Way Besai, Kabupaten Way Kanan sepanjang 50 km dari hilir sungai.
- d. Data hujan yang dipakai adalah data hujan harian dari tahun 1992 – 2009 dari stasiun yang terdekat dengan lokasi penelitian.

F. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi:

1. Sumber informasi dan rujukan bagi analisis hidrologi dan hidrolika pada pekerjaan pengendalian banjir sungai.
2. Referensi bagi analisa sejenis yang dilakukan oleh peneliti lain.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Analisis Hidrologi

Analisis hidrologi pada penelitian ini dimaksudkan untuk memperkirakan besarnya debit banjir rancangan dengan kala ulang tertentu pada daerah yang diobservasi. Perhitungan debit rancangan ini dilakukan dengan mentransfer hujan rancangan menjadi debit rancangan. Langkah perhitungan debit rancangan dengan mentransfer hujan rancangan adalah sebagai berikut:

- a. Melakukan perhitungan hujan rerata DAS
- b. Melakukan perhitungan curah hujan rancangan
- c. Melakukan perhitungan debit rancangan

Dalam perhitungan debit banjir rencana ada beberapa metode/teori pendekatan, dalam penelitian ini menggunakan salah satu metode (Nakayasu) tanpa harus membandingkan hasil perhitungan dengan menggunakan metode lain. Hal ini karena dalam melakukan analisis hidrolika, besaran debit banjir rencana akan digunakan sebagai data input untuk mengetahui hasil pemodelan dengan mode *running steady flow* dan *unsteady flow*.

2.2. Perhitungan Hujan Rerata DAS dan Curah Hujan Rancangan

Perhitungan hujan rerata DAS yang digunakan yaitu Metode Poligon. Dalam menghitung curah hujan rerata dengan metode Thiessen, stasiun-stasiun hujan yang ada di dalam DAS dihubungkan satu sama lain sehingga membentuk poligon. Dari poligon-poligon tersebut akan terbentuk daerah-daerah hujan yang diwakili oleh satu stasiun.

Perhitungan curah hujan rancangan akan dilakukan terhadap data curah hujan harian maksimum tahunan dan akan dihitung dengan kala ulang 2 tahun, 5 tahun, 10 tahun dan 20 tahun. Metode yang digunakan untuk melakukan analisis distribusi/sebaran data curah hujan harian terhadap nilai rata-rata tahunannya dalam periode ulang tertentu menggunakan Distribusi Gumbel dan Distribusi Log-Pearson III.

2.3. Perhitungan Debit Banjir Rancangan

Sebelum menghitung debit banjir rancangan maka diperlukan menghitung hujan rancangan terlebih dahulu. Untuk keperluan pengalihragaman data hujan ke besaran debit banjir (hidrograf banjir) dengan metode hidrograf satuan, diperlukan data hujan jam-jaman. Distribusi hujan jam-jaman dapat diperoleh dengan menggunakan metode mononobe. Selanjutnya perhitungan debit rancangan akan dilakukan dengan menggunakan metode Nakayasu.

2.4. Analisa Hidrolika dan Pemodelan

Analisa hidrolika dilakukan untuk mengenali dampak terjadinya banjir dan upaya penanggulangannya, sehingga optimalisasi penampang sungai terhadap debit banjir dapat dilakukan dengan lebih efisien dan efektif. Untuk keperluan tersebut, maka diperlukan suatu model pendekatan atau pemodelan banjir yang dapat mewakili permasalahan yang sedang dihadapi semirip mungkin,

Model pendekatan atau pemodelan banjir ini dapat berupa model numerik/matematik atau model fisik. Pada penelitian ini digunakan model numerik untuk menyelesaikan permasalahan hidrolika. Meski hasil outputnya tidak seakurat jika digunakan model fisik tetapi model numerik memiliki keunggulan dalam hal penghematan waktu, biaya dan tenaga.

