

## ANALISA PENGENDALIAN BANJIR AKIBAT PELUAPAN DEBIT ALIRAN DENGAN PERKUATAN TEBING MODEL SHEET PILE

Studi Kasus Sungai Batang Lumbo Kabupaten Pesisir Selatan

**Nofrizal, Muhammad Lubis**

Dosen Teknik Sipil Institut Teknologi Padang  
Mahasiswa Teknik Sipil Institut Teknologi Padang  
E- Mail : nofri\_sk@yahoo.com

### **Abstract**

*Flooding is caused by the increased volume of water's volume in the river or lake so that water is out of its natural limits. The flooding is mostly caused by inadequate river capacity to accommodate river discharge. The amount of river discharge at the time of flood is caused by the increasing amount of surface runoff from the rains that fall in the catchment area. Based on the preliminary survey conducted, it was found that the frequency of flooding in the Batang Lumbo river area is 2-3 times a year with a height ranging from 0.5 to 1.5 meters from the soil surface with the duration of inundation ranges from 4 to 6 hours. Areas affected by flooding ranging from the area of Nagari Taratak Tengah Lumbo Kecamatan IV Jurai down to the downstream river at Nagari Pasar Baru Kecamatan Bayang. By the result of the analysis obtained flood discharge using Rational method  $Q_{100 \text{ years}} = 237,26 \text{ m}^3 / \text{dt}$ , high  $h = 2.7 \text{ m}$ , the high value of  $W = 1.16 \text{ m}$  length Sheet Pile in flood condition = 4.14 m, Maximum Moment  $M_{\text{max}} = 6,31 \text{ tm}$  and sheet pile length in dry condition = 3.16 m,  $M_{\text{max}}$  Moment = 7,125 t.m.*

**Keywords:** Flood, Outflow discharge, Sheet Pile

### **PENDAHULUAN**

Indonesia terletak di daerah yang beriklim tropis, daerah yang beriklim tropis mempunyai dua musim yaitu musim hujan dan musim kemarau, musim hujan terjadi pada bulan oktober hingga april sedangkan musim kemarau terjadi pada bulan april hingga oktober. Namun, pola musim bulan-bulan tersebut tidak lagi sama akibat dari *efek global warming* telah berpengaruh terhadap iklim dan cuaca di Indonesia. Beberapa dampak yang ditimbulkan antara lain, musim di Indonesia berubah menjadi tidak menentu, intensitas hujan meningkat, dan meningkatnya banjir di daerah yang selama ini jarang terjadi banjir. Berbagai dampak tersebut sangat mempengaruhi perencanaan dan perancangan berbagai bangunan yang menggunakan data hidrologi dalam pelaksanaannya. Masalah air juga tidak dapat dipisahkan dengan masalah lingkungan dimana air tersebut mengalir, masyarakat yang hidup pada lingkungan tersebut akan memanfaatkan air sebagai kebutuhannya. Air sangat dipengaruhi oleh baik buruknya kondisi daerah Aliran Sungai (DAS), dipengaruhi oleh alam, maupun masyarakat yang memanfaatkan Daerah Aliran Sungai (DAS) tersebut sehingga ada keterkaitan yang sangat erat antara sungai, lingkungan, Daerah Aliran Sungai (DAS) dan masyarakat.

Dampak banjir yang merugikan baru mulai dirasakan sebagai masalah apabila kegiatan kehidupan manusia sehari-hari terganggu dan menimbulkan resiko korban jiwa atau kerugian material. Salah satunya adalah sungai yang berada di kecamatan IV jurai Kabupaten pesisir selatan sering mengalami banjir akibat meluapnya Batang Lumbo. Batang Lumbo merupakan sungai alam dengan hulu sungainya terletak di pegunungan Bukit Barisan dibagian Timur Laut dan bermuara di Samudera Indonesia.

### **STUDI LITERATUR**

#### **1.1 Fenomena Banjir**

Banjir terjadi diakibatkan oleh meningkatnya volume air di sungai atau danau sehingga air keluar dari batas alaminya. Seringnya terjadi banjir sebagian besar disebabkan oleh tidak cukupnya kapasitas sungai untuk menampung debit sungai. Besarnya debit sungai pada saat banjir disebabkan oleh meningkatnya jumlah limpasan permukaan dari hujan yang terjadi pada daerah tangkapan air. Beberapa peneliti terdahulu telah membuktikan dalam penelitiannya menyimpulkan; Banjir adalah salah satu bentuk daya rusak air yang merupakan fenomena alam karena tingginya curah hujan dan tidak cukupnya kapasitas sungai untuk menampung dan mengalirkan air. Pada pertemuan (muara) sungai Cibeet dengan Citarum sering terjadi banjir akibat back water dari sungai Cibeet yang terjadi setiap tahun dengan ketinggian banjir berkisar antara 1,5 m - 3,00 m yang mengakibatkan Desa / lokasi disekitarnya terendam banjir. (Trinugroho, Dance, K, dkk. 2009).

