

ANALISIS BANJIR MENGGUNAKAN SOFTWARE HEC - RAS 4.1 (Studi Kasus sub DAS Ciujung Hulu HM 0+00 Sampai Dengan HM 45+00)

Restu Wigati¹, Soedarsono², Yusi Ananda³

¹⁾ Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sultan AgengTirtayasa
Jl. Jenderal Sudirman Km.3 Cilegon, Banten
E-mail : restu.wigati@untirta.ac.id

²⁾ Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Banten Jaya
Jl. Ciwaru 2, Kec. Serang, 42117, Banten

³⁾ Alumni Program Studi S-1 Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sultan AgengTirtayasa
Email: Ananda.yosi@ymail.com

ABSTRAK

Seiring dengan perubahan kondisi di wilayah sungai, perubahan tataguna lahan dan pertumbuhan penduduk membuat sungai tidak berfungsi optimal sebagaimana mestinya, akibat perubahan tersebut terjadi bencana khususnya bencana hidrometeorologi yang mengakibatkan banyak kerugian berupa korban jiwa maupun kerugian harta benda. Sungai Ciujung merupakan sungai yang ada di Provinsi Banten, beberapa segmen dari sungai tersebut sering meluap, tepatnya pada Kampung Muara Ciujung Kota Rangkasbitung Kecamatan Lebak. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui penyebab terjadinya banjir yang didasarkan pada daya tampung atau kapasitas sungai dengan debit yang terjadi serta memberi solusi alternatif dari permasalahan tersebut.

Data yang digunakan adalah data sekunder berupa data curah hujan harian selama 19 tahun dan data dimensi tampang melintang Sungai Ciujung HM 0+00 sampai HM 45+00. Hasil analisis hujan rencana dengan kala ulang 100 tahun sebesar 140,12 mm, hujan jam-jaman dengan metode ABM (*Alternatif Block Methode*) berdurasi 6 jam dengan tinggi hujan maksimum 76,43 mm. Debit rencana HSS SCS diperoleh Q_{100} sebesar 1266,335 m³/s sedangkan HSS Snyder diperoleh nilai sebesar 1591,399 m³/s. Kapasitas tampungan Sungai Ciujung menggunakan software HEC-RAS 4.1 terlihat bahwa Sungai Ciujung tidak dapat menampung debit aliran yang terjadi, oleh karenanya perlu adanya pemeliharaan sungai berupa normalisasi sungai.

Kata kunci : Banjir, HEC-RAS 4.1, HSS Snyder, HSS SCS

ABSTRACT

Along with the changing conditions in the river basin, the land use changes and population growth make the river is not functioning optimally as it should, due to the change, disaster occurred especially hydrometeorology disaster which resulted in many losses in the form of casualties as well as loss of property. Ciujung River is a river in Banten province; some segments of the river are often overflowing, precisely in Ciujung Muara village, Rangkasbitung city, Lebak sub-district. This study aims to determine the causes of floods based on the capacity of the river with the discharge that occurs as well as provide alternative solutions of these problems.

The data used are secondary data in the form of daily rainfall data for 19 years and data cross-sectional dimension Ciujung River HM 0 + 00 to HM 45 + 00. The result of rain analysis plan with 100 year repetition of 140,12 mm, hourly rain with ABM method (Alternative Block Methode) duration of 6 hours with maximum rain height 76,43 mm. The HSS SCS plan debit obtained Q_{100} of 1266,335 m³/s while HSS Snyder obtained value of 1591,399 m³/s. Ciujung River catchment capacity using HEC-RAS 4.1 software shows that Ciujung River cannot accommodate the flow discharge, therefore it is necessary to held the river maintenance in the form of river normalization.

Keywords : flood, HEC-RAS 4.1, HSS Snyder, HSS SCS

1. PENDAHULUAN

Seiring meningkatnya pertumbuhan penduduk dan meningkatnya kebutuhan perumahan di Kecamatan Lebak, mendorong penebangan hutan semakin tidak terkendali yang mengakibatkan volume air permukaan meningkat dari biasanya, hal ini berpotensi mempengaruhi besarnya air yang melimpas kepermukaan. Keberadaan sungai sangat penting dalam menunjang kelangsungan hidup bagi banyak orang, di lain pihak keberadaan sungai yang berdekatan dengan pemukiman perlu diwaspadai.