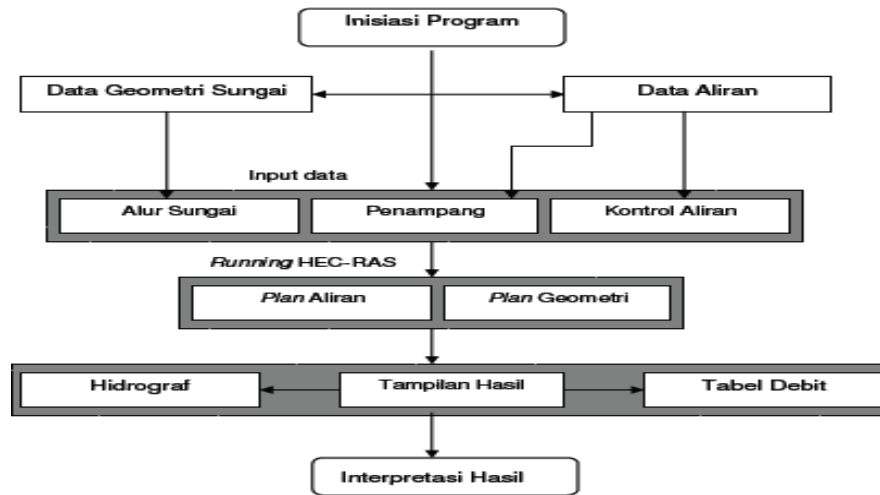
Model pendekatan atau pemodelan banjir numerik/matematik yang digunakan dalam penelitian ini dengan bantuan paket program komputer yang disebut Paket program HEC-RAS yang dibuat dan dikembangkan oleh *Hydraulic Engineering Center*, salah satu divisi dari *the Institute for Water Resources (IWR), U.S, Army Corps of Engineer*. Program ini merupakan salah satu bagian dari pengembangan *Next Generation (NextGen)* dari *software Hydrologic Engineering*.

HEC – RAS (*River Analysis System*) merupakan model hidrolika aliran satu dimensi. Program ini adalah sebuah program yang di dalamnya terintegrasi analisa hidrolika, dimana pengguna program dapat berinteraksi dengan sistem menggunakan fungsi *Graphic User Interface (GUI)*. Program ini dapat menunjukkan perhitungan profil permukaan aliran mantap (*steady*) dan aliran tidak mantap (*unsteady*).

HEC-RAS pada intinya terdiri dari 3 (tiga) komponen analisa hidraulik 1 (satu) dimensi (*one dimensional computation*) yaitu :

1. Simulasi aliran mantap satu dimensi (*one dimensional steady flow*).
2. Simulasi aliran tidak mantap satu dimensi (*one dimensional unsteady flow*)
3. Perhitungan pengangkutan pergerakan sedimen.

Diagram alir dibawah ini menunjukkan tentang cara kerja sederhana pemodelan dengan menggunakan HEC-RAS.



Gambar 1. Diagram Alir Pemodelan Hidrolika dengan HEC-RAS

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Daerah Aliran Sungai (DAS) Way Besai yang terletak di Kabupaten Way Kanan. Lokasi ini berjarak sekitar 180 km dari Kota Bandar Lampung dan dapat dicapai dengan perjalanan darat dengan memakan waktu kira-kira 5 jam. Luas DAS Way Besai adalah 951,53 km². Panjang sungai Way Besai adalah 117,57 km, sedangkan Ruas sungai yang digunakan untuk penelitian adalah sepanjang 50,0 km mulai dari muara Way Besai ke arah hulu.

3.2. Kondisi Banjir Di Lokasi Penelitian

Dataran rendah sepanjang sungai Way Besai terutama dibagian hilir sering tergenang akibat banjir yang terjadi di Way Besai. Pada banjir rutin tahunan, genangan air mencapai ketinggian sampai 1 m dan rata rata akan surut kembali dalam 1-2 hari. Sedangkan pada banjir besar seperti yang pernah terjadi pada tahun 1991, tahun 2001 dan tahun 2005 ketinggian air banjir mencapai ± 3 m dan baru surut antara 3 – 7 hari.

3.3. Data Hidrologi

Data hujan yang dipakai untuk analisis hidrologi diambil dari stasiun yang terdekat yang mewakili daerah lokasi penelitian (DAS Way Besai) yaitu:

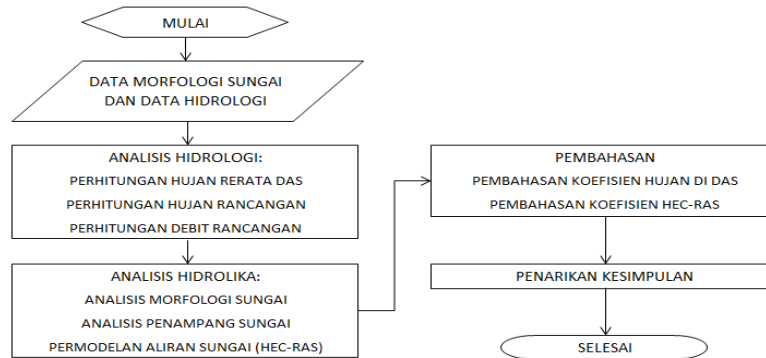
- Stasiun Curah Hujan R275 Bungin
- Stasiun Curah Hujan R248 Air Hitam
- Stasiun Curah Hujan R232 Way Tebu
- Stasiun Curah Hujan Rantau Temiang
- Stasiun Curah Hujan R235 Bukit Kemuning
- Stasiun Curah Hujan R247 Baradatu
- Stasiun Curah Hujan R236 Gedong Raja
- Stasiun Curah Hujan R227 Blambangan Umpu

