

PERKUATAN TEBING MENGGUNAKAN BRONJONG DI SUNGAI MANIKIN

Elshinta A. Benyamin¹ (elshinta@yahoo.com)
 I Made Udiana² (made_udiana@yahoo.com)
 Sudiyo Utomo³ (diyotomo@gmail.com)

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan: untuk mengetahui debit puncak banjir dengan kala ulang 50 tahun, dan besarnya momen yang mampu menahan stabilitas krib bronjong pada Sungai Manikin. Kemudian, akan dihitung debit banjir rencana 50 tahun menggunakan Metode Tahapan Langsung dimana didapat curah hujan rencana (Q_{50}) berdasarkan Metode Log-Pearson Type-III adalah 573,410 m³/dtk, dan hasil dari debit banjir rencana tersebut dipakai untuk perhitungan debit banjir maximum (Q_{50}) pada Potongan I-I = 1.253,300 m³/dtk, pada Potongan II-II = 1.281,300 m³/dtk dan pada Potongan III-III = 1.285,200 m³/dtk. Berdasarkan hasil perhitungan debit banjir dengan kala ulang 50 tahun yang didapat, maka dihitung stabilitas kekuatan krib bronjong terhadap debit yang terjadi, dan diadakan analisis kontrol terhadap stabilitas krib bronjong pada potongan I-I diperoleh momen tahan sebesar 67,100 ton meter dan momen guling 8,487 ton meter, besarnya gaya vertikal = 37,400 ton dan gaya horizontal = 5,004 ton. Pada potongan II-II diperoleh momen tahan sebesar 62,700 ton meter dan momen guling 8,926 ton meter. Besarnya gaya vertikal = 35,200 ton dan gaya horizontal = 5,579 ton. Pada potongan III-III diperoleh momen tahan sebesar 50,325 ton meter dan momen guling 12,621 ton meter. Besarnya gaya vertikal = 29,700 ton dan gaya horizontal = 5,513 ton.

Kata kunci : krib bronjong; perkuatan tebing; curah hujan; debit; tahapan langsung,

ABSTRACT

This research aimed at knowing flooding top discharge with re- period 50 years, to know level of moment capable to arrest, and detain stability line bronjong groyn on the Manikin Rivers. Based on the result used to calculate plan flooding discharge 50 years by using method direct phase where gotten [by] Plan Rainfall (Q_{50}) based on method Log-Pearson Type-III is 573,410 m³/dtk, and result from the plan flooding debit used for calculation flooding discharge maximum (Q_{50}) at devaluation I - I = 1,253,300 m³/dtk, at devaluation II - II = 1,281,300 m³/dtk and at devaluation III - III = 1,285,200 m³/dtk. Based on result of calculation flooding discharge with re- period 50 years got hence calculated [by] strength stability line of discharge bronjong groyn happened, and performed [a] [by] control analysis to stability of bronjong groyn at cross section I-I is obtained [by] resistant moment 67,100 ton meter and moment of rolling 8,487 ton meter, level of vertical force = 37,40, ton and horizontal style = 5,004 ton. At cross section II-II is obtained [by] resistant moment 62,700 ton meter and moment of rolling 8,926 ton meter. level of vertical force = 35,20, ton and horizontal style = 5,579 ton. At cross section III-III is obtained [by] resistant moment 50,325 ton meter and moment of rolling 12,621 ton meter. level of vertical force = 29,700 ton and horizontal style = 5,513 ton.

Key words : bronjong groyn; revetments; rain fall; discharge; direct phase

PENDAHULUAN

Sungai Manikin terdapat di Desa Tarus Kecamatan Kupang Tengah Kabupaten Kupang, berjarak 13 km dari Kota Kupang, luas DAS Manikin 136,810 Km². Secara alamiah, kondisi Sungai

¹ Jurusan Teknik Sipil, FST Undana – Kupang;

² Jurusan Teknik Sipil, FST Undana – Kupang;

³ Jurusan Teknik Sipil, FST Undana – Kupang.

Manikin telah terbentuk dengan baik namun kondisi tersebut tidak tetap karena pada musim hujan sering terjadi banjir.

Pada dasarnya bencana banjir yang terjadi tidak terlepas dari perlakuan manusia terhadap sungai dan wilayah pengaruhnya, baik yang berada di daerah hulu, tengah, maupun hilir. Meluasnya dampak banjir atau luapan air sangat dipengaruhi oleh kondisi daerah aliran sungai, terutama kondisi daerah tangkapan airnya, sedimentasi badan-badan air, dan kondisi waduk/danau sebagai penahan air.

Selain faktor manusia yang lebih dominan, terdapat faktor-faktor alam yang sifatnya kurang dominan namun turut mempengaruhi terjadinya banjir diantaranya adalah : kondisi geomorfologi, geologi, dan pasang surut air laut yang dipengaruhi oleh fenomena pemanasan global.

