

## Studi Luas Genangan Banjir Pada Suatu Das Yang Memiliki Bangunan Tanggul (Study Kasus DAS Way Pisang)

Fenny Suhendar<sup>a)</sup>, Aprizal<sup>b)</sup>, Any Nurhasanah<sup>c)</sup>

<sup>a</sup> Program Magister Teknik, Universitas Bandar Lampung, Bandar Lampung, Indonesia

<sup>b,c</sup> Universitas Bandar Lampung, Bandar Lampung, Indonesia

### Corresponding Author:

Email: [aprizal@ubl.ac.id](mailto:aprizal@ubl.ac.id)

### Keywords:

Way Pisang, Embankment and HEC-RAS.

Received :

Revised :

Accepted :

**Abstract:** Way Pisang is a river in south Lampung Regency – Lampung, that potentially flooding every year, crossing the Penengahan, Palas and Sragi Districts. The floods that occur almost every year, has an impact on the moral and material losses to the residents who lived around the location. Flood prevention around the Way Pisang river is done by adding some embankments for its rehabilitation. The simulations of the embankment infrastructure existed carried out using HEC-RAS software. This simulations were carried out at certain locations that profiled potentially welled up at B.34 to A.76 or Sta. 01 to 109. From its modeling, resulting that the existence of an embankment with a high puddle area in year 2007, for  $Q_{10}$  are 270/Ha and for  $Q_{25}$  are 330/Ha. Furthermore, flood inundation area flooded in year 2015 was 310/Ha for  $Q_{10}$  and 340/Ha for  $Q_{25}$ .

Copyright © 2023 POTENSI-UNDIP

## 1. PENDAHULUAN

Sungai adalah suatu saluran drainase yang terbentuk secara alamiah. Akan tetapi disamping fungsinya sebagai saluran drainase, sungai memiliki permasalahan yang menyebabkan eksistensinya berkurang. Beberapa permasalahan tersebut antara lain erosi, sedimentasi atau pendangkalan sungai dan juga banjir. Volume sedimen yang dihasilkan dari erosi dan reruntuhan tebing ini apabila dibiarkan akan menyebabkan pendangkalan sungai sehingga pada keadaan seperti ini, apabila terjadi debit air hujan yang besar dapat menimbulkan luapan dan banjir.

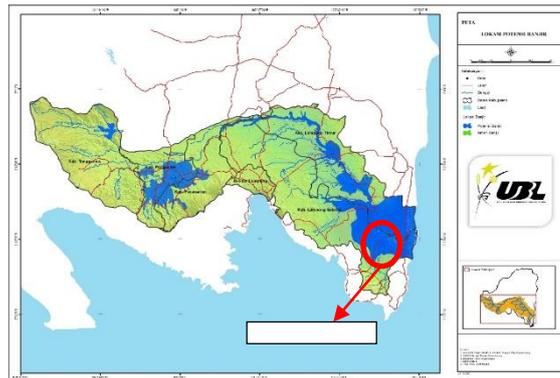
Sungai Way Pisang merupakan salah satu sungai dengan DAS yang setiap tahun selalu terjadi banjir di beberapa lokasi sepanjang aliran sungai. Sungai Way Pisang melintasi Kabupaten Lampung Selatan yang bermuara di Sungai Way Sekampung. Sungai Way Pisang memiliki panjang 27,32 km dengan luas DAS sebesar 155,34 km<sup>2</sup>. Secara administrasi aliran sungai Way Pisang mengalir melalui 3 (tiga) Kecamatan yaitu : Penengahan, Palas dan Sragi.

Catatan kejadian banjir yang pernah terjadi diperoleh dari Balai Besar Wilayah Sungai Mesuji Sekampung, (BBWS-MS) pada tahun 2007 terjadi banjir dengan luas genangan mencapai 1.797 Ha, ketinggian 0,5-1 meter dengan lama genangan 5-7 hari, sedangkan pada tahun 2015 tercatat kejadian banjir yang menggenangi 2.176 Ha, ketinggian 1-1,2 meter selama 7-15 hari. Maksud penelitian ini adalah mengetahui luas genangan banjir pada DAS Way Pisang pada kondisi sungai tanggul. Sedangkan tujuan penelitian ini adalah dapat diketahui luas genangan banjir yang terjadi akibat meluapnya Sungai Way Pisang pada kondisi sungai tanggul rehabilitasi.

