

# Kajian Hidrolis Rencana Tanggul Pengendali Banjir Sungai Batanghari Kecamatan Bungur Kabupaten Lampung Timur

## *Study of Hydraulic Embankment Design to Control Flooding at Batanghari River in East Lampung District*

**Bagas Arya Hermuda, Didik Kuswadi, Andy Eka Saputra**

*Jurusan Teknologi Pertanian, Politeknik Negeri Lampung*

*Jln. Soekarno-Hatta No. 10 Rajabasa, Bandar Lampung, Telp (0721) 703995*

*Fax: (0721) 787309*

*Email : didik.kuswadi@polinela.ac.id*

### **ABSTRACT**

*Hydraulic embankment design done to solved flooding problems that it caused by damage the catchment area, sedimentation, and the capacity of the river was not able to cover the stream during a peak discharge. The purpose of this research were (1) determined the flood discharge design, and (2) made hydraulic embankment design. Steps of research activities were the preparation, survey and topographical measurements, collected hydrological data, processed of topography and hydrology data, counted the design maximum discharge, designed embankment river. The results showed that (1) the existing discharge was 479,745 m<sup>3</sup>/s, (2) the result of hydraulic design of Batanghari River embankment were the design discharge of return period 50 years was 938,339 m<sup>3</sup>/s, the base width of the channel (b) by 35,5 m, the depth of flow (h) by 6,5 m, the slope embankment (1:m) by 1:1, height of freeboard by 1.0 m, wide embankment by 4,0m.*

*Keywords: hydraulic embankment design, the river, flooding, the discharge.*

Naskah ini diterima pada tanggal 30 Oktober 2014, direvisi pada tanggal 13 Nopember 2014 dan disetujui untuk diterbitkan pada tanggal 15 Desember 2014

### **PENDAHULUAN**

Banjir adalah kondisi dimana tidak tertampungnya air dalam saluran pembuang (palung sungai) atau terhambatnya aliran air di dalam saluran pembuang, sehingga meluap menggenangi daerah sekitarnya. Banjir merupakan luapan air yang disebabkan kurangnya kapasitas penampang saluran. Banjir di bagian hulu biasanya cenderung berarus deras dan mempunyai daya gerus besar, tetapi berdurasi pendek. Sedangkan banjir di bagian hilir cenderung berarus lambat dengan durasi banjir yang panjang (Suripin, 2004).

Sungai Batanghari adalah sungai yang berhulu di Kecamatan Trimurjo Kabupaten Lampung Tengah dan mengalir melalui Kota Metro dan dua Kabupaten yaitu Kabupaten Lampung Tengah dan Kabupaten Lampung Timur. Beberapa daerah bantaran sungai Batanghari merupakan daerah rendah yang pada saat musim hujan di beberapa lokasi terendam luapan sungai. Kondisi ini diperparah dengan rusaknya *catchment area* (daerah tangkapan hujan) sungai Batanghari di bagian hulu sungai yang mengakibatkan debit banjir pada musim hujan sungai semakin tinggi. Selain itu

keadaan morfologi sungai telah banyak berubah karena erosi tebing sungai yang menyebabkan pendangkalan di titik-titik tertentu. Sedimentasi tersebut juga memperparah keadaan jika intensitas banjir cukup tinggi, karena penampang sungai tidak mampu lagi untuk menampung aliran air.

Balai Besar Wilayah Sungai Mesuji Sekampung telah membangun tanggul banjir di beberapa lokasi di sepanjang sungai Batanghari. Namun keberadaan tanggul banjir belum sepenuhnya menanggulangi banjir karena ada beberapa tempat yang masih terjadi banjir dan *overtopping* (melimpasnya air melewati tanggul).

Perencanaan hidrolis tanggul pengendali banjir dilakukan sebagai acuan dalam melakukan pembangunan tanggul pengendali banjir. Dari perencanaan hidrolis ini pembangunan tanggul diharapkan mampu mengurangi tingkat bahaya banjir yang terjadi di Kecamatan Bungur Kabupaten Lampung Timur dan dapat mengembalikan fungsi sungai sehingga roda perekonomian dan kehidupan masyarakat tidak terhambat.

Penelitian ini bertujuan untuk merencanakan desain hidrolis tanggul pengendali banjir berdasar debit banjir rencana sungai Batanghari yang mengalir di kecamatan Bungur kabupaten Lampung Timur.