## 2.2 Profil Fisikal Sungai

Perubahan bentuk pada penampang sungai yang secara horizontal berupa gerusan tebing, tikungan luar sungai yang berbelok, dan aliran deras yang disebabkan penumpukan material ditengah sungai sehingga menggerus tebing sungai. Dan secara vertical berupa sedimentasi tinggi sehingga sungai mengalami degradasi/ agradasi. Untuk mengatasi kejadian tersebut, diperlukan adanya perencanaan dimensi sungai untuk mengoptimalkan kembali fungsi sungai itu sendiri. Secara umum penyebab terjadinya banjir dapat dikategorikan menjadi dua hal, yaitu karena faktor alam dan faktor manusia. Yang termasuk faktor alam diantaranya:

### 2.3 Banjir Rencana.

Perhitungan debit banjir rencana ini digunakan sebagai dasar untuk merencanakan kemampuan dan ketahanan suatu penampang sungai yang akan dibangun pada alur suatu sungai. Analisa debit banjir yang dilakukan dengan periode ulang 50 tahun dan 100 tahun. Debit banjir periode ulang 50 tahun digunakan untuk perencanaan cofferdam dan perbaikan tanggul sebagai struktur yang dipakai dalam pengendalian banjir yang terjadi. Perhitungan debit banjir rencana ini digunakan sebagai dasar untuk merencanakan kemampuan dan ketahanan suatu bangunan pengairan yang akan dibangun pada alur suatu sungai. Analisa debit banjir yang dilakukan dengan periode ulang 50 tahun dan 100 tahun.

### 1. Metoda Melchior

Dalam analisa perkiraan banjir tahunan, Metoda ini dipakai Untuk luas DAS > 100 km<sup>2</sup>, besarnya debit rencana dapat dicari dengan formula berikut :

$$Q = \alpha \times \beta \times q \times F \times R / 200$$

dimana :

Q = Debit banjir rencana untuk t tahun (m<sup>3</sup>/dt)

q = Hujan terbesar (m<sup>3</sup>/km<sup>2</sup>/dt)

$\alpha$  = Koefisien pengaliran

$\beta$  = Koefisien reduksi

F = Luas cathment area (km<sup>2</sup>)

R = Curah hujan rencana (mm)

Pada perhitungan metoda Melchior dibatasi oleh bentuk Ellips yang sumbu pendeknya tidak boleh melebihi 2/3 dari sumbu terpanjang

Luas Ellips adalah:

$$F = 1/4\pi \times L_1 \times L_2$$

Dimana :

F = Luas Ellips (km<sup>2</sup>)

L1 = Sumbu Panjang (km)

L2 = Sumbu pendek ellips (km)

### 2. Metode Weduwen

Metode perhitungan banjir dengan metoda Weduwen diterbitkan pertama kali pada tahun 1937. Metode tersebut sah untuk daerah seluas 100 km<sup>2</sup>. Persamaannya adalah :

$$Q_n = \alpha \cdot \beta \cdot q \cdot f$$

$$A = 1 - 4.1 / (\beta \cdot q + 7)$$

$$B = (120 + (t+1) / (t+9)) \cdot f / (120 + A)$$

$$Q = 67.64 / (t + 1.45)$$

$$\alpha = 1 - (4.1 / (\beta \cdot q + 7))$$

Dimana :

Q<sub>n</sub> = debit puncak banjir (m<sup>3</sup>/dt)

$\alpha$  = koefisien limpasan air hujan (runoff)

$\beta$  = koefisien reduksi,

q<sub>n</sub> = debit persatuan luas (m<sup>3</sup>/dt.km<sup>2</sup>)

A = luas daerah aliran sungai (km<sup>2</sup>)

### 2.4 Perencanaan Sheet Pile

Turap sheet pile adalah dinding vertikal relatif tipis yang berfungsi untuk menahan tanah dan untuk menahan air masuk kepermukiman penduduk kalau difungsikan untuk pengendalian banjir. Pada perencanaan turap / sheet pile terdapat beberapa faktor penting yang harus diperhatikan dalam perencanaan turap, seperti:

1. Ciri topografis lapangan (investigasi geoteknik dan pengamatan langsung)
2. Penyelidikan tanah

3. Ketersediaan material Konstruksi
4. Kemudahan dan Kecepatan pelaksanaan
5. Kekuatan struktur

### 1. Turap Kantilever Pada Tanah Kohesif

Perancangan turap dalam Tanah Kohesif sangat Komplek, karena kuat geser tanah berubah-ubah dengan berjalannya waktu, sehingga tekanan tanah pada dinding turap berubah-ubah pula dari waktu ke waktu. Untuk itu stabilitas jangka panjang dari turap harus diperhatikan. Dalam hal perencanaan turap yang dipancang pada tanah kohesif agar dapat stabilitas jangka panjang yang aman, asumsi- asumsi yang di gunakan sebagai berikut:

- Tekanan tanah dapat dihitung berdasarkan sudut geser dalam ( $\phi$ ) lempung = 0, dan kohesi ( $c$ ) = 0,5 qu (qu = kuat tekan bebas).
- Analisis didasarkan pada parameter tegangan efektif ( $c, \phi$ ) yang diperoleh dari uji triaksial CD atau uji triaksial CU, dimana dalam pengujian ini diadakan pengukuran tekanan air pori.
- Dalam perancangan jangka panjang sangat aman bila kohesi ( $c$ ) dianggap sama dengan nol.
- Nilai akhir jangka panjang sudut gesek dalam tanah lempung ( $\phi$ ) mendekati ( $20^\circ$ - $30^\circ$ ) tekanan tanah lateralnya mendekati atau sama dengan tanah granuler, karena itu analisisnya sama dengan turap pada tanah granuler.
- Dinding turap seluruhnya pada tanah lempung, atau dipancang pada tanah lempung dan diurug pada granuler, tekanan tanah pada dinding turap pada kedua keadaan ini memberikan bentuk tekanan yang berbeda.

#### 1. Seluruh Turap Dalam Tanah Lempung

Pada turap yang berada pada tanah lempung, hal-hal yang dapat dihitung antara lain :

- Pada kondisi runtuh, tekanan tanah aktif dinyatakan :

$$Pa = \gamma z \operatorname{tg}^2 \left( 45^\circ - \frac{\phi}{2} \right) - 2c \operatorname{tg} \left( 45^\circ - \frac{\phi}{2} \right).$$

- Dan tekanan tanah pasif adalah

$$Pp = \gamma z \operatorname{tg}^2 \left( 45^\circ + \frac{\phi}{2} \right) + 2c \operatorname{tg} \left( 45^\circ + \frac{\phi}{2} \right).$$

- Karena pada tanah kohesif Jenuh  $\phi = 0$ , maka

$$Ka = \operatorname{tg}^2 \left( 45^\circ - \frac{\phi}{2} \right) = 1$$

$$Kp = \operatorname{tg}^2 \left( 45^\circ + \frac{\phi}{2} \right) = 1$$

$$\text{sehingga } Ka = Kp$$

Sehingga :

Tekanan tanah pasif didepan Turap menjadi ;

$$P_p = \gamma(Z - H) + 2C ; \text{ untuk } Z > H$$

Tekanan tanah Aktif dibelakang turap menjadi

$$P_a = \gamma z - 2c$$

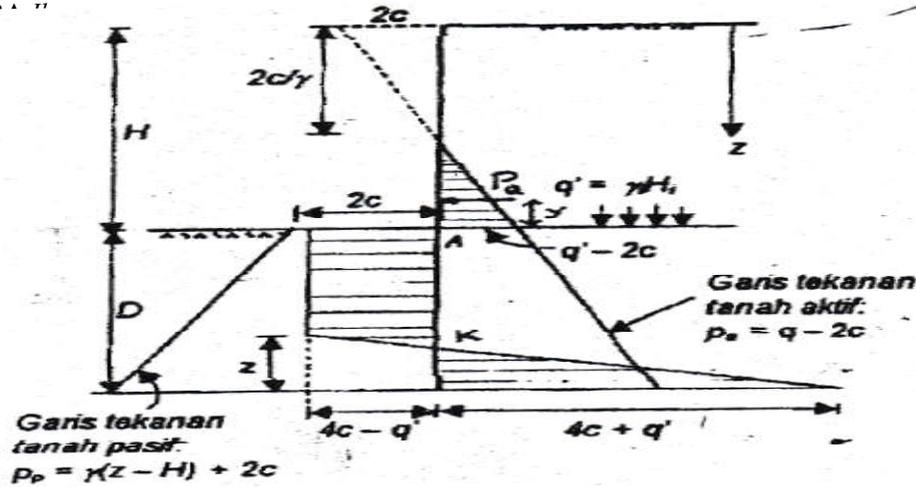
Dimana :

Z : kedalaman tanah dibawah tanah asli (permukaan tanah urug)

C = Cu = kohesi tanah pada kondisi *udrained*.

$\gamma$  : berat Volume efektif (berat volume basah bila tanah diatas permukaan air tanah, dan berat volume terapung bila terendam air).

H : tinggi tanah yang berada di atas dasar galian.