Sungai Ciujung pada segmen Kota Rangkasbitung merupakan titik bertemunya antara dua Sub DAS yaitu Ciujung dan Ciberang dimana lebar sungainya 60 meter sampai 80 meter dan merupakan sungai yang ada di Provinsi Banten. Beberapa segmen dari sungai ini sering meluap tepatnya pada Kampung Muara Ciujung Kota Rangkasbitung Kecamatan Lebak. Sungai Ciujung yang melintasi wilayah Kota Rangkasbitung mempunyai luas *catchment area* kurang lebih 523,157 km². (BBWS C3, Laporan SID pengendalian banjir Sungai Ciujung). Berdasarkan kondisi tersebut, dilakukannya penelitian ini bertujuan untuk mengetahui penyebab terjadinya banjir yang ada di Kota Rangkasbitung yang didasarkan pada daya tampung atau kapasitas sungai, dengan debit yang terjadi serta solusi alternatif dari permasalahan banjir. Batasan dalam penelitian ini berdasarkan debit banjir dengan perencanaan kala ulang Q₁₀₀ di lokasi HM 0+00 sampai dengan HM 45+00.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Sungai adalah alur atau wadah air alami dan/atau buatan berupa jaringan pengaliran air beserta air didalamnya, mulai dari hulu sampai muara, dengan dibatasi kanan dan kiri oleh garis sempadan (Pasal 1 Ayat 1 Peraturan Pemerintah Republik Indonesia nomor 38 tahun 2011 tentang Sungai). Menurut SNI-2415-2016 banjir merupakan peristiwa meluapnya air sungai melebihi palung sungai atau genangan air yang terjadi pada daerah yang rendah dan tidak bias terdrainasikan.

Berikut tinjauan pustaka yang dijadikan referensi adalah (1)Syahputra, I (2015) dengan judul kajian hidrologi dan analisis kapasitas

tampang Sungai Kerueng Langsa berbasis HEC-HMS dan HEC-RAS. (2)Dermawan, V., dkk (2014) dengan judul studi pengendalian banjir kaliwarti Kabupaten Pasuruan. (3)Wigati, R., dkk (2014) dengan judul analisis banjir Sungai Cisadane (studi kasus ruas sungai jalan tol Jakarta-Merak KM 19 sampai dengan bendung pasar baru). (4)Wigati, R., dkk (2013) dengan judul analisis banjir Sungai Ciliwung (studi kasus ruas sungai Lenteng Agung-Manggarai). (5)Waskito, TN., (2012) dengan judul evaluasi pegendalian banjir Sungai Cibeat Kabupaten Bekasi.

A. Hujan Jam-Jaman

Metode penentuan curah hujan kawasan dalam penelitian ini menggunakan:

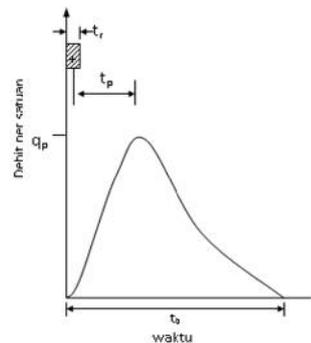
$$I_t = \frac{R_{24}}{24} \cdot \left[\frac{24}{t} \right]^{\frac{2}{3}} \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan rumus:

- I_t = intensitas curah hujan untuk lama hujan t (mm/jam)
- t = lamanya curah hujan (mm)
- R₂₄ = curah hujan maksimum selama 24 jam (mm)

Hyetograph rencana yang dihasilkan oleh metode ini adalah hujan yang terjadi dalam n rangkaian interval waktu yang berurutan dengan durasi Δt selama waktu T_d = n. Δt. Analisa perhitungan debit rencana yang digunakan dalam penelitian adalah menggunakan hidrograf satuan sintetis.