- Stasiun Curah Hujan R223 Mesir Hilir

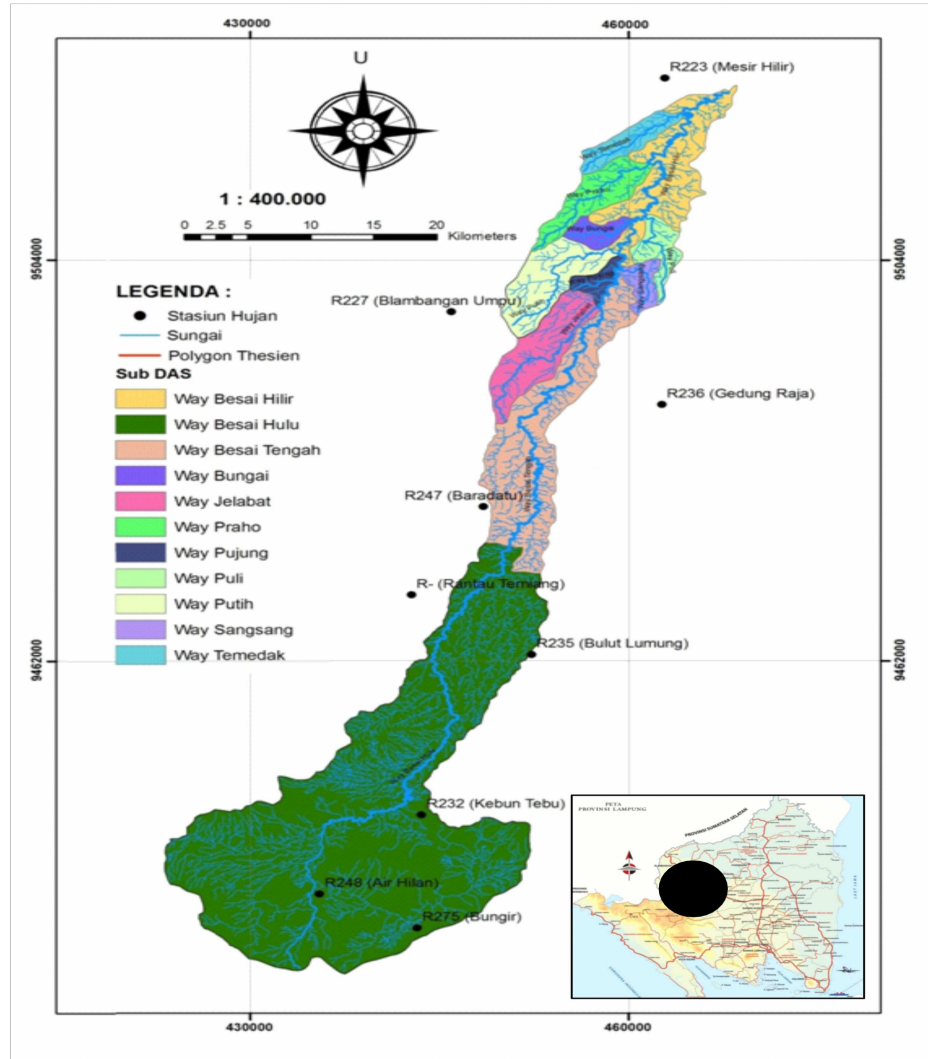
Data hidrologi ini diperoleh dari “Publikasi Data Hidrologi dan Klimatologi” yang diterbitkan oleh Balai Besar Wilayah Sungai Mesuji Sekampung (BBWS Mesuji-Sekampung, 2013). Tahun data yang digunakan yaitu periode tahun 1992 – 2009.