Gambar.1 Diagram Tekanan Laterar Pada Dinding Turap

- Tekanan efektif merupakan tekanan overburden efektif yaitu  $q' = \sum \gamma_i h_i$  (gunakan berat volume apung  $\gamma'$  bila tanah terendam air).
- Kemiringan garis-garis tekanan aktif dan pasif sama ( $K_a = K_p$ ), maka tekanan netto pada sisi depan turap besarnya konstan untuk tanah yang berada dibawah galian dan bergerak ke kiri, tahanan pasif netto adalah
 
$$p_p - p_a = (2c) - (q' - 2c) \text{ tinjau pada dasar galian } (z = H)$$

$$= 2c - q' + 2c$$

$$= 4c - q'$$
- Pada bagian bawah turap, turap bergerak kebelakang, tahanan pasif netto menjadi
 
$$p_p - p_a = \{q' + (\gamma a + 2c)\} - (\gamma a - 2c)$$

$$= q' + \gamma a + 2c - \gamma a + 2c$$

$$= q' + 4c$$
- Zone tanah lempung yang mengalami tarikan diabaikan
- Cara hitungan peraneangan sama dengan turap kantilever pada tanah granuler

## DATA DAN METODOLOGI

### 1. Tahapan Penelitian

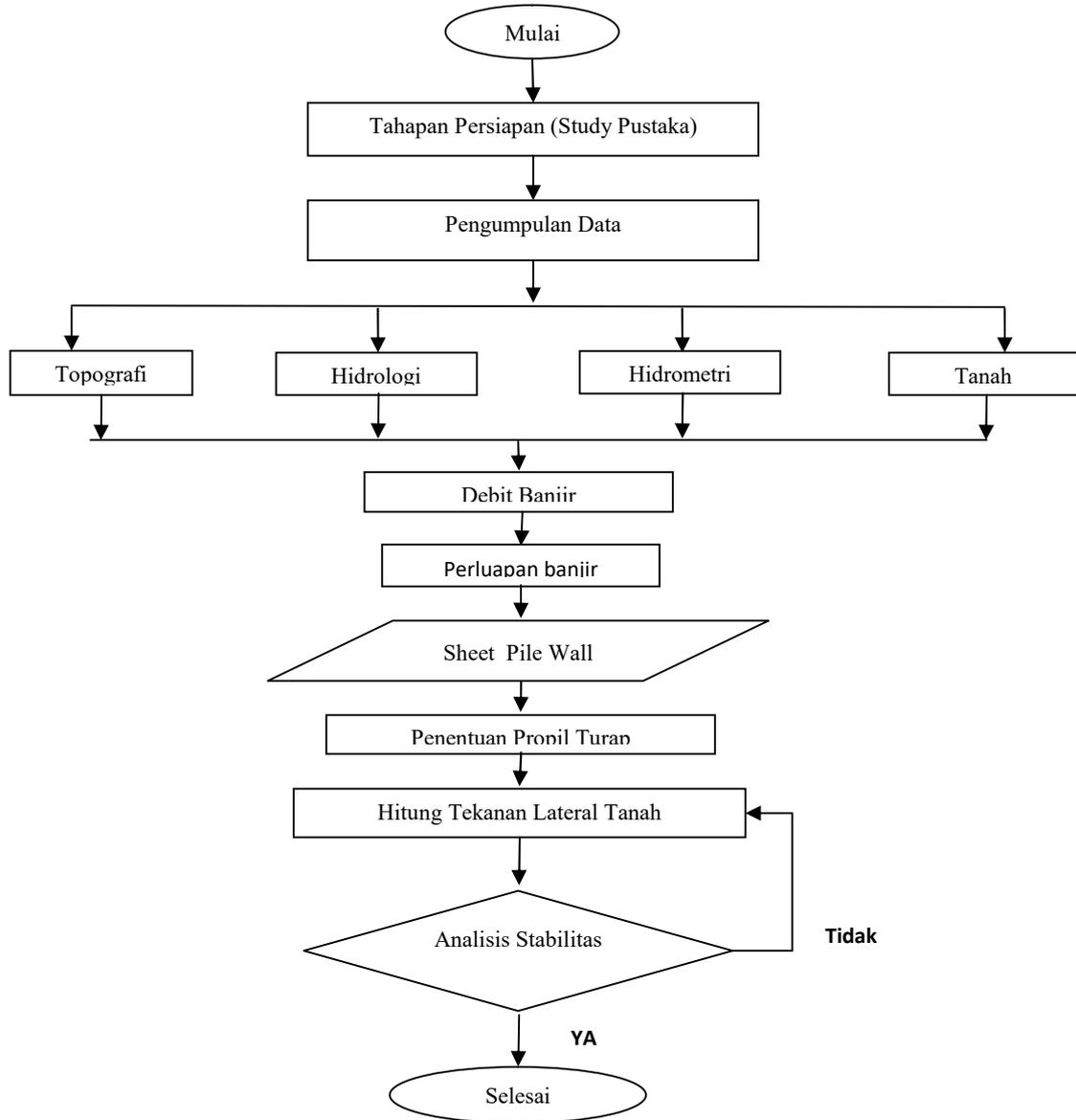
Metodologi yang digunakan dalam penulisan ini adalah studi literatur dan pengumpulan data. Kegiatan yang akan dilakukan secara garis besar dibedakan atas:

- a. Kajian Literatur  
Sebelum penulis mengangkat permasalahan ini, perlu memahami cara perhitungan dengan mencari kajian literatur atas permasalahan yang akan dikaji dalam kasus ini.
- b. Pengumpulan Data  
Data yang dibutuhkan adalah data skunder, peta topografi, data curah hujan, data tanah dan data sungai. Data dan informasi diperoleh dari Dinas Pengelolaan Sumber daya Air (PSDA), dan pihak-pihak terkait lainnya.
- c. Pengolahan Data  
Berdasarkan data yang diperoleh akan dilakukan perhitungan analisa curah hujan, curah hujan rencana, analisa debit banjir rencana, perhitungan Debit Limpanan, perencanaan Turap Model Sheet pile.