B. HSS Snyder



Gambar 1. HSS Snyder

$$Q_{pR} = q_{pR} \cdot A \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan rumus :

Q_{pR} = debit puncak DAS dengan lama hujan t_R (m^3/s)

q_{pR} = debit puncak per satuan luas DAS dengan lama hujan t_R ($m^3/s.km^2$)

A = luas DAS (km^2)

C. HSS SCS

$$Q_p = \frac{CA}{T_p} \dots\dots\dots(3)$$

$$T_p = \frac{t_r}{2} + t_p \dots\dots\dots(4)$$

Keterangan rumus :

Q_p = debit maksimum (m^3/s cm)

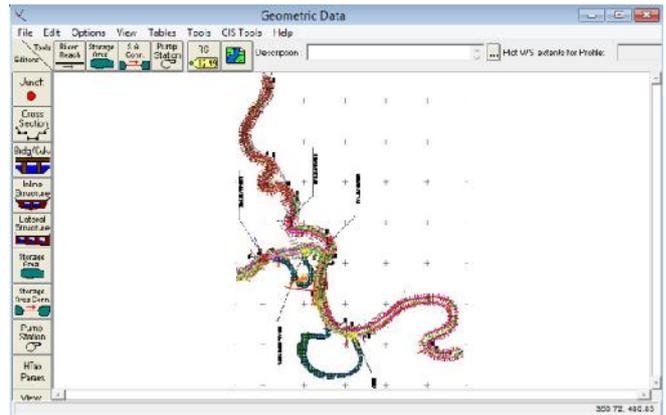
C = koefesien pengaliran

t_r = hujan efektif

A = luas DAS (km^2)

D. HEC-RAS 4.1

HEC-RAS adalah sistem software terintegrasi yang didisain secara interaktif pada kondisi tugas yang beraneka macam, sistem ini terdiri dari interface grafik pengguna, komponen analisa hidrolika terpisah, kemampuan manajemen dan tampungan data, fasilitas pelaporan serta tampilan grafik. Sistem HEC-RAS memuat tiga kompenen analisa hidrolika satu dimensi untuk perhitungan profil muka air aliran seragam (*steady flow*). Simulasi aliran tidak seragam, perhitungan transport sedimen dengan batas yang bisa dipindahkan. Analisis hidrolika yang dilakukan adalah aliran tidak seragam (*unsteady-flow*), informasi yang diperoleh berupa perubahan muka air dan debit aliran sebagai fungsi waktu dan tempat menggunakan persamaan St Venant.



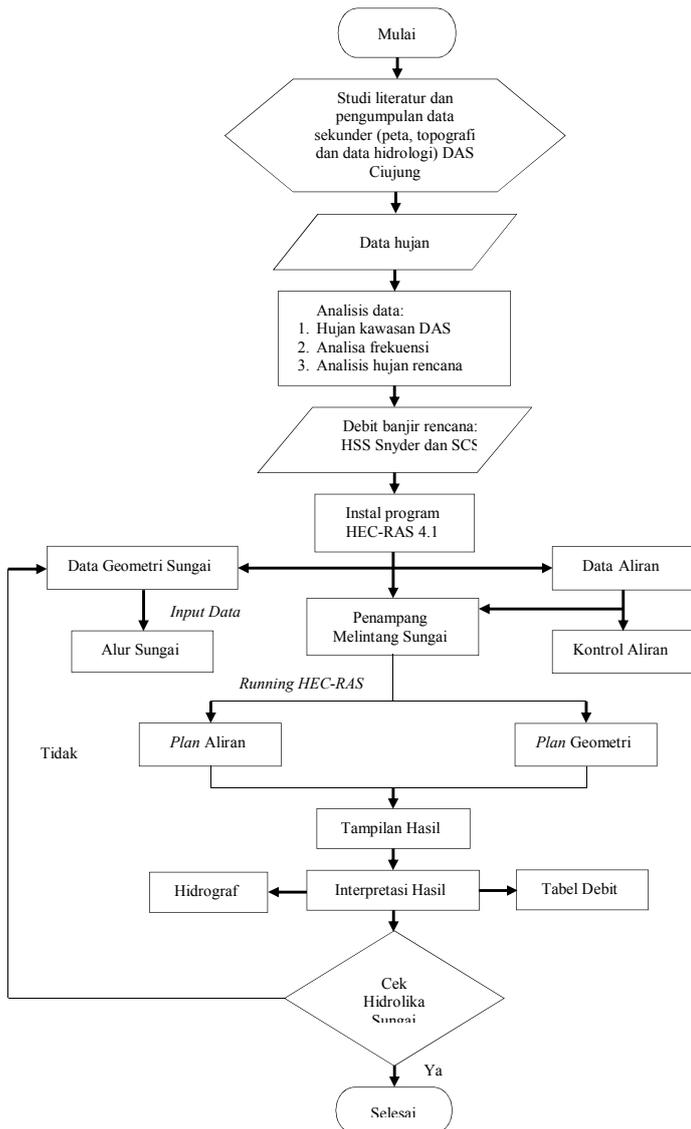
Gambar 2. Geometrik data Sungai Ciujung bagian hulu pada jendela tampilan HEC-RAS