Dari catatan banjir tersebut, dapat dikatakan bahwa Sungai Way Pisang telah mengalami peningkatan aliran permukaan yang mengalir dari hulu ke hilir dan di beberapa lokasi tertentu mengalami genangan banjir sebagaimana dapat dilihat pada gambar 1. dan gambar 2. menunjukkan bahwa pada bagian hulu Sungai Way Pisang memiliki tutupan lahan relative masih baik didominasi hutan dan perkebunan campur hingga pada muara didominasi sawah dan rawa dan merupakan salah satu daerah parker banjir di bawah ini.



Gambar 1. Beberapa Lokasi Yang Tergenang Banjir



Gambar 2. Bagian Hulu Sungai Way Pisang

Mengacu pada permasalahan-permasalahan yang ada, maka untuk mengantisipasi banjir dapat dilakukan rencana peningkatan kapasitas dan merehabilitasi bangunan tanggul yang ada saat ini.

## 2. DATA DAN METODE

### Tinjauan Pustaka

Untuk lebih melengkapi dan menyempurnakan hasil tesis ini, penulis berusaha mencari referensi studi dan kajian yang terkait dengan pemodelan alternative pengendalian banjir, diantaranya adalah sebagai berikut :

1. Dokumen Pola Pengelolaan Sumber Daya Air Wilayah Sungai Seputih Sekampung Tahun 2015 (BBWS Mesuji Sekampung) mengulas lokasi-lokasi potensi banjir di WS Seputih Sekampung, salah satunya adalah di sekitar Sungai Way Pisang;
2. Penelusuran dan Audit Sungai Way Pisang, PT. Prana Kurnia Pratama (2015) menjelaskan beberapa lokasi potensi banjir di Sungai Way Pisang, khususnya di sekitar muara;
3. Kajian Sempadan Sungai Way Pisang, PT. Bina Buana Raya (2018) menjelaskan penggunaan lahan di daerah sempadan sungai Way Pisang;
4. Lilik Ariyanto (2018) tentang Analisis Dampak Alih Fungsi Lahan Perubahan Debit Banjir Sungai Way Pisang Di Kabupaten Lampung Selatan.
5. Siratjuddin Jahidin (2018) tentang Analisa Alternatif Pengendalian Banjir Sungai Way Ketibung Dengan Pemodelan Hidrolika.

### LANDASAN TEORI

#### HEC-RAS

*Hidrologic Engineering Center (HEC) U.S. Army Corps of Engineering* pada tahun 1995 mengembangkan HEC-RAS yang merupakan perangkat lunak non-komersial . Program ini didesain untuk menghitung profil muka air untuk aliran tetap (*steady*) dan aliran berubah-beraturan (*gradually-varied flow*) pada saluran alami atau buatan manusia.

HEC-RAS memiliki tujuan utama untuk menghitung elevasi muka air pada lokasi tampang melintang (*cross-section*) yang diteliti sepanjang sungai atau aliran untuk nilai aliran (*flow values*) tertentu. Hitungan profil dilakukan pada cross- section dengan kondisi awal yang diketahui atau

diperkirakan, kemudian dilanjutkan ke arah hulu untuk tipe aliran *subcritical* dan ke arah hilir untuk tipe aliran *supercritical*, (Bedient dkk, 2008).

### Persamaan Pada HEC-RAS

Hitungan hidrolika aliran pada dasarnya adalah mencari kedalaman dan kecepatan aliran di sepanjang alur yang ditimbulkan oleh debit yang masuk ke dalam alur dan kedalaman aliran di batas hilir. Hitungan hidrolika aliran di dalam HEC-RAS dilakukan dengan membagi aliran ke dalam dua kategori, yaitu aliran permanen dan aliran tak permanen. Dasar prosedur perhitungan yang digunakan adalah didasarkan pada pemecahan persamaan kekekalan energi satu dimensi. Kehilangan energi dievaluasi dengan gesekan (persamaan Manning) dan kontraksi maupun ekspansi.