## **METODE PELAKSANAAN**

### **Waktu dan Tempat Penelitian**

Pelaksanaan penelitian mulai dari bulan Maret sampai dengan Agustus 2014. Data penelitian ini berupa data primer, sekunder dan diperoleh dari lokasi penelitian dan instansi terkait. Analisis data dilakukan di Politeknik Negeri Lampung.

### **Alat dan Bahan**

Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu: *computer* dengan *software* pendukung seperti *MS.Excel*, *Ms.Word*, *AutoCAD*, *ArcGIS 9.3* dan hardware berupa *printer*. Bahan yang dibutuhkan adalah: data curah hujan, peta DAS, dan peta situasi gambar potongan melintang dan memanjang sungai lokasi studi.

### **Pelaksanaan Kegiatan**

Tahapan pelaksanaan penelitian ini meliputi persiapan, pengumpulan data dan informasi, pengolahan dan analisis data meliputi: perhitungan curah hujan rancangan, pengujian kecocokan sebaran, perhitungan debit banjir rencana, perhitungan dimensi tanggul dan desain tanggul banjir.

#### **a. Persiapan**

Kegiatan ini meliputi penyiapan dokumen administrasi untuk pengadaan data sekunder dan penyiapan alat untuk pengukuran topografi. Dokumen administrasi berupa surat permohonan

untuk memperoleh data curah hujan harian dan data klimatologi. Peralatan dan bahan yang harus disiapkan yaitu *theodolite*, rambu ukur, tripot, kompas, payung, catatan lapang dan pena.

b. Pengumpulan data

Pengumpulan data diperoleh dari PT. Bina Buana Raya yaitu data sekunder. Data skunder berupa data curah hujan maksimum tahunan dari tahun 1981 sampai dengan 2010 dari 4 stasiun hujan yang berada di DAS Batanghari yaitu: Argoguruh (R106), Dam Raman (R107), Rumbia (R111) dan Sukadana (R126), serta data situasi dan gambar *cross section* dan *long section* dari sungai Batanghari. Pembuatan Peta Poligon Thiessen DAS Batanghari dengan menggunakan Program *ArcGis 9.3* dengan sumber data *DEM SRTM*.

c. Pengolahan dan analisis data

Analisis curah hujan wilayah dari 4 stasiun dengan menggunakan sistem *Polygon Thiessen* untuk menentukan curah hujan harian rata-rata maksimum selama periode 30 tahun. Curah hujan rancangan ditentukan menggunakan metode distribusi *Gumbel* dan *Log Pearson Type III*. Dari kedua metode distribusi tersebut dipilih salah satu metode yang memenuhi persyaratan nilai  $C_s$  dan  $C_k$ , kemudian dilakukan uji sebaran dengan tujuan menentukan distribusi cocok digunakan. Perhitungan debit banjir rencana dilakukan dengan menggunakan metode Nakayashu. Hasil analisis data digunakan untuk perhitungan dimensi tanggul pengendali banjir.

(i) Curah hujan harian maksimum

Perhitungan curah hujan rata-rata harian maksimum dilakukan dengan metode *Poligon Thiessen* dari 4 stasiun hujan yang mewakili yaitu: Argoguruh (R106), Dam Raman (R107), Rumbia (R111) dan Sukadana (R126). Perhitungan curah hujan wilayah menggunakan persamaan berikut:

$$\bar{R} = \frac{A_1 \cdot R_1 + A_2 \cdot R_2 + \dots + A_n \cdot R_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n} \tag{1}$$

Keterangan:

- $\bar{R}$  = Curah hujan maksimum rata-rata (mm)
- $R_1, R_2, \dots, R_n$  = Curah hujan pada stasiun 1, 2, ..., n (mm)
- $A_1, A_2, \dots, A_n$  = Luas daerah pada polygon 1, 2, ..., n (km)

(ii) Perhitungan hujan rancangan

Perhitungan curah hujan rancangan dilakukan dengan dua metode yaitu *Gumbel* dan *Log Pearson Type III*. Hujan rancangan yang dipakai adalah curah hujan rancangan dengan periode ulang 50 tahun.