3. METODOLOGI PENELITIAN

Data sekunder diperoleh dari Balai Besar Wilayah Sungai Cidanau-Ciujung-Cidurian (BBWSC3) dengan batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1) Data hujan harian dari stasiun penakar hujan Ciboleger, Bojong Manik, Sampang Peundeuy, Pasir Ona dan Cibeureum sebanyak 19 tahun.
- 2) Data gambar penampang melintang dan memanjang sungai dari HM 0+00 sampai dengan HM 45+00.
- 3) Metode analisis banjir menggunakan metode HSS Snyder dan SCS.

Alur pikir dalam analisis banjir Sungai Ciujung (Studi kasus sub DAS Ciujung Hulu HM 0+00 sampai dengan HM 45+00) seperti terlihat pada Gambar 3 bagan alir dibawah ini:



Gambar 3. Bagan Alir Penelitian

Tabel 2. Hujan DAS metode aljabar

No	Tahun	Sta. Ciboleger	Sta. Bojong Manik	Sta. Sampang Peundeuy	Sta. Cibereum	Sta. Pasir Ona	Hujan DAS (mm)
1	2015	25	105,03	121	83	54	77,606
2	1014	25	76	106	94	82	76,6
3	2013	27	121,03	115,5	110	120	98,706
4	2012	25	134,04	120	190	110	115,808
5	2011	26	92	86	81	102	77,4
6	2010	25	90,09	94	84	108	80,218
7	2009	10	26	73	61	71	48,2
8	2008	26	61	119	89	92	77,4
9	2007	36	76	140	22	70	68,8
10	2006	36	130	92	115	70	88,6
11	2005	24	46	117	108	112	81,4
12	2004	15	180	105	105	70	95
13	2003	7	38	87	125	88	69
14	2002	7	90	72	0	135	60,8
15	2001	25	60	98	0	108	58,2
16	2000	12	65	134	75	85	74,2
17	1999	17	69	102	130	95	82,6
18	1998	40	73	109	96	99	83,4
19	1997	84	116	116	96	77	97,8

4. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

A. Uji konsistensi

Uji konsistensi data yang dimaksudkan dalam penelitian ini adalah untuk mengetahui kebenaran data lapangan yang dipengaruhi oleh beberapa faktor di antaranya spesifikasi alat penakar berubah, perubahan lingkungan di sekitar alat penakar. Untuk menguji konsentrasi data digunakan metode kurva massa ganda, berikut tabel rekapitulasi kepenggahan data.

Tabel 1. Rekapitulasi kepenggahan data

Stasiun hujan	Nilai regresi (R ²)	Keterangan
Ciboleger	0,9803	pangghah
Bojong Manik	0,9967	pangghah
Sampang Peundeuy	0,9963	pangghah
Cibereum	0,9902	pangghah
Pasir Ona	0,9945	pangghah

Sumber: Hasil Perhitungan, 2015

B. Hujan kawasan

Pada perhitungan hujan kawasan (Tabel 2), penelitian ini menggunakan pendekatan metode aljabar karena keterbatasan data yang tersedia seperti tidak adanya peta topografi yang berskala.

C. Hujan rencana

Analisis hujan rencana menggunakan distribusi *Gumbel* berdasarkan hasil analisis frekuensi. Berikut rekapitulasi hujan rencana berdasarkan beberapa kala ulang.