#### 1. Profil Aliran

Profil permukaan air dihitung dari suatu potongan melintang saluran ke potongan selanjutnya dengan memecahkan persamaan kekekalan energi dengan prosedur interaktif yang disebut Metode Tahapan Standar (*Standard Step Method*). Persamaan kekekalan energi yang dimaksud adalah :

$$Y_2 + Z_2 + \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} = Y_1 + Z_1 + \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} + hf + he$$

Dimana :

$Y_1, Y_2$  = kedalaman air pada potongan melintang

$Y_1, Y_2$  = elevasi pada saluran utama

$V_1, V_2$  = kecepatan rata-rata (jumlah total debit)

$\alpha_1, \alpha_2$  = koefisien tinggi kecepatan

$g$  = percepatan gravitasi

$he$  = kehilangan energi

#### 2. Kehilangan Tinggi Energi

Kehilangan energi antara dua potongan melintang diakibatkan oleh kehilangan energi akibat gesekan dan ekspansi maupun kontraksi. Kehilangan energi antara tampang 2 dan 1 dinyatakan dengan persamaan berikut :

$$he = LS_f + C \left[ \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} - \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} \right]$$

Dimana :

$L$  = panjang ruas sungai antar kedua tampang yang diberi bobot menurut debit

$S_f$  = *representative friction slope* antar kedua tampang

$C$  = koefisien kehilangan energi akibat perubahan tampang (kontraksi atau ekspansi)

Panjang ruas sungai antar dua tampang yang diberi bobot sesuai dengan debit dinyatakan dengan persamaan berikut :

$$L = \frac{L_{lob} Q_{lob} + L_{ch} Q_{ch} + L_{rob} Q_{rob}}{Q_{lob} + Q_{ch} + Q_{rob}}$$

Dimana :

$L_{lob}, L_{ch}, L_{rob}$  = panjang ruang sungai di sisi kiri (*left overbank*), alur utama (*main channel*), di sisi kanan (*right overbank*),

$Q_{lob}, Q_{ch}, Q_{ro}$  = debit yang mengalir melalui *left overbank*, *main channel* dan *right overbank*.

#### 3. Kapasitas Angkut Sendimen

Besarnya debit kapasitas angkut dan kecepatan rata-rata di suatu tampang dihitung perbagian penampang sungai dengan mengacu pada persamaan *Manning's* berikut :

$$Q = K . S_f^{1/2}$$

$$K = \frac{1,486}{n} AR^{2/3}$$

Dimana :

$K$  = kapasitas angkut tiap bagian tampang

$S_f$  = Kemiringan pada garis energi

$n$  = koefisien kekasaran Manning tiap bagian tampang

$A$  = luas tampang basah tiap bagian tampang

$R$  = radius hidrolis tiap bagian tampang

#### 4. Tinggi Energi Kinetik Rata-Rata

Tinggi energi kinetik rata-rata dihitung dengan merata-ratakan tinggi energi kinetik di ketiga bagian tampang (*left overbank, main channel, right overbank*) yang diberi bobot berdasarkan debit di setiap bagian tampang. Untuk menghitung tinggi energi kinetik rata-rata, diperlukan koefisien tinggi kecepatan,  $\alpha$ , yang dihitung dengan cara sebagai berikut :

$$\frac{\alpha V^2}{2g} = \frac{\frac{Q_1 V_1^2}{2g} + \frac{Q_2 V_2^2}{2g}}{Q_1 + Q_2}$$

$$\alpha = \frac{2g \left[ Q_1 \frac{Q_1 V_1^2}{2g} + Q_2 \frac{Q_2 V_2^2}{2g} \right]}{(Q_1 + Q_2) \bar{V}^2}$$

dengan demikian :

$$\alpha = \frac{Q_1 V_1^2 + Q_2 V_2^2}{(Q_1 + Q_2) V^2}$$

atau pada umumnya :

$$\alpha = \frac{|Q_1 V_1^2 + Q_2 V_2^2 + \dots + Q_n V_n^2|}{Q V^2}$$

Koefisien kecepatan  $\alpha$  di hitung berdasarkan dengan angkutan sedimen di ketiga aliran (sisi kiri, tengah, dan sisi kanan). Juga dapat di tulis dengan hubungan angkutan sedimen dan luas area, sebagai berikut:

$$\alpha = \frac{(A_t)^2 \left[ \frac{K_{lob}^3}{A_{lob}^2} + \frac{K_{ch}^3}{A_{ch}^2} + \frac{K_{rob}^3}{A_{rob}^2} \right]}{K_t^3}$$

