

Analisa Pengendalian Banjir Akibat Peluapan Debit Aliran Dengan Perkuatan Tebing Tipe Sheet Pile

“Studi Kasus Sungai Batang Lumbo Kabupaten Pesisir Selatan”

Nofrizal¹, Febi Silfia²

Dosen Teknik Sipil Institut Teknologi Padang¹, Mahasiswa Teknik Sipil Institut Teknologi Padang²

E- Mail : nofri_sk@yahoo.com¹

DOI: <http://dx.doi.org/10.31869/rtj.v3i2.1822>

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_{max} Moment = 7,125 t.m.*

Keywords: *Rainfaal Ektrim, 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.

LITERATUR REVIEW

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).

Propil 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:

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 km², 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 (m³/dt)

q = Hujan terbesar (m³/km²/dt)

α = Koefisien pengaliran

β = Koefisien reduksi

F = Luas cathment area (km²)

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 (km²)

L1 = Sumbu Panjang (km)

L2 = Sumbu pendek ellips (km)

2. Metoda Weduwen

Metode perhitungan banjir dengan metoda Weduwen diterbitkan pertama kali pada tahun 1937. Metode tersebut sah untuk daerah seluas 100 km². Persamaannya adalah :

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

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

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

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

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

Dimana :

Q_n = debit puncak banjir (m³/dt)

α = koefisien limpasan air hujan (runoff)

β = koefisien reduksi,

q_n = debit persatuan luas (m³/dt.km²)

A = luas daerah aliran sungai (km²)

Perencanaan Sheet Pile

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

1. Investigasi geoteknik dan pengamatan langsung lapangan sebagai lokasi penelitian
2. Penyelidikan parameter tanah dengan sondir atau dengan boring
3. Ketersediaan material Konstruksi
4. Kemudahan dan Kecepatan pelaksanaan
5. Kekuatan struktur terhadap gaya dalam dan luar

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 (ϕ) lempung = 0, dan kohesi (c) = 0,5 qu (qu = kuat tekan bebas).
- Analisis didasarkan pada parameter tegangan efektif (c, ϕ) 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 (ϕ) 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.

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

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

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

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

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

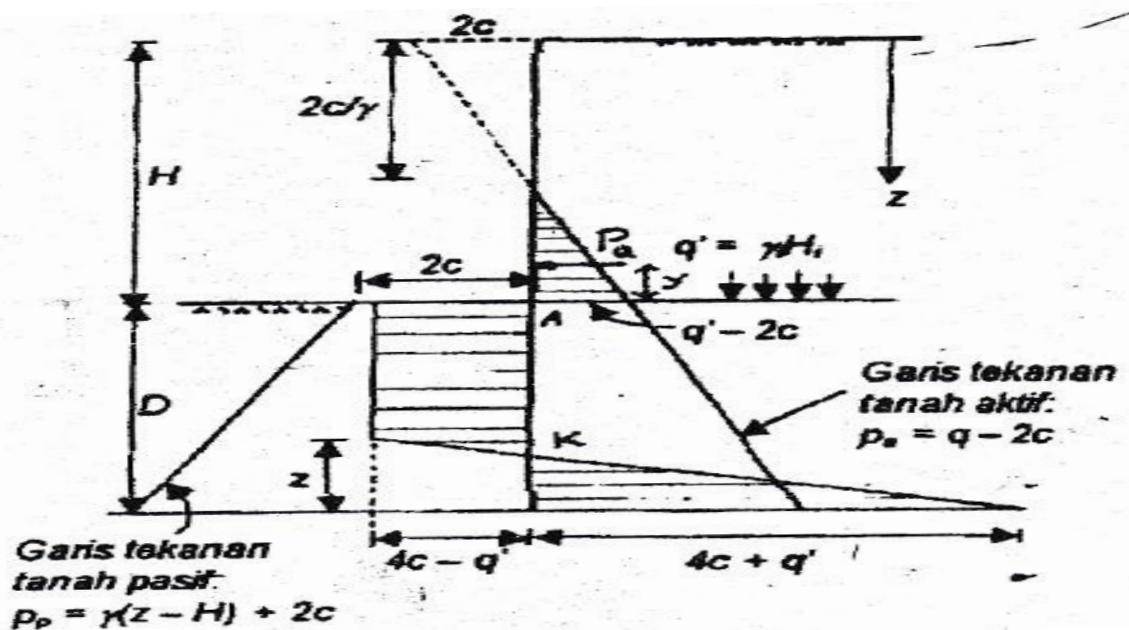
Dimana :

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

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

γ : berat Volume efektif (berat volume basah bila tanah diatasnya air tanah, dan berat volume terapan bila terendam air).