3.4. Prosedur Penelitian

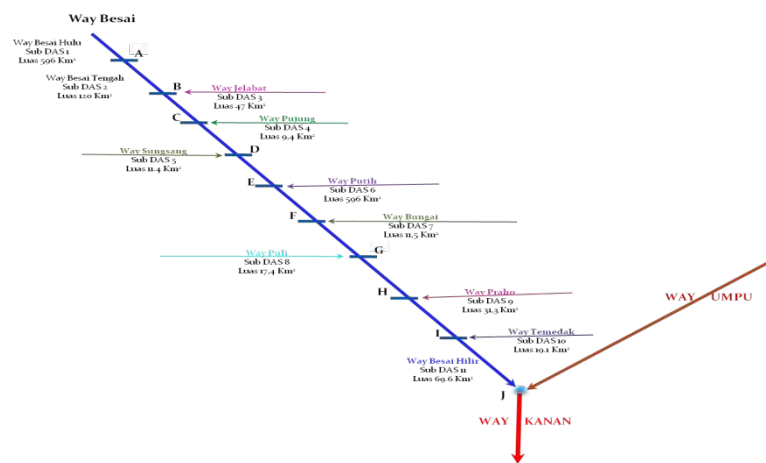
Dalam melaksanakan penelitian ini, secara garis besar tahapan yang akan dilakukan digambarkan pada diagram alir di bawah ini.



Gambar 2. Bagan alir prosedur penelitian



Gambar 3. Lokasi stasiun hidrologi



Gambar 4. Struktur Hirarki Sungai pada DAS Way Besai

3.5. Pengumpulan Data Morfologi Sungai Dan Data Hidrologi

Pengumpulan data morfologi sungai dan data hidrologi dimaksudkan untuk melengkapi segala sesuatu yang diperlukan dalam analisis hidrologi dan hidrolika. Data yang harus dikumpulkan untuk kedua analisis tersebut adalah:

- a. Data untuk analisis hidrologi:
 1. Data curah hujan harian masing-masing stasiun untuk periode tertentu
 2. Luas daerah pengaruh hujan untuk masing-masing stasiun
 3. Perkiraan koefisien pengaliran daerah
 4. Data morfologi DAS dan sungai
- b. Data untuk analisis hidrolika:
 1. Data morfologi DAS
 2. Data geometri sungai

3.6. Analisis Hidrologi

Analisis hidrologi mencakup perhitungan hujan rerata DAS, perhitungan hujan rancangan dan perhitungan debit rancangan.

- a. Perhitungan Hujan Rerata DAS

Dalam penelitian ini perhitungan tersebut dilakukan dengan menggunakan metode poligon Thiessen dengan pertimbangan bahwa stasiun stasiun pencatat curah hujan pada DAS yang dimaksud kurang tersebar dengan baik.
- b. Perhitungan hujan rancangan

Perhitungan hujan rancangan dilakukan terhadap data curah hujan harian maksimum tahunan dan akan dihitung dengan kala ulang 2 , 5 , 10 dan 20 tahun. Metode yang digunakan untuk melakukan analisis hujan rancangan dalam penelitian ini adalah Metode Distribusi Gumbel dan Distribusi Log Pearson III
- c. Perhitungan debit rancangan

Perhitungan debit rancangan dilakukan dengan mengalihragamkan curah hujan rancangan menjadi debit banjir rancangan dalam bentuk hidrograf banjir. Untuk mengalihragamkan curah hujan rancangan menjadi debit banjir rancangan digunakan metode HSS Nakayasu.

3.7. Analisis Hidrolika

Analisis hidrolika mencakup analisis morfologi sungai, analisis penampang sungai, dan permodelan aliran sungai dengan menggunakan model HEC-RAS.

- a. Analisis morfologi dan penampang sungai

Analisis morfologi dan penampang sungai dimaksudkan untuk mencari bentuk penampang memanjang dan melintang sungai serta mensetting parameter-parameter sungai yang akan digunakan untuk analisis hidrolika.
- b. Permodelan aliran sungai

Permodelan aliran sungai dilakukan dengan software HEC-RAS untuk mengetahui tinggi muka air sungai yang diakibatkan oleh debit rancangan dengan kala ulang 2, 5, 10, dan 20 tahun. Permodelan HEC-RAS dilakukan dengan dua metode analisis yaitu *steady flow* analisis dan *unsteady flow* analisis.

3.8. Pembahasan Dan Penarikan Kesimpulan

Pembahasan dan diskusi dilakukan terhadap analisis-analisis yang telah dilakukan. Dari hasil analisis hidrologi diharapkan dapat diketahui koefisien sebaran hujan, yaitu koefisien yang menyatakan berapa persen daerah DAS yang terkena hujan pada saat banjir. Sedangkan dari analisis hidrolika diharapkan dapat diketahui perbedaan-perbedaan kondisi muka air sungai akibat penerapan *steady flow analysis* dan *unsteady flow analysis*. Hasil akhir seluruh analisis dan pembahasan kemudian akan dirangkum dalam sebuah kesimpulan.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Analisis Hidrologi

Analisis hidrologi ini diawali dengan perhitungan luas daerah pengaruh masing-masing stasiun hujan pada DAS Way Besai dengan metode Thiessen. Hasil dari perhitungan ini menghasilkan koefisien Thiessen untuk setiap stasiun hujan.