Tabel 3. Hujan rencana kala ulang

Tahun	Kt	Xt
5	0,92555	94,086
10	1,635782	105,229
20	2,317050	115,918
50	3,198882	129,753
100	3,859691	140,120

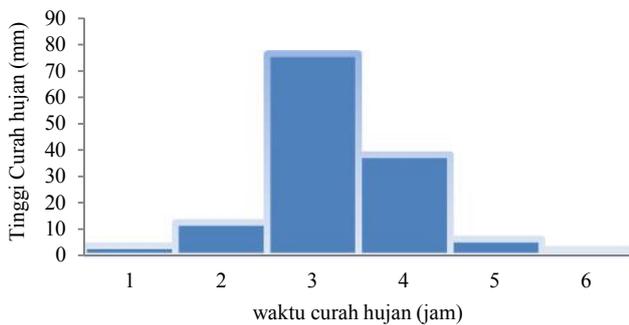
Sumber: Hasil Perhitungan, 2015

Pada analisa hujan rencana kala ulang 100 tahun didapat hujan rencana $X_{100} = 140,120$ mm, kemudian hujan rencana tersebut akan diubah menjadi hujan rencana jam-jaman, dengan menggunakan metode ABM dengan $\Delta t = 1$ jam.

Tabel 4. Hujan jam-jaman metode ABM

Td (jam)	Δt	It	It.Td	Δp	pt (%)	Hydrograph	
						(%)	(mm)
1	0 – 1	1121,0	1121,0	1121,0	0,545	0,027	3,82
2	1 – 2	280,2	560,5	560,5	0,273	0,091	12,74
3	2 – 3	124,6	373,7	186,8	0,091	0,545	76,43
4	3 – 4	70,1	280,2	93,4	0,045	0,273	38,21
5	4 – 5	44,8	224,2	56,0	0,027	0,045	6,37
6	5 – 6	31,1	186,8	37,4	0,018	0,018	2,55
Jumlah				2055,10	1		140,12

Sumber: Hasil Perhitungan, 2015



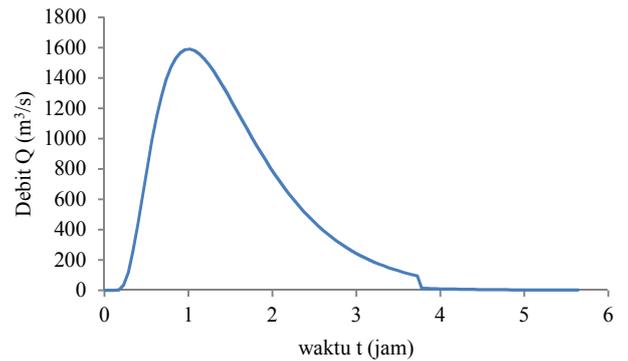
Gambar 4. Distribusi hujan jam-jama metode ABM

Diagram batang diatas menjelaskan bahwa pada jam ketiga tinggi hujan jam-jaman mencapai puncaknya yaitu 76,43 mm atau 54,5% dari rencana hujan kala ulang 100

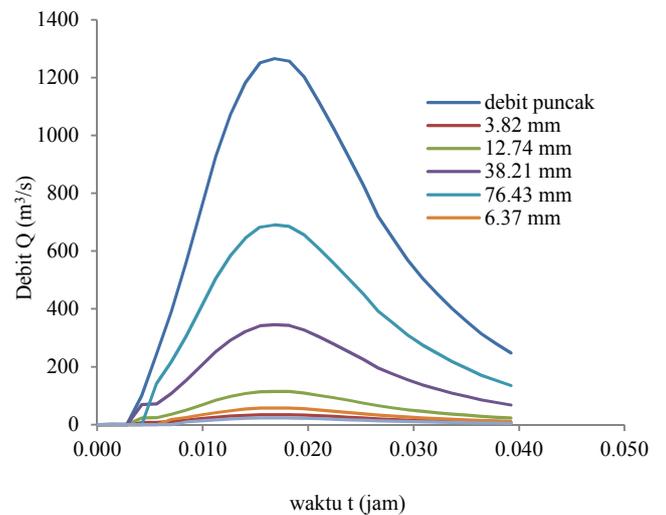
tahun yaitu 140,12 mm, sedangkan sisanya terdistribusi kejam ke-1,2,4,5 dan 6.

D. Debit banjir rencana

Berdasarkan persamaan 2 dan 3 diperoleh nilai debit rencana untuk kala ulang 100 tahun. Hasil perhitungan metode HSS Snyder 1591,399 m³/s dan metode HSH SCS 1266,335 m³/s.