H : tinggi tanah yang berada di atas dasar galian.



Gambar.1 Diagram Tekanan Lateral Pada Dinding Turap

- Tekanan efektif merupakan tekanan overburden efektif yaitu $q' = \sum \gamma_i h_i$ (gunakan berat volume apung γ' 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

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 Limpahan, perencanaan Turap Model Sheet pile.

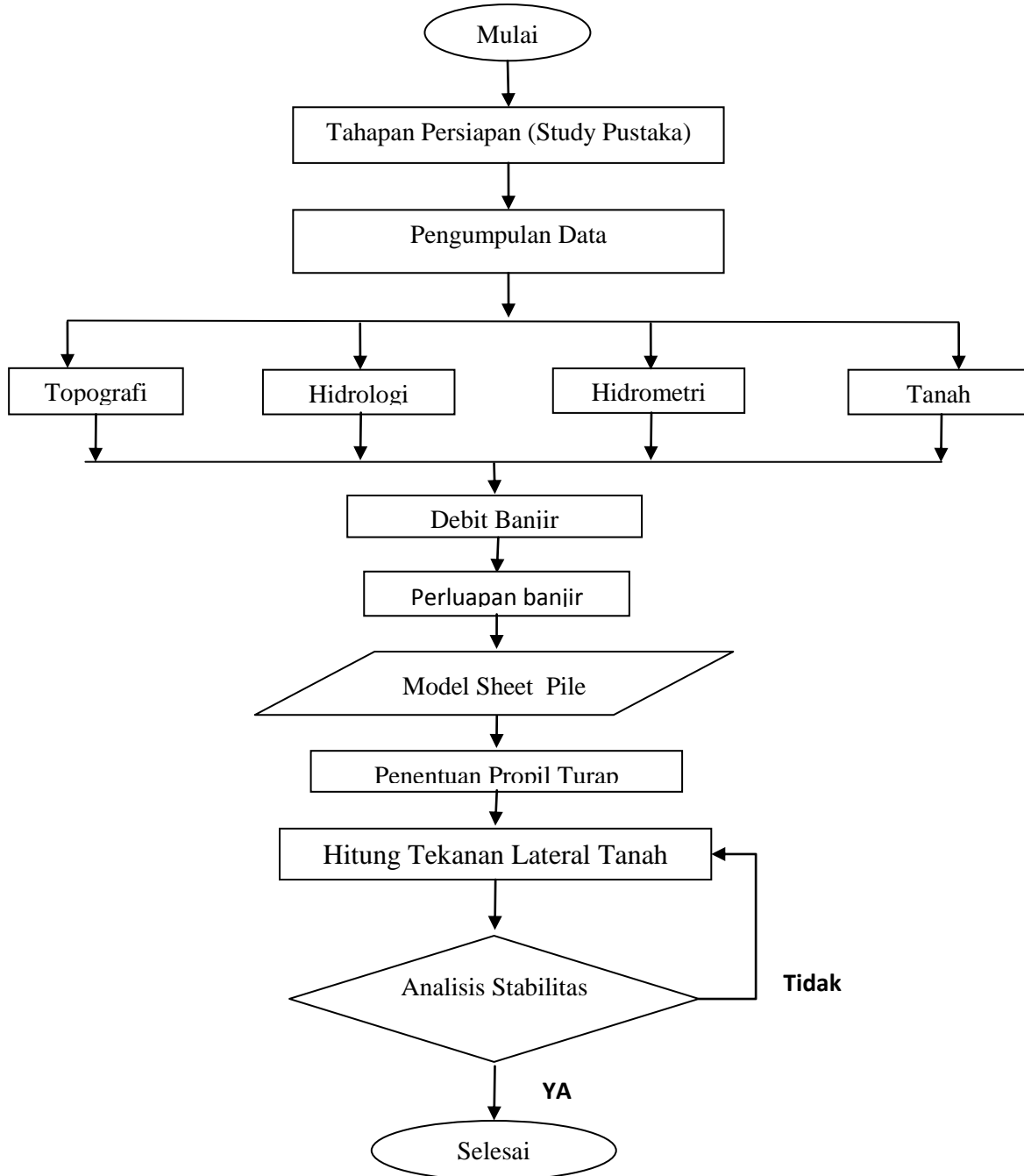
Tahapan penelitian yang baik dan teratur serta di iringi dengan bahan – bahan yang lengkap sangat di perlukan dalam suatu penelitian, supaya dalam pelaksanaannya nanti akan di dapatkan hasil yang memuaskan dan sesuai dengan yang di harapkan. Dalam penelitian ini setelah di tentukan tujuan penelitian, 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 flow chat berikut