Dimana :

$A_t$  = Total luas area tampang lintang

$A_{lob} A_{ch} A_{rob}$  = Luas area bantaran/tepi kiri, tengah, dan tepi kanan (perspektif)

$K_t$  = Total angkutan sedimen

$K_{lob} K_{ch} K_{rob}$  = Angkutan sedimen bantaran/tepi kiri, tengah, dan tepi kanan (perspektif)

#### 5. Tinggi Hilang Karena Gesekan

Kemiringan garis energi karena gesekan (*friction slope*) di suatu tampang dihitung dengan persamaan Manning sebagai berikut :

$$S_f = \left( \frac{Q}{K} \right)^2$$

#### 6. Koefisien Persempitan dan Perlebaran Tampang

Koefisien kehilangan energi karena kontraksi dan ekspansi dihitung dengan menggunakan rumus dan cara sebagai berikut :

$$h_e = C \left| \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} - \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} \right|$$

#### 7. Persamaan Aliran Satu Dimensi

Persamaan aliran satu dimensi dihitung dengan menggunakan rumus :

$$Q_c = \Phi Q$$

Dimana :

$Q_c$  = debit aliran melalui alur utama (*channel*)

$Q$  = debit total aliran

$$\Phi = K_c / (K_c + K_f)$$

$K_c$  = kapasitas angkut tampang alur utama

$K_f$  = kapasitas angkut tampang bantaran

Dengan anggapan tersebut, maka persamaan aliran satu dimensi dapat digabungkan menjadi satu kelompok persamaan sebagai berikut :

$$\frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial(\Phi Q)}{\partial x_c} + \frac{\partial(1-\Phi)Q}{\partial x_f} = 0$$

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial \left( \frac{\Phi^2}{A_c} \right)}{\partial x_c} + \frac{\partial \left[ (1-\Phi)^2 Q^2 / A_f \right]}{\partial x_f} + gA_c \left[ \frac{\partial Z}{\partial x_c} + Sf_c \right] + gA_c \left[ \frac{\partial Z}{\partial x_f} + Sf_f \right] = 0$$

### METODOLOGI PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini dibagi dalam beberapa tahapan kegiatan yang didasari oleh alur pikir sebagai berikut :

1. Melaksanakan studi literatur yang terkait dengan pokok bahasan penelitian;
2. Melaksanakan pengumpulan data sekunder sebagai data awal berupa data debit banjir rancangan Sungai Way Pisang Tahun 2007 dan Tahun 2015;
3. Melaksanakan pengumpulan data geometri Sungai Way Pisang berdasarkan hasil pengukuran yang pernah dilaksanakan;
4. Melakukan analisis dan pemodelan hidrolika sungai Way Pisang (dengan adanya bangunan tanggul) berdasarkan data geometri sungai hasil pengukuran serta dengan parameter debit banjir rancangan Tahun 2007 dan Tahun 2015;
5. Menyusun kesimpulan penelitian dan rekomendasi yang diusulkan.

#### Pengumpulan Data Sekunder

Pengumpulan data sekunder dilakukan terhadap data-data sebagai berikut :

1. Data geometri Sungai Way Pisang berdasarkan hasil pengukuran yang pernah dilaksanakan dari Balai Besar Wilayah Sungai Mesuji Sekampung (BBWS-MS);
2. Data debit banjir rancangan Sungai Way Pisang yang pernah dilakukan dalam kegiatan perencanaan oleh Balai Besar Wilayah Sungai Mesuji Sekampung (BBWS-MS).