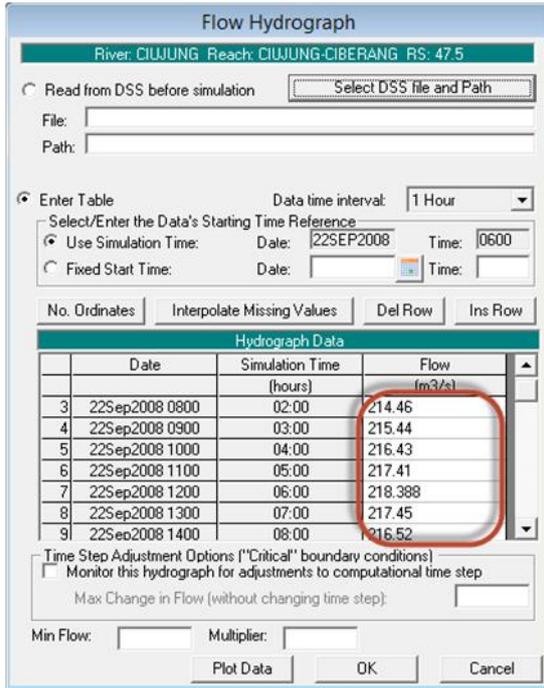
Gambar 5. Hidrograf banjir T=100 tahun metode HSS Snyder



Gambar 6. Hidrograf banjir T=100 tahun metode HSS SCS

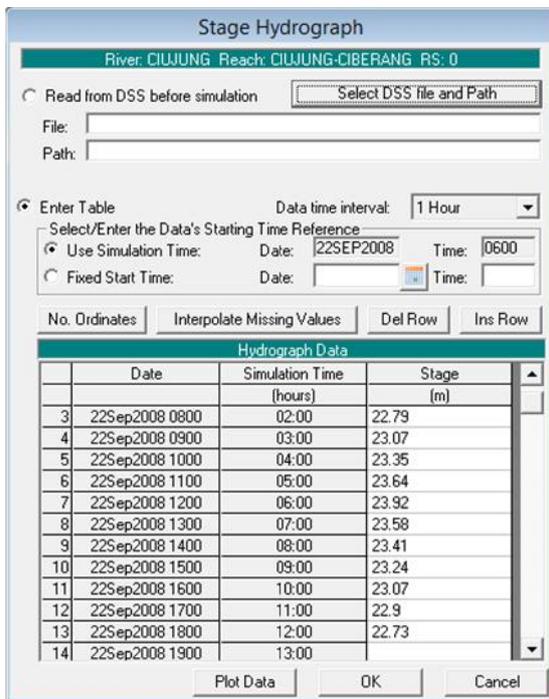
E. Simulasi aliran Sungai Ciujung Menggunakan Software HEC-RAS 4.1

Pada simulasi aliran *unsteady flow* data yang dibutuhkan adalah data debit hidrograf satuan sintetis pada beberapa jam, serta data tinggi muka air dengan bantuan interpolasi pada *Software HEC-RAS 4.1*. Untuk penginputan data, *flow hydrograph* terlihat seperti gambar dibawah ini.



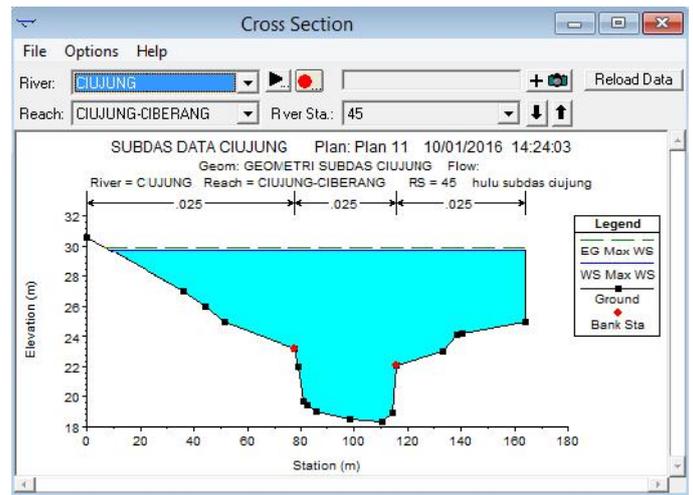
Gambar 7. Input nilai flow hydrograph pada HEC-RAS 4.1

Sedangkan untuk stage hydrograph adalah sebagai berikut.