Berdasarkan nilai-nilai koefisien Thiessen tersebut dihitunglah hujan rerata daerah harian untuk DAS Way Besai untuk masing-masing tahun data. Dari kumpulan data tahunan tersebut didapat data rerata maksimum tahunan untuk masing-masing tahun. Setiap tahun akan memiliki satu data yang paling maksimum yang disebut sebagai data hujan harian maksimum tahunan (R max).

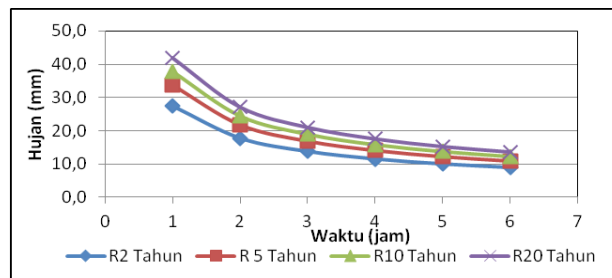
Curah hujan rancangan untuk kala ulang 2, 5, 10, dan 20 tahun dihitung dengan dua metode analisis frekuensi yaitu Metode Gumbel dan Metode Log Pearson III yang hasilnya seperti yang disajikan pada Tabel 4.3.

Tabel 1. Curah hujan rancangan untuk DAS Way Besai

No.	Metode	R2 (mm)	R5 (mm)	R10 (mm)	R20 (mm)
1	Gumbel	89,32	109,90	123,53	136,60
2	Log Pearson III	94,56	109,18	114,91	117,97

Sumber: Perhitungan

Berdasarkan Tabel 4.3. curah hujan rancangan yang dihasilkan dari Metode Gumbel mempunyai sifat yang paling pesimis dengan nilai yang lebih besar. Dengan dasar inilah maka hasil perhitungan curah hujan rancangan tersebut kemudian dipakai dan dialihragamkan untuk menjadi debit rancangan dengan menghitung distribusi curah hujan jam-jamannya terlebih dahulu. Perhitungan distribusi curah hujan jam-jaman pada penelitian ini dilakukan dengan Metode Mononobe untuk setiap kala ulang dengan hasil seperti disajikan sebagai berikut:



Gambar 5. Grafik Intensitas Hujan Mononobe

Dari grafik di atas didapat hasil yang dirangkum dalam tabel di bawah ini:

Tabel 2. Data hujan harian maksimum tahunan untuk DAS Way Besai

t (jam)	R2 (mm)	R5 (mm)	R10 (mm)	R20 (mm)
1	27,45	33,78	37,96	41,98
2	17,75	21,84	24,55	27,15
3	13,76	16,93	19,03	21,04
4	11,48	14,13	15,88	17,56
5	9,98	12,28	13,80	15,26
6	8,90	10,95	12,31	13,61
m	0,63	0,63	0,63	0,63

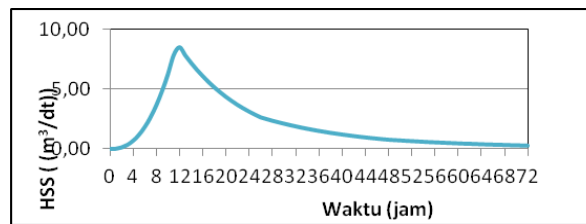
Sumber: Perhitungan

4.2. Perhitungan Debit Rancangan

Perhitungan debit rancangan kemudian dilakukan dengan metode hidrograf satuan sintetik Nakayasu. Dari data survey didapat data-data sebagai berikut:

- Luas DAS (A) = 951,53 km²
- Panjang Sungai = 117,57 km
- Kemiringan sungai = 0,002
- Koefisien Pengaliran (C) = 0,6

Dari data di atas dan dari rumus Nakayasu didapat hidrograf satuan sintetik yaitu :



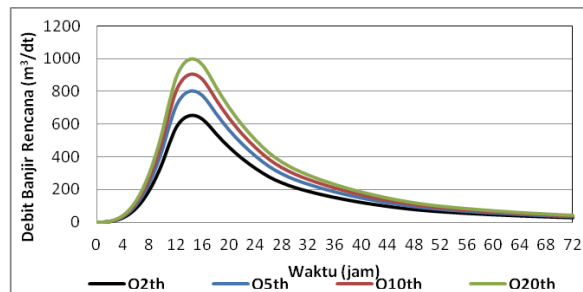
Gambar 6. Grafik Hidrograf Satuan Sintetis (HSS)

Dari grafik di atas didapat hasil perhitungan Hidrograf Sintetic Nakayasu untuk DAS Way Besai seperti yang disajikan pada Tabel 4.5.