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### Pemodelan Hidrolika Sungai Way Pisang Kondisi Tanggul Rehabilitasi Tahun 2007

Berdasarkan data sekunder berupa debit banjir rancangan pada tahun 2007 dapat dilihat dalam tabel di bawah ini

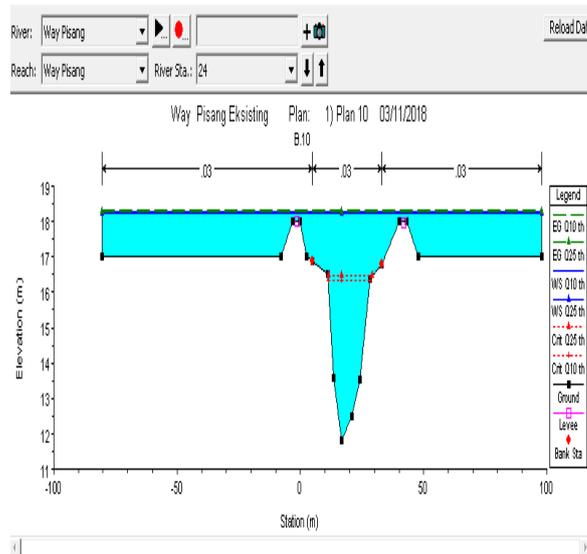
Tabel 1. Debit Banjir Rancangan Sungai Way Pisang – Tahun 2007

No	Kala Ulang (th)	Debit Banjir Rancangan (m <sup>3</sup> /detik)
1	2	205.84
2	5	240.67
3	10	253.43
4	20	261.46
5	25	263.09
6	50	267.44
7	100	270.30

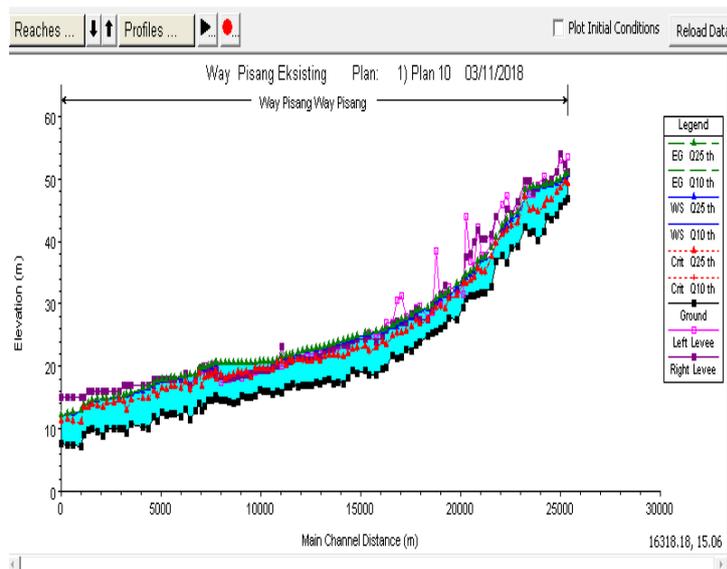
Sumber: Hasil Analisis, Tahun 2018

### Hasil Pemodelan Hidrolika Sungai Way Pisang Kondisi Tanggul Rehabilitasi Tahun 2007

Berdasarkan hasil pemodelan sungai Tahun 2007 dengan kondisi terdapat bangunan berupa tanggul rehabilitasi, maka luas genangan banjir sebagai dampak dari limpasan banjir di Sungai Way Pisang seluas 270 Ha ( $Q_{10}$ ) dan 330 Ha ( $Q_{25}$ ).



Gambar 3. Penampang Melintang Hasil Pemodelan Sungai Way Pisang Kondisi Tanggul Rehabilitasi Tahun 2007



Gambar 4. Penampang Memanjang Hasil Pemodelan Sungai Way Pisang Kondisi Tanggul Rehabilitasi Tahun 2007

Berdasarkan hasil pemodelan Sungai Way Pisang Tahun 2007 dengan parameter debit banjir rancangan  $Q_{10}$  sebesar  $253.43 \text{ m}^3/\text{detik}$  dan  $Q_{25}$  sebesar  $263.09 \text{ m}^3/\text{detik}$ , maka sebagaimana tersaji dalam Tabel 4.1. di atas dapat diketahui bahwa kondisi pemodelan dengan  $Q_{10}$  luas genangan banjir Sungai Way Pisang kondisi tanggul rehabilitasi sebesar 270 Ha.