Gambar 2. Flow Char Alur Penelitian

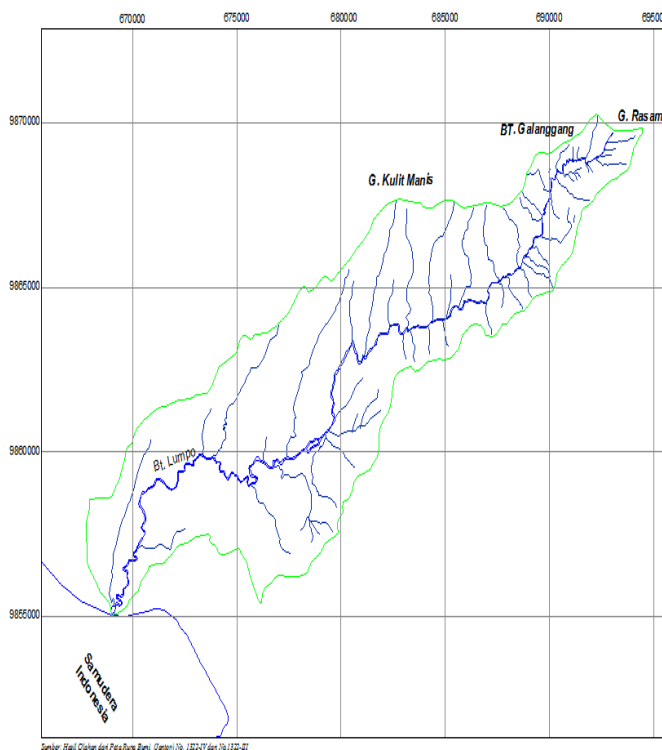
Lokasi Penelitian

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.

HASIL DAN PEMBAHASAN

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.

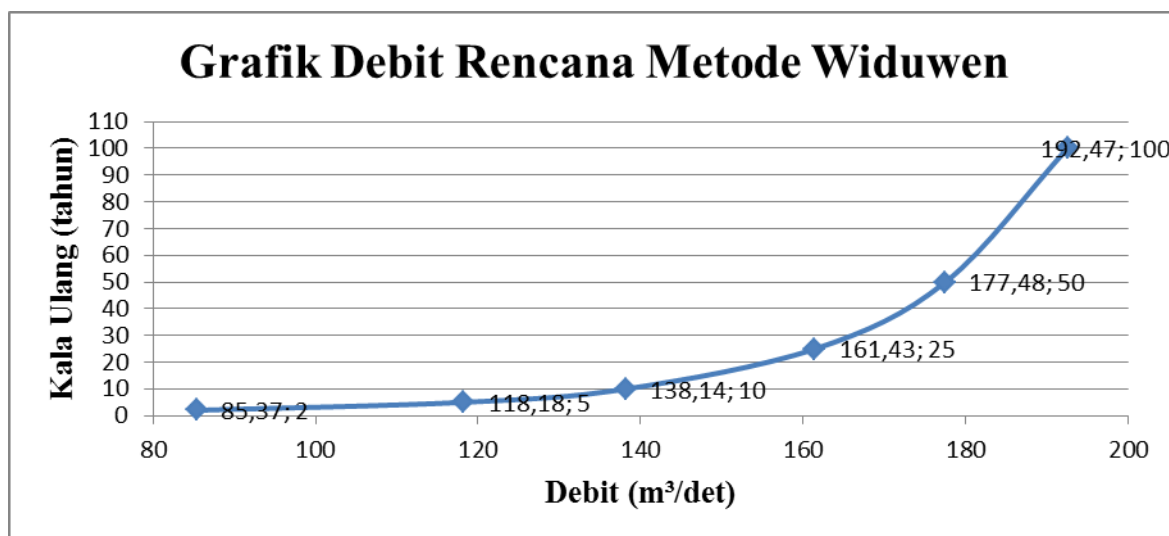


Sumber : Dinas PSDA Provinsi Sumatera Barat

Gambar 3. DAS Batang Lumpo

Tabel.1.Rekapitulasi Hasil Perhitungan DAS Batang Lumpo

| No. | DAS | Curah Hujan Rancangan (mm) | | Debit Rencana (m ³ /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