- Metode Gumbel

Persamaan yang digunakan dalam perhitungan hujan rancangan dengan metode Gumbel adalah sebagai berikut (Sri Harto, 1993):

$$K = \frac{Y_T - Y_n}{S_n} \tag{2}$$

$$YT = -\ln \left[ -\ln \left( \frac{Tr - 1}{Tr} \right) \right] \tag{3}$$

$$X = X_r + S_x.K \tag{4}$$

untuk  $T \geq 20$ , maka  $Y = \ln T$

Keterangan:

X = nilai X untuk periode ulang tertentu

X<sub>r</sub> = nilai rata-rata hitung data X

S<sub>x</sub> = simpangan baku data X

YT = nilai reduksi data dari variabel yang diharapkan terjadi pada Periode ulang tertentu

Y<sub>n</sub> = nilai rata-rata dari reduksi data, nilainya tergantung dari jumlah data (n)

S<sub>n</sub> = deviasi standar dari reduksi data, nilainya tergantung dari jumlah data (n)

T = periode ulang

- Metode *Log Pearson Type III*

Persamaan yang digunakan dalam perhitungan hujan rancangan dengan metode *Log Pearson Type III* adalah sebagai berikut (Sri Harto,1993):

$$\log X_t = \overline{\log X_i} + G S \tag{5}$$

$$X_t = 10^{\log X_t} \tag{6}$$

$$C_s = \frac{n \sum (\log X_i - \overline{\log X_i})^3}{(n-1)(n-2)(S)^3} \tag{7}$$

$$C_k = \frac{n^2 \sum (\log X_i - \overline{\log X_i})^4}{(n-1)(n-2)(n-3)(S)^4} \tag{8}$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum (\log X_i - \overline{\log X_i})^2}{n-1}} \tag{9}$$

Keterangan:

$\log X_i$  = Logaritma hujan

$\overline{\log X_i}$  = Rerata Hujan logaritma

G = Faktor frekwensi yang merupakan fungsi dari probabilitas (periode ulang) dan koefisien kemencengan (skewness)

C<sub>s</sub> = Nilai Skewness

C<sub>k</sub> = Nilai Kurtosis

S = Standart Deviasi

X<sub>t</sub> = Curah hujan rencana pada periode ulang t

**(iii) Pengujian kecocokan sebaran**

Uji sebaran dilakukan agar persamaan distribusi peluang yang dipilih dapat mewakili distribusi statistik data yang dianalisis. Uji sebaran dilakukan dengan menggunakan uji sebaran Chi Kuadrat. Penentuan parameter ini menggunakan  $X^2$  dihitung dengan rumus:

$$X^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} \quad (10)$$

Keterangan:

$X^2$  = harga *Chi Kuadrat*

$E_i$  = banyaknya frekuensi yang diharapkan

$O_i$  = frekuensi yang terbaca pada kelas  $i$

$n$  = jumlah data

**(iv) Perhitungan debit banjir rencana**

Perhitungan debit banjir rencana dilakukan untuk mengetahui besarnya banjir yang mungkin terjadi pada periode ulang tertentu. Besarnya periode ulang ditentukan dengan mempertimbangkan segi keamanan dengan resiko tertentu, serta kelayakan baik teknis maupun lingkungan. Periode ulang yang dipakai yaitu selama 50 tahun. Perhitungan debit banjir menggunakan metode Nakayashu karena memiliki cangkupan DAS yang besar. Adapun persamaan metode Nakayashu sebagai berikut:

$$Q_p = \frac{C A R_o}{3,6(0,3 T_p + T_{0,3})} \quad (11)$$

$$T_p = t_g + 0,8 t_r \quad (12)$$

$$T_{0,3} = a t_g \quad (13)$$

$$t_r = 0,5 t_g \text{ sampai } t_g \quad (14)$$

$$t_g = 0,4 + 0,058 L \text{ (Sungai dengan panjang alur } L > 15 \text{ km)} \quad (15)$$

$$t_g = 0,21 L^{0,7} \text{ (Sungai dengan panjang alur } L < 15 \text{ km)} \quad (16)$$

Keterangan:

$Q_p$  = Debit puncak banjir ( $m^3/det$ )

$R_o$  = Hujan satuan (mm)

$T_p$  = Tenggang waktu dari permulaan hujan sampai puncak banjir (jam)

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

$A$  = Luas daerah tangkapan sampai outlet

$C$  = Koefisien pengaliran

$T_g$  = time lag yaitu waktu antara hujan sampai debit puncak banjir (jam)