Tahapan penelitian yang baik dan teratur serta di iringi dengan bahan – bahan yang lengkap sangat di perlukan dalam suatu penelitian, supaya dalam pelaksanaannya nanti akan di dapatkan hasil yang memuaskan dan sesuai dengan yang di harapkan. Dalam penelitian ini setelah di tentukan tujuan penelitian, perumusan masalah dan batasan masalah, di lanjutkan dengan melakukan observasi lapangan. Pada observasi lapangan di tentukan dimana lokasi penelitian dilaksanakan dan alat bantu apa yang di butuhkan dalam penelitian ini. Skema metodologi yang di gunakan dalam penelitian ini sebagai berikut :

- Iidentifikasi masalah yang kemudian di rumuskan menjadi tujuan penelitian.
- Tahapan persiapan,.
- Tahap pengumpulan data,
- Tahap analisa data yang di dapat di lapangan yaitu dengan menghitung analisa
- Tahap Analisis data
- Tahap hasil dan pembahasan

Skeme penelitian dan pembahasan dalam penelitian sampai terciptanya tulisan ini sebagaimana diuraikan pada *flowchat* berikut

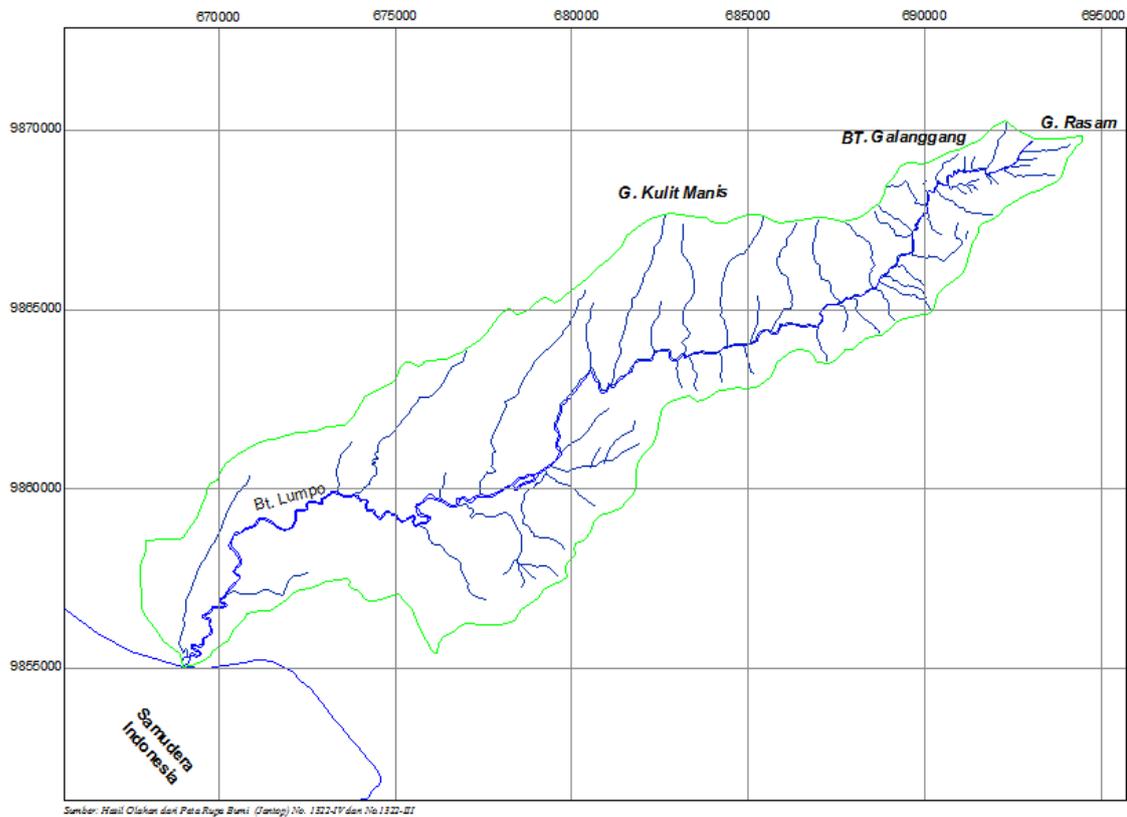


**Gambar 2. Flow Char Alur Penelitian**

**2. Lokasi Penelitian**

Batang Lumpo adalah salah satu sungai yang berada di Kabupaten Pesisir Selatan dan meliputi dua wilayah kecamatan, yaitu Kecamatan Bayang dan Kecamatan IV Jurai. Sungai tersebut merupakan sungai alam dengan hulu sungainya terletak di Pegunungan Bukit Barisan di bagian Timur Laut dan bermuara di Samudera Indonesia. Frekuensi banjir pada daerah penguasaan Sungai Batang Lumpo di bagian tengah dan