Kapasitas Tampung Sungai

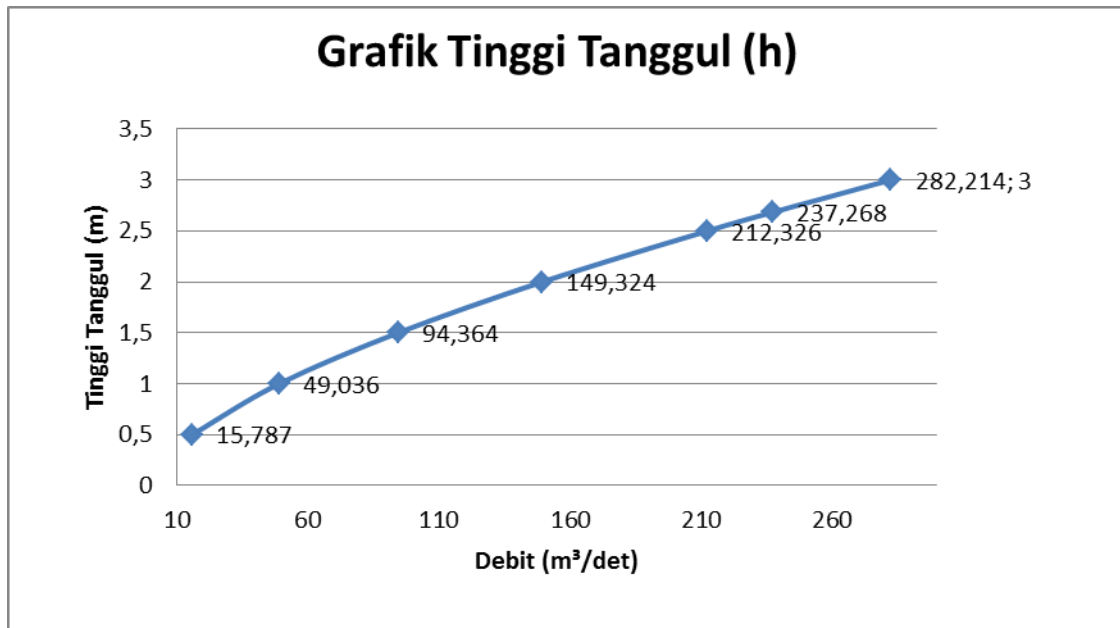
Dari debit banjir rencana yang terjadi, maka kapasitas tampungan sungai dapat dihitung dengan persamaan - persamaan aliran.

Berdasarkan penampang fisik 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 ²) | P(m) | R(m) | V(m/det) | Q(m ³ /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 | |