$t_r$  = Satuan Waktu hujan (jam)

d. Perencanaan dimensi tanggul

Bentuk tanggul yang dipilih adalah trapesium berdasarkan kondisi *existing* penampang sungai. Penentuan dimensi dengan cara coba-coba hingga diperoleh dimensi yang sesuai dengan debit rencana. Persamaan yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$Q = V \times a \tag{17}$$

$$V = \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times S^{1/2} \tag{18}$$

$$R = a/P \tag{19}$$

$$a = (b+zd)d \tag{20}$$

$$P = b + 2d\sqrt{1+z^2} \tag{21}$$

Keterangan:

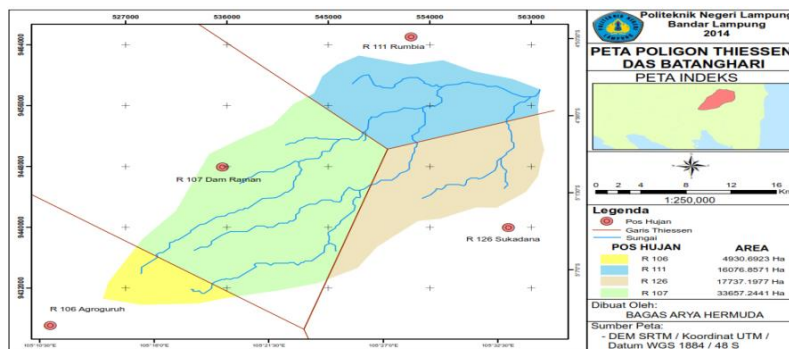
- |   |  |
|---|--|
| Q = Debit aliran (m <sup>3</sup> /s)        | n = Koefisien kekasaran <i>Manning</i> |
| V = Kecepatan aliran (m/s)                  | S = Kemiringan dasar sungai            |
| a = Luas penampang sungai (m <sup>2</sup> ) | d = Ketinggian air di sungai (m)       |
| P = Keliling basah saluran (m)              | z = Kemiringan dinding saluran         |
| R = Jari-jari hidrolis (m)                  | b = Lebar dasar saluran (m)            |

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Perhitungan curah hujan rancangan

Curah hujan rancangan dihitung dengan metode Gumble dan *Log Pearson III*. Data yang dibutuhkan adalah curah hujan maksimum harian rata-rata selama kurun waktu 30 tahun. Data curah hujan rata-rata maksimum dihitung dengan perhitungan curah hujan wilayah menggunakan metode *Poligon Thiessen*. Peta *Poligon Thiessen* DAS Batanghari dapat dilihat pada Gambar 1.

Peta poligon Thiessen DAS digunakan untuk menentukan nilai koefisien Thiessen untuk perhitungan curah hujan harian maksimum rata-rata dari keempat stasiun hujan yaitu: Argoguruh (R106), Dam Rama (R107), Rumbia (R111) dan Sukadana (R126). Koefisien Thiessen dapat dilihat pada Tabel 1.



Gambar 1. Peta Poligon Thiessen DAS Batanghari

Tabel 1. Koefisien Thiessen

No	POS Hujan	Luas (km <sup>2</sup> )	Koefisien Thiessen
1	R106 Argoguruh	49,3069	0,0681
2	R107 Dam Raman	336,5724	0,4649
3	R111 Rumbia	160,7686	0,2220
4	R126 Sukadana	177,3720	0,2450
Jumlah:		724,0199	

Sumber: Perhitungan Poligon Thiessen dengan ArcGIS 9.3

Hujan harian maksimum rata-rata dihitung dengan menggunakan metode *Poligon Thiessen* berdasarkan data curah hujan pada empat stasiun hujan selama 30 tahun. Hasil perhitungan curah hujan maksimum rata-rata dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil perhitungan curah hujan harian maksimum rata-rata