hilir adalah 2 – 3 kali dalam setahun dengan ketinggian berkisar 0,5 – 1,5 meter dari permukaan tanah dan lama genangan yang terjadi berkisar 4 hingga 6 jam. Kondisi tersebut menempatkan Batang Lumpo termasuk sungai yang sangat rawan mengalami bencana alam banjir termasuk banjir bandang (Galodo) dan genangan air akibat banjir. Wilayah yang terkena banjir mulai dari wilayah Nagari Taratak Tengah Lumpo Kecamatan IV Jurai hingga ke daerah hilir yaitu Nagari Pasar Baru Kecamatan Bayang.



Sumber : Dinas PSDA Provinsi Sumatera Barat

Gambar 3. DAS Batang Lumpo

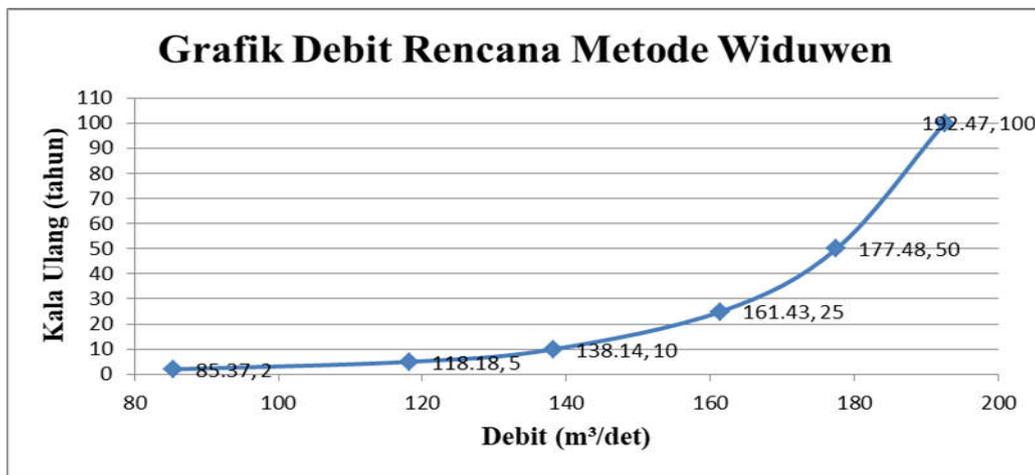
## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Debit rencana

Untuk menentukan besarnya debit rencana pada daerah aliran sungai Batang Lumpo ini digunakan data curah hujan maksimum setiap hujan dari stasiun-stasiun hujan. Adapun metode yang digunakan ada beberapa metode yang dipakai. Stasiun yang diambil adalah stasiun hujan Tarusan, dan Stasiun hujan Danau Diatas. Dari analisa hidrologi besarnya debit rencana dihitung dengan beberapa metoda sebagai mana yang disajikan pada table berikut.

Tabel.1.Rekapitulasi Hasil Perhitungan DAS Batang Lumpo

No.	DAS	Curah Hujan Rancangan ( mm )		Debit Rencana (m <sup>3</sup> /dt)	
	Sungai Batang Lumpo	Metode		Metode	
		Log Pearson Type III	Gumbel	Rasional	Weduwen
		Kala Ulang (T)			
1	2	104	102	129.03	85.37
2	5	133	136	165.19	118.18
3	10	150	159	185.66	138.14
4	25	168	187	208.43	161.43
5	50	181	209	223.53	177.48
6	100	192	230	237.26	192.47