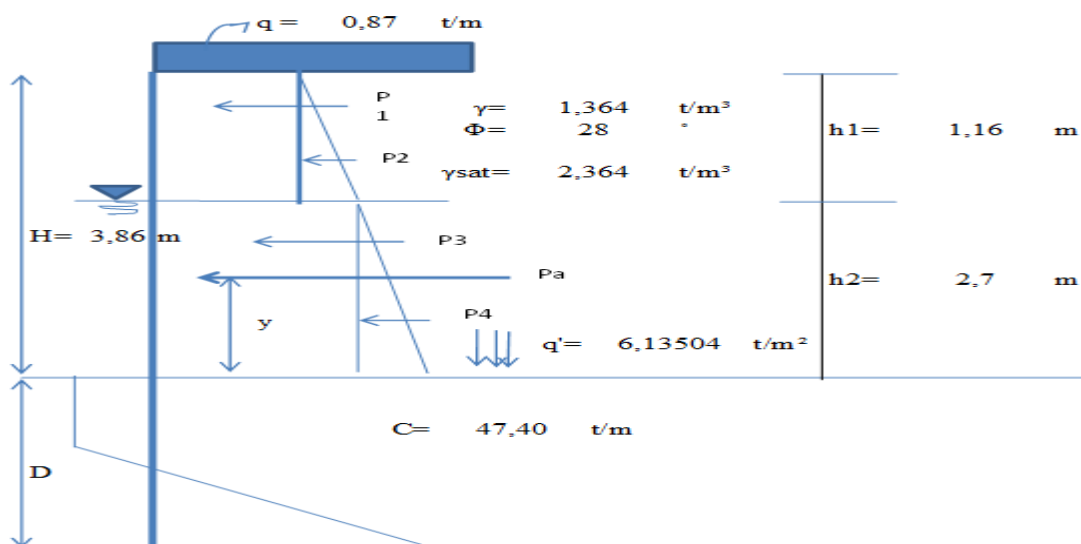
Gambar.5 Muka Air Banjir Rencana

Analisa Stabilitas Turap

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

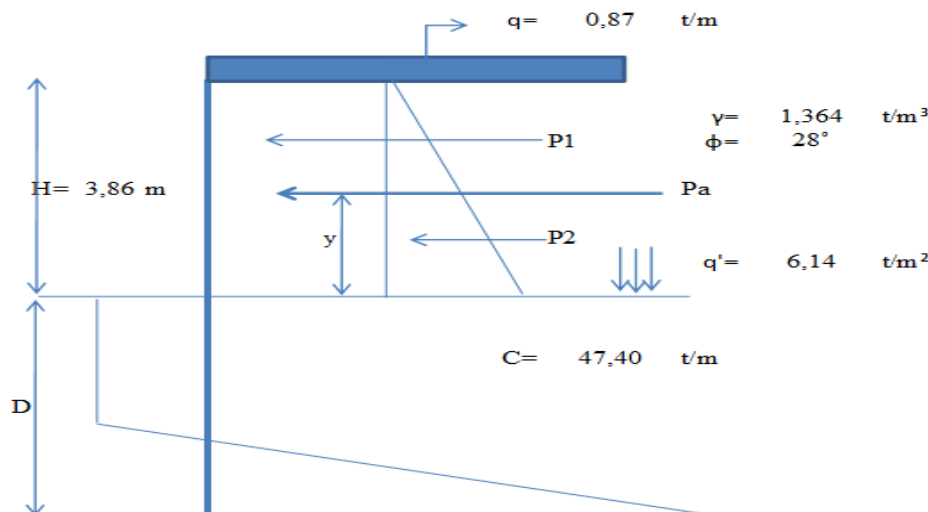
Panjang turap yang dibutuhkan = 4,14 m
 momen maksimum yang terjadi = 6,31 t.m

- a. Menghitung Panjang Turap Dalam Keadaan Banjir



b. Menghitung Nilai D dengan Keadaan Kering

diambil yang terpanjang yaitu dalam keadaan kering dengan panjang turap = 4,16 m dan



Panjang turap yang dibutuhkan = 4.16
M, Momen maksimum yang terjadi = 7.125
TM, Dari hasil analisa panjang turap maka

$M_{max} = 7,125 \text{ t.m}$ 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) | | | | |
| FSP-320 A 500 | C | 500 | 320 | 1,595 | 400 | 7,24 | 6-15 |

Sumber.PT.Jaya Sentricon Padang

PENUTUP

Simpulan

1. Dari hasil analisa data didapat Debit Rencana $Q = 100 \text{ tahun} = 237,26 \text{ m}^3/\text{dt}$ maka didapat tinggi debit $h = 2,7 \text{ m}$, Tinggi jagaan $w = 1,16 \text{ m}$ dan panjang sheet pile untuk keadaan terendam = 4,14 m dengan Momen Maksimum $M_{max} = 7,125 \text{ t.m}$ dan panjang sheet pile dalam keadaan kering = 4,16 maka di dapat type sheet pile sebagai
2. Dari hasil perencanaan dilakukan uji laboratorium setiap dalam bentuk pemodelan berdasarkan perilaku – perilaku aliran banjir, dan perilaku kelongsoran tebing
3. Perlu penelitian lanjutan dalam mencari hasil desain yang optimum

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;

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

DAFTAR PUSTAKA

- Anggraini, Dian, 2013. Perencanaan Perkuatan Tanggul Untuk Menanggulangi Longsor Di Tebing Sungai Segah Jalan Bujangga, 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.
- <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, 010. Studi Perencanaan Tanggul Di Sungai Cikeas Kabupaten Bogor Jawa Barat.
- Yulie, Rina, 2014. Studi Stabilitas Turap Beton Pada Tepi Sungai Anai Kabupaten Padang Pariaman.
- Chen, H., Lee, C.F., & Law, K.T. (2004). Causative mechanisms of rainfall-induced fill slope failures. *Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering*, 130(6), 593–602 ASCE.
- Rahardjo, H., Satyanaga, A., Leong, E.C., Ng, Y.S., Foo, M.D., & Wang, C.L. (2011). Slope failures in Singapore due to rainfall. In *Proceedings of 10th Australia New Zealand conference on geomechanics*, Brisbane.
- Strauch, A.M., Mackenzie, R.A., Giardina, C.P., & Bruland, G.L. (2017). Climate driven changes to rainfall and streamflow patterns in a model tropical island hydrological system. *Journal of Hydrology*, 523, 160–169.
- Weisberg, S. (2015). *Applied linear regression* ((3rd ed.)). Canada: Wiley-Interscience.