Kejadian	R106	R107	R111	R126	Hujan Harian Rata- Rata
	Argoguruh	Dam Raman	Rumbia	Sukadana	
Tahun	<b>0,068</b>	<b>0,465</b>	<b>0,222</b>	<b>0,245</b>	
1981	94,000	74,000	74,600	91,500	79,782
1982	78,000	80,000	73,800	87,000	80,202
1983	91,000	88,000	99,500	89,000	91,003
1984	97,000	99,000	97,000	92,000	96,705
1985	90,000	98,000	99,600	96,500	97,443
1986	75,000	80,000	68,500	87,000	78,821
1987	46,000	78,000	79,000	75,000	75,308
1988	45,000	94,000	51,000	94,500	81,237
1989	43,000	93,000	75,500	66,000	79,095
1990	81,000	91,000	95,000	98,000	92,922
1991	97,000	91,000	97,810	91,000	92,921
1992	75,000	96,000	42,900	87,000	80,574
1993	72,000	75,000	45,130	97,000	73,553
1994	86,000	84,000	48,870	95,000	79,030
1995	97,000	97,000	98,000	89,000	95,262
1996	81,000	106,000	85,000	113,000	101,349
1997	84,000	55,000	62,500	83,000	65,500
1998	77,000	109,000	100,000	97,500	102,005
1999	108,000	186,000	115,000	123,000	149,489
2000	95,000	107,000	86,000	126,000	106,174
2001	69,000	112,000	75,000	91,500	95,834
2002	85,000	122,000	196,900	134,000	139,052
2003	85,000	84,000	131,000	92,000	96,464
2004	84,000	89,000	71,800	79,000	82,390
2005	79,000	83,000	71,800	95,000	83,180
2006	151,000	112,000	90,000	153,500	119,938
2007	83,270	95,500	85,820	97,040	92,895
2008	69,000	105,000	83,500	89,500	93,977
2009	82,760	105,000	81,500	235,000	130,115
2010	140,000	140,000	123,500	120,000	131,437

Analisis frekuensi dilakukan dengan dua metode yaitu Gumbel dan *Log Pearson III* sebagai perbandingan dalam pemilihan distribusi sebaran yang tepat untuk menentukan hujan rancangan.

a. Metode Gumbel

Dari metode Gumbel diperoleh hujan rancangan dengan periode ulang 50 tahun sebesar 156,943 mm/hari dengan nilai  $S = 20,322$  dan nilai  $K = 3,026$ .

b. Metode Log Pearson III

Dari metode *Log-Pearson Tipe III* diperoleh hujan rancangan dengan periode ulang 50 tahun diperoleh nilai  $S = 0,0860$  dan  $Cs = 0,7443$ .

Syarat penggunaan suatu metode distribusi ditunjukkan dari beberapa parameter berdasarkan nilai  $Cs$  dan  $Ck$ . Persyaratan penggunaan metode distribusi dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Syarat penggunaan jenis sebaran

No	Periode Ulang	Syarat	Hasil Perhitungan	Keterangan
1	Metode Gumbel	$Ck \leq 5,4002$ $Cs \leq 1,139$	$Ck = 0,9676$ $Cs = 1,1819$	Memenuhi Tidak Memenuhi
3	Metode Log Pearson III	$Cs \neq 0$	$Cs = 0,7443$	Memenuhi

**Uji Keselarasan Sebaran Chi kuadrat**

Uji keselarasan sebaran dilakukan pada metode Gumbel dan *Log Pearson III* untuk menentukan distribusi sebaran yang akan digunakan.

a. Uji Chi Kuadrat Gumbel

Prosedur uji keselarasan Chi Kuadrat untuk metode Gumbel adalah sebagai berikut:

- Pembagian jumlah kelas dilakukan menggunakan persamaan:

$$K = 1 + 3,322 \log n = 1 + 3,322 \log 30 = 5,906997 \approx 6$$

- Nilai Chi kuadrat ( $X^2$ ) dihitung dengan persamaan:

$$X^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$

$$= 0,626 + 2,460 + 0,0004 + 0,003 + 0,000002 + 1,718$$

$$= 4,809$$

b. Uji Chi kuadrat *Log Pearson III*

Prosedur uji keselarasan Chi Kuadrat untuk metode *Log Pearson III* adalah sebagai berikut:

- Nilai Chi kuadrat ( $X^2$ ) dihitung dengan persamaan:

$$X^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$

$$= 0,506 + 0,096 + 2,676 + 1,670 + 1,111 + 0,091$$

$$= 6,149$$

- Penentuan derajat kebebasan (DK) dihitung dengan persamaan:

$$DK = K - (1+1) = 6 - (1+1) = 4$$



Derajat kebebasan digunakan untuk menghitung nilai kritis ( $X^2Cr$ ). Nilai kritis ( $X^2Cr$ ) dengan derajat kebebasan 4 dan derajat signifikansi 95% adalah 0,711. Berdasarkan perhitungan dari kedua metode, nilai  $X^2$  Metode Gumbel lebih besar dari nilai kritis ( $X^2Cr$ ) Log Pierson III, sehingga tingkat kepercayaannya kecil. Pemilihan distribusi dilakukan dengan pertimbangan nilai Cs dan Ck. Nilai Ck pada distribusi Gumbel tidak memenuhi persyaratan sehingga distribusi sebaran yang digunakan adalah metode *Log Pearson III*.

**Perhitungan Debit Banjir Rencana**

Debit banjir rencana dihitung menggunakan metode Hidrograf Satuan Sintetik Nakayashu. DAS Batanghari memiliki luas 724,019 km<sup>2</sup> dengan panjang sungai mencapai 91,470 km. Hasil perhitungan debit banjir dengan metode Nakayashu sebagai berikut (Sumarto, 1999):

a. Waktu konsentrasi dihitung dengan persamaan:

$$T_g = 0,4 + 0,058 L = 0,4 + 0,058 \times 91,470 = 5,71 \text{ jam}$$

b. Satuan waktu dari curah hujan dihitung dengan rumus:

$$T_r = (0,5 \text{ sampai } 1) T_g \text{ dan untuk DAS Batanghari diambil } T_r = 0,75 T_g$$

$$T_r = 0,75 \times 5,71 = 4,28 \text{ jam}$$

c. Waktu permulaan banjir sampai puncak hidrograf banjir dihitung dengan persamaan:

$$T_p = T_g + 0,8 T_r = 5,71 + 0,8 \times 4,28 = 9,13 \text{ jam}$$

d. Waktu dari puncak hidrograf banjir sampai 0,3 debit puncak banjir:

$$T_{0,3} = a \times T_g$$

a = 2 (untuk pengaliran biasa dari karakteristik bentuk DAS)

$$T_{0,3} = 2 \times 5,71 = 11,41 \text{ jam}$$

e. Koefisien pengaliran (C) untuk DAS sungai Batanghari berdasarkan penggunaan lahan pada Tabel 4.

Tabel 4. Perhitungan koefisien pengaliran (C)

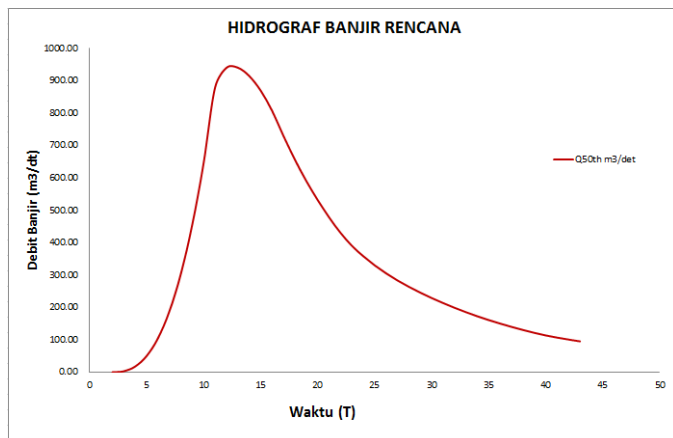
Penggunaan Lahan	Nilai (C)	Presentase Luas	% Luas × (C)
Hutan	0,400	20,24%	0,081
Sawah	0,650	21,03%	0,137
Permukiman	0,700	26,91%	0,188
Perkebunan	0,450	31,71%	0,143
Tegalan	0,500	0,11%	0,0005
Koefisien pengaliran (C) =			0,549

Sumber: Hasil perhitungan

f. Debit puncak banjir dihitung dengan persamaan:

$$Q_p = \frac{CA R_o}{3,6 (0,3 T_p + T_{0,3})} \quad Q_p = \frac{0,549 \times 724,019 \times 1}{3,6 (0,3 \times 9,13 + 11,41)}$$

Grafik hubungan antara waktu dan debit banjir berdasarkan metode Hidrograf Satuan Sintetik Nakayashu untuk periode ulang 50 tahun dapat dilihat pada Gambar 2.