Tabel 3. Hidrograf Sintetik Nakayasu untuk DAS Way Besai

t (jam)	HSS	t (jam)	HSS	t (jam)	HSS
0	0,00	25	2,89	50	0,72
1	0,02	26	2,66	51	0,69
2	0,13	27	2,51	52	0,66
3	0,35	28	2,38	53	0,64
4	0,70	29	2,25	54	0,61
5	1,19	30	2,13	55	0,59
6	1,84	31	2,01	56	0,56
7	2,66	32	1,90	57	0,54
8	3,67	33	1,80	58	0,52
9	4,87	34	1,70	59	0,50
10	6,27	35	1,61	60	0,48
11	7,88	36	1,52	61	0,46
12	8,53	37	1,44	62	0,44
13	7,85	38	1,36	63	0,42
14	7,22	39	1,29	64	0,40
15	6,64	40	1,22	65	0,39
16	6,11	41	1,15	66	0,37
17	5,62	42	1,09	67	0,36
18	5,17	43	1,03	68	0,34
19	4,76	44	0,98	69	0,33
20	4,38	45	0,92	70	0,31
21	4,03	46	0,87	71	0,30
22	3,71	47	0,83	72	0,29
23	3,41	48	0,79		
24	3,14	49	0,75		

Sumber: Perhitungan



Gambar 7. Hidrograf Sintetik Nakayasu

Dari grafik di atas didapat hasil yang dirangkum dalam Tabel 4. berikut ini.

Tabel 4. Debit Banjir untuk DAS Way Besai

t(jam)	Q2th (m ³ /dt)	Q5th (m ³ /dt)	Q10th (m ³ /dt)	Q20th (m ³ /dt)
0	0,00	0,00	0,00	0,00
1	0,68	0,84	0,95	1,05
2	4,06	4,99	5,61	6,21
3	12,25	15,07	16,94	18,73
4	27,37	33,67	37,85	41,85
5	51,49	63,36	71,22	78,75
6	86,67	106,65	119,87	132,56
7	134,72	165,76	186,32	206,03
8	196,96	242,35	272,40	301,22
9	274,53	337,79	379,68	419,85

t(jam)	Q2th (m ³ /dt)	Q5th (m ³ /dt)	Q10th (m ³ /dt)	Q20th (m ³ /dt)
10	368,43	453,33	509,54	563,46
11	479,56	590,08	663,24	733,43
12	576,50	709,35	797,31	881,68
13	628,52	773,36	869,25	961,24
14	651,29	801,37	900,74	996,06
15	650,93	800,93	900,24	995,51
16	630,46	775,74	871,93	964,20
17	591,44	727,74	817,98	904,53
18	544,12	669,51	752,53	832,17
19	500,59	615,95	692,32	765,59
20	460,54	566,67	636,93	704,34
21	423,69	521,33	585,98	647,98
22	389,80	479,62	539,09	596,14
23	358,61	441,25	495,96	548,45
24	329,92	405,95	456,28	504,57
25	303,52	373,47	419,78	464,20
26	279,26	343,62	386,22	427,09
27	258,83	318,47	357,96	395,84
28	241,14	296,71	333,50	368,79
29	225,65	277,65	312,08	345,11
30	211,99	260,84	293,18	324,21
31	199,87	245,92	276,42	305,67
32	189,06	232,63	261,47	289,14
33	178,84	220,05	247,33	273,50
34	169,16	208,15	233,96	258,71
35	160,02	196,89	221,31	244,72
36	151,36	186,24	209,34	231,49
37	143,18	176,17	198,02	218,97
38	135,44	166,65	187,31	207,13
39	128,11	157,64	177,18	195,93
40	121,19	149,11	167,60	185,34
41	114,63	141,05	158,54	175,31
42	108,43	133,42	149,96	165,83
43	102,57	126,21	141,86	156,87
44	97,02	119,38	134,18	148,38
45	91,78	112,93	126,93	140,36
46	86,81	106,82	120,06	132,77
47	82,12	101,04	113,57	125,59
48	77,78	95,71	107,58	118,96
49	73,93	90,97	102,25	113,07
50	70,45	86,68	97,43	107,74
51	67,26	82,76	93,03	102,87
52	64,34	79,17	88,99	98,40
53	61,65	75,86	85,27	94,29
54	59,13	72,76	81,78	90,44
55	56,72	69,79	78,44	86,75
56	54,40	66,94	75,24	83,20
57	52,18	64,21	72,17	79,81
58	50,05	61,58	69,22	76,55
59	48,01	59,07	66,39	73,42
60	46,05	56,66	63,68	70,42