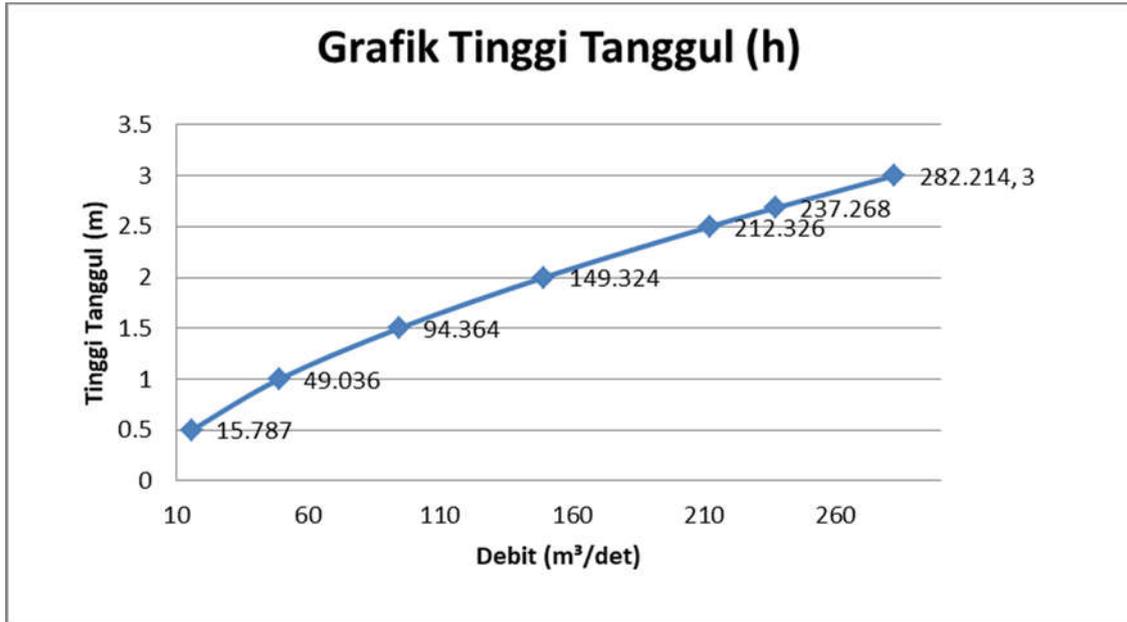
Gambar . 4 Grafik Debit Rencana

2. Kapasitas Tampungan Sungai

Dari debit banjir rencana yang terjadi, maka kapasitas tampungan sungai dapat dihitung dengan persamaan - persamaan aliran. Berdasarkan penampang fisikal sungai batang lumpo ini maka tinggi aliran akibat debit banjir dapat dijelaskan sebagai mana menurut tabel dan grafik berikut.

Tabel.2 Analisa Muka Air Banjir Rencana

h(m)	A (m <sup>2</sup> )	P(m)	R(m)	V(m/det)	Q(m <sup>3</sup> /det)	Qrencana	Kerangan
0,5	14,5	30	0,483	1,089	15,787	237,26	
1	29	31	0,935	1,691	49,036	237,26	
1,5	43,5	32	1,359	2,169	94,364	237,26	
2	58	33	1,758	2,575	149,324	237,26	
2,5	72,5	34	2,132	2,929	212,326	237,26	
2,7	77,830	34,368	2,265	3,049	237,268	237,26	Mendekati
3	87	35	2,486	3,244	282,214	237,26	