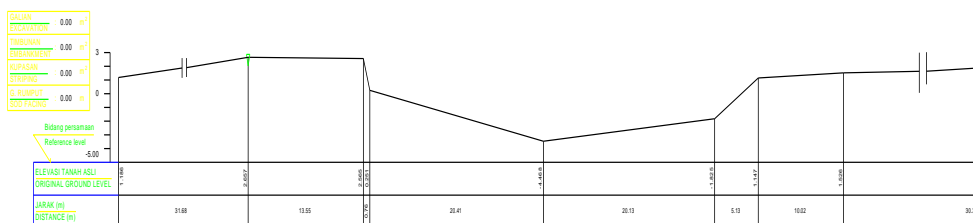


Gambar 2. Grafik Hidrograf Banjir DAS Batanghari

Berdasarkan grafik di atas, debit puncak pada jam ke-11 yaitu sebesar 938.339 m<sup>3</sup>/detik dengan periode ulang 50.

### Dimensi Sungai Eksisting

Dimensi *eksisting* dibutuhkan sebagai perbandingan antara kapasitas debit yang dapat ditampung pada dimensi *eksisting* sungai dengan debit banjir yang telah direncanakan. Bentuk penampang *eksisting* seperti terlihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Cross Eksisting sungai

Perhitungan dimensi eksisting adalah sebagai berikut:

- a. Luas penampang sungai,  $A=172,911 \text{ m}^2$
- b. Keliling basah,  $P=49,2966\text{m}$
- c. Jari-jari hidrolis dihitung dengan persamaan:

$$R = A/P = 172,911/49,2966 = 3,5075 \text{ m}$$

- d. Koefisien kekasaran Manning,  $n = 0,03$  (saluran tanah)
- e. Kemiringan dasar saluran,  $S = 0,13\%$
- f. Kecepatan aliran dihitung dengan persamaan:

$$V = \frac{1}{n} x R^{2/3} x S^{1/2} = \frac{1}{0,03} x 3,5027^{2/3} x 0,0013^{1/2} = 2,776 \text{ m/s}$$

g. Debit aliran dihitung dengan persamaan:

$$Q = A x V = 172,911 x 2,776 = 479,745 \text{ m}^3/\text{s}$$

**Dimensi Tanggul Rencana**

Perhitungan tanggul dilakukan dengan metode coba-coba (*trial and error*). Data yang dibutuhkan untuk menentukan dimensi tanggul adalah kemiringan dasar sungai (S) = 0,0013, tinggi jagaan tanggul (fb) = 1,00 m (Direktorat Jenderal Pengairan, 2010), lebar tanggul (B) = 4,00 m, koefisien kekasaran manning (n) = 0,03, lebar sungai (b) = 35,500 m, kemiringan dinding sungai (m)= 1:1. Penentuan dimensi tanggul adalah sebagai berikut:

c. Luas penampang aliran:

$$A = h(b+mh) = 6,50(35,500+(0,5x6,75)) = 273,000 \text{ m}^2$$

d. Keliling basah:

$$P = b + 2h\sqrt{1 + m^2} = 35,500 + 2(6,50)\sqrt{1 + 0,5^2} = 53,885 \text{ m}$$

e. Jari-jari hidrolis:

$$R = A/P = 273,000 / 53,885 = 5,066 \text{ m}$$

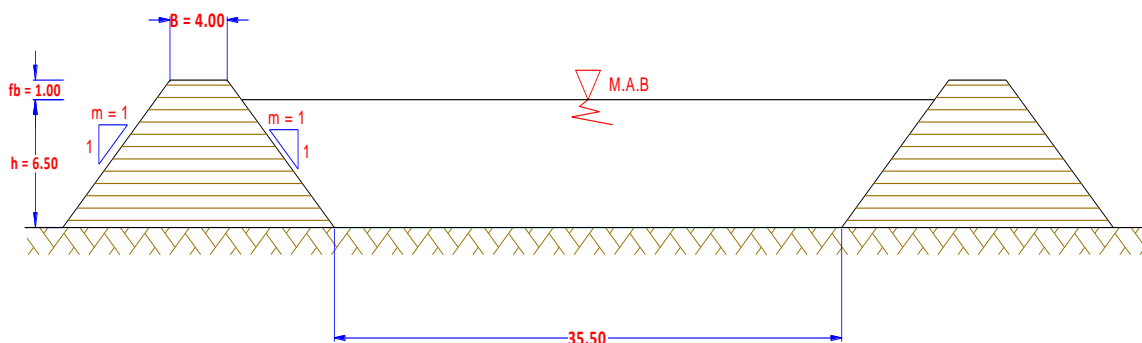
f. Kecepatan aliran:

$$V = \frac{1}{n} x R^{2/3} x S^{1/2} = \frac{1}{0,03} x 5,066^{2/3} x 0,0013^{1/2} = 3,545 \text{ m/s}$$

g. Debit aliran:

$$Q = AxV = 273,000 x 3,545 = 967,856 \text{ m}^3/\text{s}$$

Hasil perhitungan dimensi tanggul sungai Batanghari di atas digunakan untuk merancang dimensi tanggul. Hasil penggambaran rancangan dimensi tanggul Sungai Batanghari dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Dimensi saluran dan tanggul rencana

## **KESIMPULAN**

Kesimpulan berdasarkan hasil analisis data dan pembahasan adalah sebagai berikut:

- a. Hujan rancangan periode ulang 50 tahun menggunakan metode Log Pearson III adalah 151,333 mm/hari.
- b. Debit banjir puncak dengan periode ulang 50 tahun sebesar 938.339 m<sup>3</sup>/detik.
- c. Kapasitas saluran *eksisting* sungai Batanghari sebesar 479,745 m<sup>3</sup>/s, sehingga tidak mampu menampung air sungai pada saat terjadi banjir puncak.
- d. Hasil perhitungan dimensi tanggul rencana penampang sungai berbentuk trapesium adalah: Lebar dasar sungai (b) = 35,500 m, tinggi air di saluran (h) = 6,50 m, kemiringan dasar sungai (S) = 0,0013, kemiringan dinding tanggul sungai = 1:1, kapasitas saluran (Q) = 967,856 m<sup>3</sup>/s, lebar tanggul (B) = 4 m, dan tinggi jagaan (fb) = 1 m.

## **DAFTAR PUSTAKA**

Direktorat Jendral Pengairan. 2010. Standar Perencanaan Irigasi KP-04. Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta

Hendrayani. 2007. Pengendalian Banjir Untuk Sistem Drainase Di Daerah Kali Semarang. [http://eprints.undip.ac.id/34663/1738/1738\\_CHAPTER\\_II.pdf](http://eprints.undip.ac.id/34663/1738/1738_CHAPTER_II.pdf). [01 Juni 2014]

Iswanto, T.Y. 2011. Perencanaan Hidrolis Parapet Sebagai Bangunan Pengendali Banjir Di Sungai Way Besay. Tugas Akhir Mahasiswa. Politeknik Negeri Lampung. Bandar Lampung.

Mursitaningsih. 2009. Analisis Kinerja Saluran Drainase di Daerah Tangkapan Air Hujan Sepanjang Kali Pepe Kota Surakarta. <http://eprints.uns.ac.id/9327/1/160822508201012141.pdf>. [2 Juni 2014]

Nuryadin. 2009. Penanganan Sistem Drainase Sungai Kendal Kota Kendal -Jawa Tengah. [http://eprints.undip.ac.id/34406/5/2016\\_chapter\\_II.pdf](http://eprints.undip.ac.id/34406/5/2016_chapter_II.pdf). [30 Mei 2014]

Rifa'i. 2008. Perencanaan Embung Pusporenggo Kabupaten Boyolali, Jawa tengah. [http://eprints.undip.ac.id/34005/5/1885\\_CHAPTER\\_II.pdf](http://eprints.undip.ac.id/34005/5/1885_CHAPTER_II.pdf). [30 Mei 2014]

Soemarto, C.D. 1999. Hidrologi Teknik. Erlangga. Surabaya

Sri Harto Br. 1993. Analisis Hidrologi. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta

Sugiyanto, A. 2008. Perencanaan Drainase Kawasan Puri Anjasmoro Kota Semarang. [http://eprints.undip.ac.id/34008/7/1887\\_CHAPTER\\_III.pdf](http://eprints.undip.ac.id/34008/7/1887_CHAPTER_III.pdf). [30 Mei 2014]

Suripin, 2004. Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan. [http://eprints.undip.ac.id/34406/5/2016\\_chapter\\_II.pdf](http://eprints.undip.ac.id/34406/5/2016_chapter_II.pdf).