Gambar 8. Input nilai stage hydrograph pada HEC-RAS 4.1

Selanjutnya hasil tampilan cross section sungai pada HM 45+00 (Gambar 9) di bawah ini terlihat bahwa tinggi muka air berada di atas bank station yang menunjukkan bahwa pada ruas sungai tersebut muka air berada pada kondisi muka air banjir. Hasil analisis secara keseluruhan segmen sungai yang ditinjau dapat dilihat pada Tabel 5.



Gambar 9. Running HEC-RAS pada HM 45+00

Tabel 5. Rekapitulasi elevasi tinggi muka air

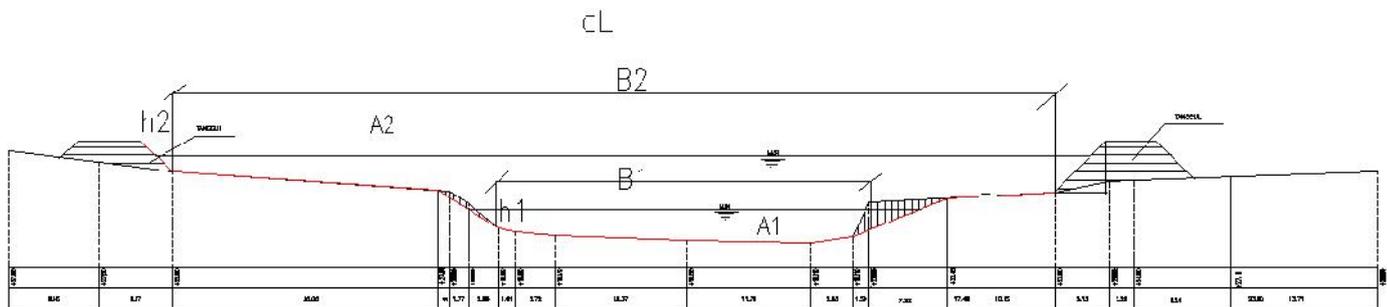
River Station	El. Dasar Sungai	El. Muka Air	Keterangan
45	+18.31	+29,56	Tidak aman
40	+17.90	+28,83	Tidak aman
35	+17.73	+28,14	Tidak aman
30	+17.91	+27,38	Tidak aman
25	+16.19	+26,75	Tidak aman
20	+16.35	+26,11	Tidak aman
15	+15.43	+25,54	Tidak aman
10	+15.52	+25,05	Tidak aman
5	+14.74	+22,27	Tidak aman
0	+11.67	+19,75	Tidak aman

Sumber: Hasil Perhitungan, 2015

F. Perhitungan dimensi sungai serta normalisasi sungai

Berdasarkan Tabel 5 disemua titik *cross section* tidak dapat menampung debit rencana Q_{100} . Oleh karena itu, dicoba perhitungan dimensi sungai alternatif untuk dapat menampung debit rencana mulai dari titik tinjau di hulu (HM 45+00) sampai ke hilir (HM 0+00) secara berurutan. Perencanaan dimensi sungai dilakukan guna mendapatkan dimensi sungai yang tepat, yang dapat dialiri

oleh debit rencana dengan tinggi muka air yang lebih rendah dari pada kondisi eksisting. Nilai debit berdasarkan data penampang melintang pada lokasi HM 45+00 setelah dilakukan normalisasi (Gambar 10) sungai diperoleh $Q = 1810 \text{ m}^3/\text{s}$, dengan demikian nilai debit kapasitas sungai lebih besar dari debit yang digunakan (Q_{100}) yaitu sebesar $1591,399 \text{ m}^3/\text{s}$. Rekapitulasi terhadap 3 penampang melintang sungai yang mewakili segmen hulu-tengah dan hilir dapat dilihat pada Tabel 6 di bawah ini.