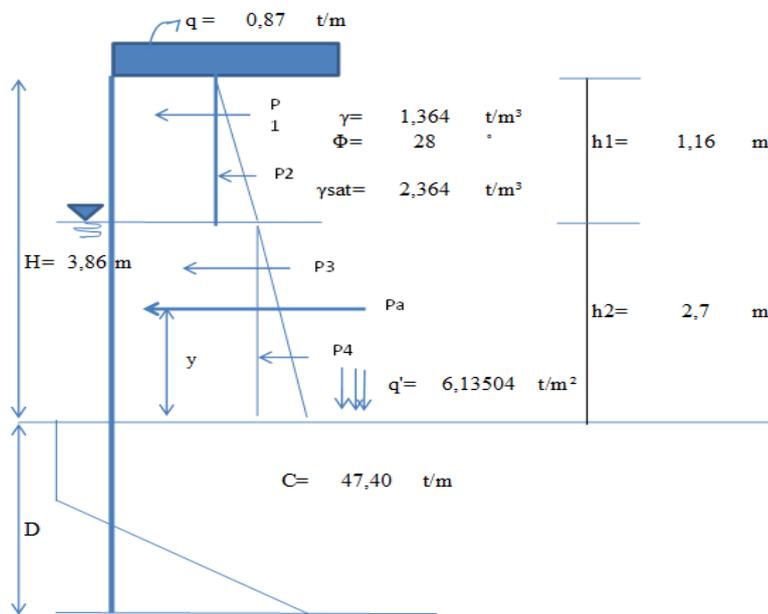


Gambar.5 Muka Air Banjir Rencaana

3. Analisa Stabilitas Turap

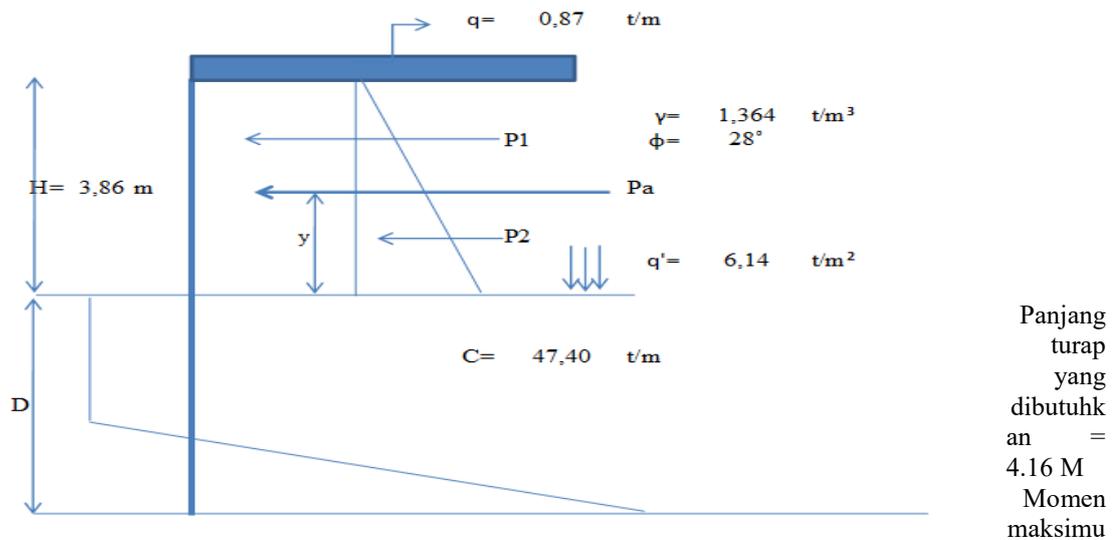
Dari perhitungan didapat tinggi debit air banjir  $h = 2,7$  tinggi jagaan = 1,16 jadi total tinggi penampang sungai  $H = 3,86$ .

a. Menghitung Panjang Turap Dalam Keadaan Banjir



Panjang turap yang dibutuhkan = 4,14 m  
 momen maksimum yang terjadi = 6,31 t.m

b. Menghitung Nilai D dengan Keadaan Kering



m yang terjadi = 7.125 TM

Dari hasil analisa panjang turap maka diambil yang terpanjang yaitu dalam keadaan kering dengan panjang turap = 4,16 m dan  $M_{max} = 7,125$  t.m maka di dapat Type turap Sheet Pile FSP – 320 A 500 clas C, seperti table berikut.

Tabel 3. Kapasitas Sheet Pile Tipe FSP-320 A 500

Type	Class	Width W	High H	Cross Section	Unit Weight	Cracking Bending Moment	Length
		(mm)	(mm)	(cm <sup>2</sup> )	(kg/m)	(ton.m)	(m)
FSP-320 A 500	C	500	320	1,595	400	7,24	6-15

Sumber.PT.Jaya Sentrikon Padang

**Kesimpulan**

Dari hasil analisa data didapat Debit Rencana Q 100 tahun = 237,26 m<sup>3</sup>/dt maka didapat tinggi debit h= 2,7 m , Tinggi jagaan w = 1,16 m dan panjang sheet pile untuk keadaan terendam = 4,14 m dengan Momen Maksimum  $M_{max} = 7,125$  t.m dan panjang sheet pile dalam keadaan kering = 4,16 maka di dapat type sheet pile sebagai

**Saran**

Saran yang diberikan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Perlunya ketelitian pada saat perhitungan hidrologi seperti dalam menganalisa curah hujan dan debit banjir rencana agar dihasilkan desain penampang yang ekonomis dan dapat menampung debit yang akan terjadi
2. Disarankan dalam tahap perencanaan terlebih dahulu dilakukan survey studi yang berhubungan dengan keadaan sungai, baik saat banjir maupun saat normal.
3. Penentuan jenis penahan tanah harus sesuai dengan jenis tanah dan kondisi dilapangan;
4. Perencanaan dinding penahan tanah harus benar-benar diperhatikan pembebanannya hingga analisis stabilitasnya;

Dalam perencanaan sebaiknya mengikuti kriteria optimum desain struktur agar hasil perencanaan dapat diterapkan dilapangan dengan baik.

**DAFTAR PUSTAKA**

Anggraini.Dian, 2013.PerencanaanPerkuatanTanggulUntukMenanggulangiLongsor Di Tebing Sungai SegahJalanBujangga, Berau.  
 Asyifa.Adwiyah,2014.“Perencanaan Konstruksi Sheet Pile Wall Sebagai Alternatif Pengganti Gravity Wall”.  
 Bowles, Joseph E, 1984. Analisa dan Desain Pondasi. jilid 2. Jakarta: Erlangga  
 Bowles, Joseph E, 1991. Analisa dan Desain Pondasi. jilid 2 Edisi Revisi. Jakarta: Erlangga.

- Hardiyatmo, Hari Christady. 2006. Teknik Pondasi 2 edisi ketiga. Yogyakarta: Beta offset.
- Herman.,dkk, 2017.Mekanika Tanah II.
- Herman, 2015.Rekayasa Pondasi II.
- <http://junaidawally.blogspot.co.id/2013/06/sheet-pile-dinding-turap.html?m=1>. Diakses 11 November 2017.
- Imam.Alfattah, 2014. Perencanaan Ulang Pengendalian Banjir Batang Lumpo Kecamatan IV Jurai Dan Kecamatan Bayang Kabupaten Pesisir Selatan.
- Y.I.Yuta, 2010.StudiPerencanaanTanggul Di Sungai CikeasKabupaten Bogor Jawa Barat.
- Yulie.Rina, 2014. Studi Stabilitas Turap Beton Pada Tepi Sungai Anai Kabupaten Padang Pariaman.