Sedangkan pada kondisi pemodelan dengan  $Q_{25}$  dapat diketahui bahwa luas genangan banjir Sungai Way Pisang kondisi tanggul rehabilitasi sebesar 330 Ha.

### Pemodelan Hidrolika Sungai Way Pisang Kondisi Tanggul Rehabilitasi Tahun 2015

Berdasarkan data sekunder berupa debit banjir rancangan pada tahun 2015 dapat dilihat dalam tabel di bawah ini.

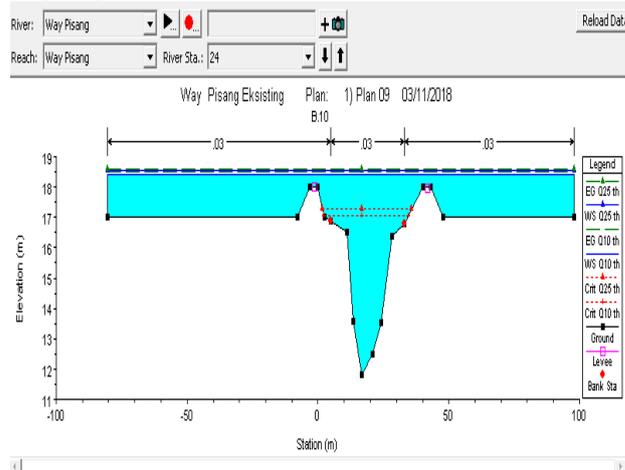
Tabel 2. Debit Banjir Rancangan Sungai Way Pisang – Tahun 2015

No	Kala Ulang (th)	Debit Banjir Rancangan (m <sup>3</sup> /detik)
1	2	226.81
2	5	273.77
3	10	304.01
4	20	335.11
5	25	341.70
6	50	369.58
7	100	397.28

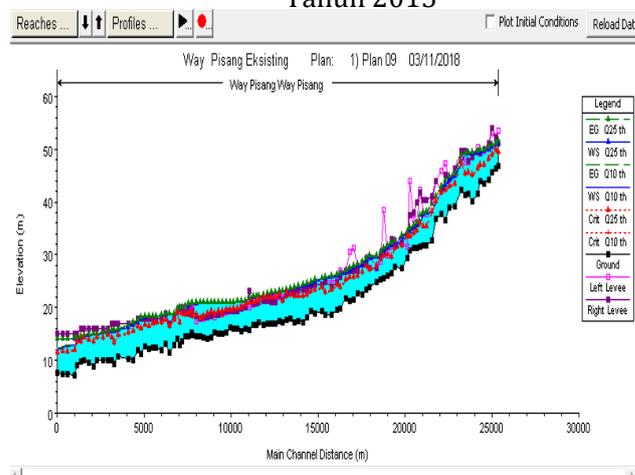
Sumber: Hasil Analisis, Tahun 2018

**Hasil Pemodelan Hidrolika Sungai Way Pisang Kondisi Tanggul Rehabilitasi Tahun 2015**

Berdasarkan hasil pemodelan sungai Tahun 2015 dengan kondisi terdapat bangunan berupa tanggul rehabilitasi, maka luas genangan banjir sebagai dampak dari limpasan banjir di Sungai Way Pisang seluas 310 Ha (Q<sub>10</sub>) dan 340 Ha (Q<sub>25</sub>).



Gambar 5. Penampang Melintang Hasil Pemodelan Sungai Way Pisang Kondisi Tanggul Rehabilitasi Tahun 2015



Gambar 6. Penampang Memanjang Hasil Pemodelan Sungai Way Pisang Kondisi Tanggul Rehabilitasi Tahun 2015

Berdasarkan hasil pemodelan Sungai Way Pisang Tahun 2015 dengan parameter debit banjir rancangan  $Q_{10}$  sebesar 304.01 m<sup>3</sup>/detik dan  $Q_{25}$  sebesar 341.70 m<sup>3</sup>/detik, maka sebagaimana tersaji dalam Tabel 4.2. di atas dapat diketahui bahwa kondisi pemodelan dengan  $Q_{10}$  luas genangan banjir Sungai Way Pisang kondisi tanggul rehabilitasi sebesar 310 Ha.