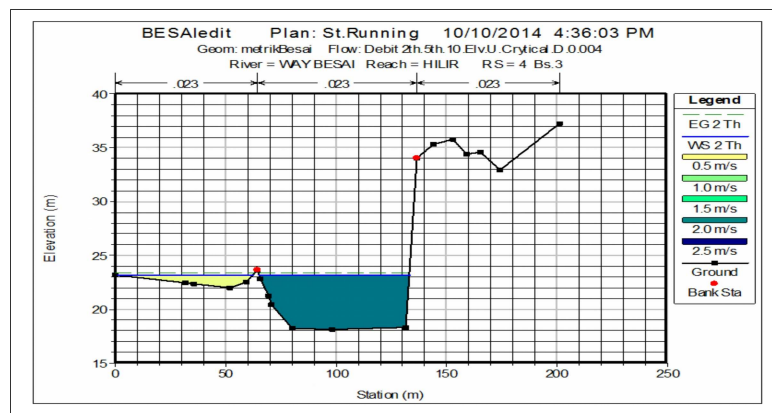
t(jam)	Q2th (m ³ /dt)	Q5th (m ³ /dt)	Q10th (m ³ /dt)	Q20th (m ³ /dt)
61	44,17	54,34	61,08	67,55
62	42,36	52,12	58,59	64,79
63	40,63	50,00	56,20	62,14
64	38,97	47,95	53,90	59,60
65	37,38	46,00	51,70	57,17
66	35,86	44,12	49,59	54,84
67	34,39	42,32	47,56	52,60
68	32,99	40,59	45,62	50,45
69	31,64	38,93	43,76	48,39
70	30,35	37,34	41,97	46,41
71	29,11	35,82	40,26	44,52
72	27,92	34,35	38,61	42,70

Sumber: Perhitungan

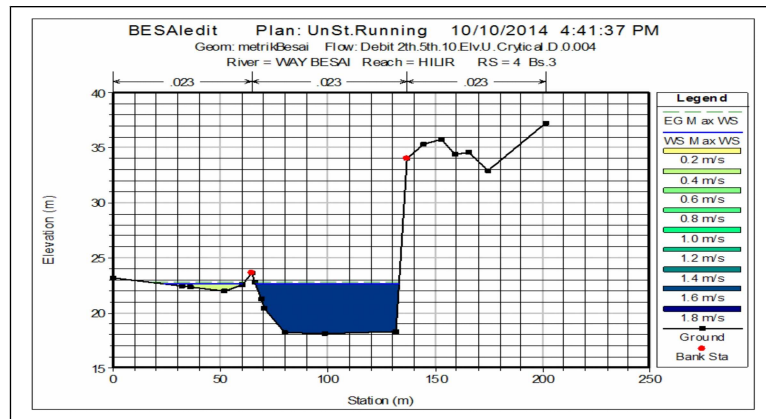
4.3. Analisis Hidrolika Dengan Hec-Ras

HEC-RAS merupakan program aplikasi aliran di sungai, *River Analysis System (RAS)*, dibuat oleh *Hydrologic Engineering Center (HEC)*. HEC-RAS merupakan model satu dimensi aliran permanen maupun tak permanen (*steady and unsteady one dimensional flow model*). Pada studi ini dilakukan *running* HEC-RAS dalam model *steady* dan *unsteadyflow* pada ruas Way Besai yang di amati.

Salah satu contoh Gambar profil muka air pada penampang sungai hasil pemodelan dibagian hilir untuk banjir dengan kala ulang 2 tahun dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 8. Profil melintang sungai hasil *running* HEC-RAS kondisi *steady flow* untuk Q2



Gambar 9. Profil melintang sungai hasil *running* HEC-RAS kondisi *unsteady flow* untuk Q2

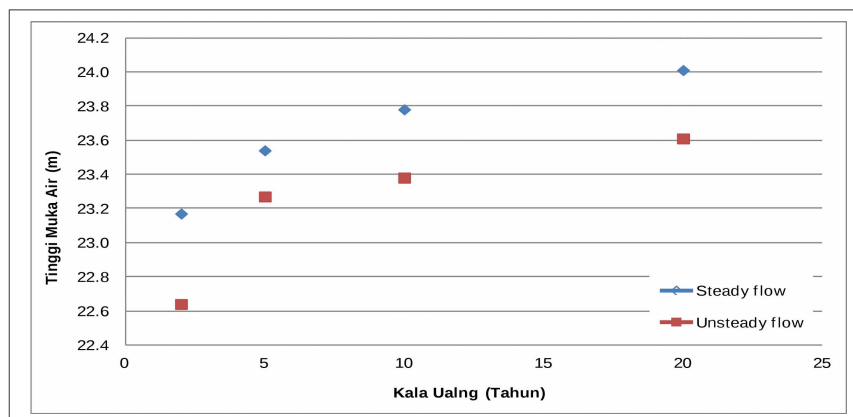
Dari hasil-hasil *running* HEC-RAS di atas, didapat profil tinggi muka air untuk masing-masing mode *running* sebagai berikut:

Tabel 5. Tinggi muka air untuk masing-masing mode *running*

No.	Kala Ulang (T) dalam tahun	Elevasi muka air (<i>Steady flow</i>) dalam m	Elevasi muka air (<i>Unsteady flow</i>) dalam m
1.	2	+23.17	+22.64
2.	5	+23.54	+23.27
3.	10	+23.78	+23.38
4.	20	+24.01	+23.61

Sumber: Hasil *Running* HEC-RAS

Secara grafis data di atas dapat disajikan seperti pada Gambar 4.12. berikut ini



Gambar 10. Profil tinggi muka air untuk masing-masing mode *running*

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Beberapa kesimpulan yang dapat ditarik dari penelitian yang telah dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Analisis hidrologi dan hidrolika dalam pekerjaan pengendalian banjir memerlukan data yang cukup baik dari segi panjang data maupun validitas data.
2. Kalibrasi dan verifikasi adalah hal sangat penting untuk dilakukan dalam pemodelan debit sungai. Untuk keperluan kalibrasi dan verifikasi diperlukan data pengukuran lapangan dari sungai yang diteliti.
3. Pemodelan tanpa kalibrasi dan verifikasi hanya akan memberikan hasil pemodelan berdasarkan asumsi dari peneliti.
4. Dalam analisis hidrologi, pada kondisi tidak ada data pengukuran lapangan, *bankfull capacity* dari sungai dapat dipakai sebagai bahan kalibrasi untuk Q2.
5. Kelemahan dari perhitungan debit banjir dengan menggunakan data hujan adalah kita harus selalu berasumsi bahwa hujan terjadi pada seluruh DAS. Padahal jarang sekali terjadi kejadian hujan yang seragam dan bersamaan dalam suatu DAS, apalagi pada DAS-DAS besar. Akibatnya adalah debit yang dihasilkan dari proses alihragam terkadang terlalu besar atau over estimated.
6. Apabila masih ada data debit di ruas sungai yang sama maka analisis perhitungan debit dengan luas tangkapan DAS dapat dilakukan. Metode ini masih jauh lebih akurat daripada menggunakan data hujan untuk perhitungan debit.
7. Dalam analisis hidrolika dengan menggunakan HEC-RAS, perbedaan prinsip dari mode running steady flow dan mode running unsteady flow terletak pada tipe debit inputnya. Mode running steady flow menggunakan data debit yang konstan sebagai debit input. Sedangkan mode running unsteady flow menggunakan data debit hidrograf sebagai debit input.
8. Dalam aplikasi HEC-RAS, penggunaan mode *running steady flow* menghasilkan elevasi muka air yang lebih tinggi dibandingkan mode *running unsteady flow*.

5.2. Saran

Beberapa saran diberikan sebagai input untuk penelitian sejenis. Saran-saran tersebut adalah sebagai berikut:

- A. Hendaknya dilakukan kalibrasi terhadap metode hidrograf satuan sintetik untuk mengetahui metode hidrograf satuan sintetik yang paling tepat dalam perencanaan debit.
- B. Analisis hidrolika dari HEC-RAS sebaiknya dicek dengan hitungan manual untuk mengetahui keefektifan model.

REFERENSI

- BBWS Mesuji – Sekampung. 2013. *Publikasi Data Hidrologi dan Klimatologi*. Publikasi Balai Besar Wilayah Sungai Mesuji Sekampung, Bandar Lampung.
- Alfagamma, H. (2010). *Perencanaan Sungai*. Alfagamma Blog Website. Available from: <http://habib00ugm.wordpress.com/2010/06/22/perencanaan-sungai/>.
- Fread and Smith 1978, Suggest Calibration from Upstream to Downstream, Colorado Associated University
- Institut Pertanian Bogor, 2011. Model Hidrolika Sungai, Tinjauan Pustaka
- Istiarto, 2012. Simulasi Aliran 1 Dimensi dengan Bantuan Paket Hidrodinamika HEC-RAS, Jurusan Teknik Sipil dan Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada
- Ven te Chow, 1989 Hidrolika Saluran Terbuka, Penerbit Erlangga, Jakarta