Gambar 10. Normalisasi sungai pada HM 45+00

Tabel 6. Debit total dan debit rencana Q_{100} setelah normalisasi sungai

Lokasi	Lebar bawah B1 (m)	Lebar atas B2 (m)	Tinggi Sungai h (m)	Kemiringan dasar I	Luas penampang A (m^2)	Debit Total Q (m^3/s)	Debit Rencana (m^3/s)	Keterangan
HM 05	38,20	74,88	8,26	0,0015	467,43	1674,2	1591,399	Aman
HM 25	51,69	89,07	10,69	0,00032	815,342	1655,20	1591,399	Aman
HM 45	35,30	83,11	9,14	0,00082	603,83	1810,00	1591,399	Aman

Sumber: Hasil Perhitungan, 2015

5. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan dan uraian pada pembahasan dapat disimpulkan:

1. Curah hujan kala ulang 100 tahun adalah 140,12 mm dan debit banjir Q_{100} adalah $1591,399 \text{ m}^3/\text{s}$.
2. Kondisi Sungai Ciujung pada sub DAS Ciujung bagian hulu untuk kala ulang 100 tahun tidak mampu menampung debit yang ada sehingga perlu dilakukan normalisasi sungai.

B. Saran

Berikut solusi yang dapat ditawarkan untuk menangani masalah banjir di Sungai Ciujung:

1. Secara mikro; melalui peninggian tanggul dan normalisasi sungai.
2. Secara makro; *One River, One Plan and One Integrated Management (ORPIM)* reboisasi, membentuk kolam retensi dan detensi serta regulasi.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Dermawan, V., dkk, 2004, *Study Pengendalian Banjir Kaliwarti Kabupaten Pasuruan*, Universitas Brawijaya Malang.
- Hydrologic Engineering Center, 2010, *HEC-RAS River Analysis System, Applications Guide, Version 4.1, January 2010*, U. S. Army Corps of Engineers, Davis, CA.
- Hydrologic Engineering Center, 2010, *HEC-RAS River Analysis System, Hydraulic Reference Manual, Version 4.1, January 2010*, U. S. Army Corps of Engineers, Davis, CA.
- Hydrologic Engineering Center, 2010, *HEC-RAS River Analysis System, User's Manual, Version 4.1, January 2010*, U. S. Army Corps of Engineers, Davis, CA.
- Istiarto, *Simulasi Aliran 1-Dimensi Dengan Bantuan Program Hidrodinamika HEC-RAS*, Jurusan Teknik Sipil FT.UGM, Yogyakarta. 2012.
- Maryono, A., 2007, *Restorasi Sungai*, Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- Maryono, A., 2014, *Menangani Banjir, Kekeringan dan Lingkungan*, Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- Presiden RI, *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 38 tahun 2011 Tentang Sungai*, Kementrian Hukum dan Hak Asasi Manusia Republik Indonesia, Jakarta. 2011.
- Standar Nasional Indonesia *SNI – 2415 - 2016, Tata Cara Perhitungan Debit Banjir*.
- Sosrodarsono, S., 2003, *Hidrologi Untuk Pengairan*, Pradnya Paramita, Jakarta.
- Sri Harto BR, 1993, *Analisis Hidrologi*, Gramedia Pustaka Utama.
- Sri Harto BR, 2000, *Hidrologi (Teori, masalah, penyelesaian)*, Nafiri Offset.
- Syahputra, I., 2015, *Kajian Hidrologi Dan Analisa Kapasitas Tampang Sungai Kerueng Langsa berbasis HEC-HMS dan HEC-RAS*, Universitas Abulyatama, Aceh.
- Triatmodjo, B., 2008, *Hidrologi Terapan*, Beta Offset, Yogyakarta.
- Waskito. TN, 2010, *Evaluasi Penegndalian Banjir Sungai Cibeet Kabupaten Bekasi*, Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- Wigati, R. (2013). ANALISIS BANJIR SUNGAI CILIWUNG (STUDI KASUS RUAS SUNGAI LENTENG AGUNG-MANGGARAI). *JURNAL FONDASI*, 2(1).
- Wigati, R., & Radhiyah, A. (2014). ANALISIS BANJIR SUNGAI CISADANE (Studi Kasus Ruas Sungai Jalan Tol Jakarta–Merak KM 19 sampai dengan Bendung Pasar Baru). *JURNAL FONDASI*, 3(2).