Sedangkan pada kondisi pemodelan dengan  $Q_{25}$  dapat diketahui bahwa luas genangan banjir Sungai Way Pisang kondisi tanggul rehabilitasi sebesar 340 Ha.

#### 4. Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diperoleh adalah sebagai berikut :

1. Kondisi Sungai Way Pisang Tahun 2007 dengan pemodelan  $Q_{10}$ , yaitu : Luas genangan banjir pada kondisi sungai Tanggul adalah 270 Ha;
2. Kondisi Sungai Way Pisang Tahun 2007 dengan pemodelan  $Q_{25}$ , yaitu : Luas genangan banjir pada kondisi sungai Tanggul adalah 330 Ha;
3. Kondisi Sungai Way Pisang Tahun 2015 dengan pemodelan  $Q_{10}$ , yaitu : Luas genangan banjir pada kondisi sungai Tanggul adalah 310 Ha;
4. Kondisi Sungai Way Pisang Tahun 2015 dengan pemodelan  $Q_{25}$ , yaitu : Luas genangan banjir pada kondisi sungai Tanggul adalah 340 Ha;

#### 5. Saran

Adapun saran rekomendasi dari kesimpulan diatas adalah agar dapat melakukan perbaikan pada tanggul yang sudah ada dan bangunan tanggul dapat direncanakan di beberapa lokasi yang mengalami limpas saat terjadinya banjir.

#### REFERENSI

- Ariyanto, Lilik. 2018. *Analisis Dampak Alih Fungsi Lahan Perubahan Debit Banjir Sungai Way Pisang Di Kabupaten Lampung Selatan*. Tesis. Universitas Bandar Lampung, Lampung.
- Asdak, Chay. 1995. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- Balai Besar Wilayah Sungai Mesuji Sekampung, 2018, *Kajian Sempadan Sungai Way Pisang*.
- Balai Besar Wilayah Sungai Mesuji Sekampung, 2015, *Penelusuran dan Audit Sungai Way Pisang, PT. Prana Kurnia Pratama*.
- Balai Besar Wilayah Sungai Mesuji Sekampung, 2015, *Dokumen Pola Pengelolaan Sumber Daya Air Wilayah Sungai Seputih Sekampung*.
- Bedient, P.B., and Huber, W.C., 1992. *Hydrology and Flooplain Analysis*. Addison-Wesley Publishing Co.: USA.
- Harto S, Br.1993. *Analisis Hidrologi*. Andi : Yogyakarta.
- Indarto, 2016. *Hidrologi, Metode Analisis dan Tool untuk Interpretasi Hidrograf Aliran Sungai*. Bumi Aksara : Jakarta.
- Jahidin, Siratjuddin. 2018. *Analisa Alternatif Pengendalian Banjir Sungai Way Ketibung Dengan Pemodelan Hidrolika*. Tesis. Universitas Bandar Lampung, Lampung.
- Montarich, L. 2010. *Hidrologi Praktis*. Lubuk Agung, Bandung.
- Nainggolan, J., dkk, 2015, *Pengaruh perubahan penggunaan lahan terhadap debit banjir di sub DAS Siak bagian hulu*, Jom FTEKNIK |Volume 2 No. 2|Oktober 2015.
- Soemarto. 1999. *Hidrologi Teknik*. Tri Star Printing : Jakarta.
- Sosrodarsono, Suyono dan Kensaku Takeda. 1985. *Hidrologi untuk Pengairan*. Pradnya Paramita, Jakarta.
- Subramanya, K. 2009, *Engineering Hydrology*, McGraw-Hill Education (Asia) : Singapore.
- Suripin. 2004. *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. Yogyakarta : Andi.
- Triatmodjo, B. 2013. *Hidrologi Terapan*. Beta Offset : Yogyakarta.