Banjir yang terjadi pada sungai mengakibatkan terjadi gerusan pada bagian tebing sungai. Banyak upaya telah dilakukan oleh pemerintah dalam usaha untuk meminimalkan kerusakan tebing yang terjadi, namun dengan adanya perubahan tingkat curah hujan setiap tahunnya, maka proses kerusakan tebing pun terus menerus berlangsung. Sesuai dengan peta DAS Sungai Manikin, kerusakan tebing terjadi di Sungai Manikin yang berjarak 200 meter ke arah hilir dari Jembatan Tarus, dan akan dilakukan perencanaan tebing di mana pada daerah tebing sungai sudah dilakukan perkuatan tebing dengan bronjong sedangkan sebagiannya yang belum, dan panjang daerah perencanaan 240 meter. Untuk mencegah kerusakan tebing dan meluasnya sungai akibat gerusan maka perlu dibuat penahan tebing berupa bronjong.

TINJAUAN PUSTAKA

Umum

Sebagian besar air hujan yang turun ke permukaan tanah, mengalir ke tempat-tempat yang lebih rendah dan setelah mengalami bermacam-macam perlawanan akibat gaya berat, akhirnya melimpah ke danau atau ke laut. Suatu alur yang panjang di atas permukaan bumi tempat mengalirnya air yang berasal dari hujan disebut alur sungai. Bagian yang senantiasa tersentuh aliran air ini disebut alur sungai. Dan perpaduan antara alur sungai dan aliran air di dalamnya disebut sungai. (Sosrodarsono, 1984 : 1)

Sungai adalah suatu saluran drainase yang terbentuk secara alamiah. Akan tetapi di samping fungsinya sebagai saluran drainase dan dengan adanya air yang mengalir di dalamnya, sungai menggerus tanah dasarnya secara terus-menerus sepanjang masa existensinya dan terbentuklah lembah-lembah sungai. Volume sedimen yang sangat besar yang dihasilkan dari keruntuhan tebing-tebing sungai di daerah pegunungan dan tertimbun di dasar sungai tersebut, terangkut ke hilir oleh aliran sungai. Hal ini diakibatkan karena pada daerah pegunungan kemiringan sungainya curam dan gaya tarik aliran airnya cukup besar, setelah itu gaya tariknya menjadi sangat menurun ketika mencapai dataran. Dengan demikian beban yang terdapat dalam arus sungai berangsur-angsur diendapkan. (Sosrodarsono, 1984 : 4)

Analisa Hidrologi

Kerusakan suatu daerah aliran sungai dapat dilihat dari segi keruhnya air sungai, di samping adanya indikasi berkurangnya debit air sungai pada musim kemarau dan banjir pada musim hujan.

Penentuan tingkat permulaan terjadinya kerusakan tebing agak sukar diketahui, tetapi dengan mengetahui besarnya curah hujan rata-rata setiap tahun dapat dijadikan sebagai suatu pendugaan awal akan adanya banjir yang mengakibatkan terjadinya gerusan arus sungai yang sangat besar dan dapat merusak tebing disekitar sungai. Analisis hidrologi dilakukan untuk mendapatkan debit banjir rencana, dari debit banjir rencana tersebut bisa didapatkan analisis frekuensi dari data hasil pencatatan debit banjir maksimum tahunan.

1. Curah hujan rata-rata

Curah hujan yang diperlukan untuk penyusunan suatu rancangan pemanfaatan air dan rencana pengendalian banjir adalah curah hujan rata-rata di seluruh daerah yang bersangkutan, bukan curah hujan pada suatu titik tertentu. Curah hujan ini disebut curah hujan wilayah atau daerah dan dinyatakan dalam satuan mm. Cara perhitungan curah hujan rata-rata pada suatu daerah pengamatan adalah sebagai berikut :

- a. Cara Rata - Rata Aljabar
- b. Cara Poligon Thiessen
- c. Cara Isohyet

2. Distribusi curah hujan dalam suatu jangka waktu tertentu

Distribusi curah hujan berbeda – beda sesuai dengan jumlah waktu yang ditinjau yakni curah hujan tahunan, curah hujan bulanan, curah hujan harian dan curah hujan perjam. Harga atau nilai yang diperoleh dari curah hujan sesuai dengan waktu tersebut, dapat digunakan untuk menentukan prospek bangunan yang berhubungan dengan air.(Sosrodarsono,1984 : 7)

Curah Hujan Rencana

Curah hujan rencana adalah curah hujan terbesar tahunan dengan suatu kemungkinan tertentu, atau bagian hujan dengan suatu kemungkinan periode ulang tertentu. Metode analisis hujan rancangan tersebut pemilihannya sangat bergantung dari kesesuaian parameter statistik dari data yang bersangkutan, atau dipilih berdasarkan pertimbangan teknis lainnya seperti luas daerah pengaruh dan lain sebagainya. Metode perhitungan curah hujan rencana yang di pakai adalah sebagai berikut :

1. Metode Gumbel Tipe I

Menurut Soewarno (1995) tujuan dalam analisa distribusi adalah menentukan periode ulang (*return period*). Distribusi Gumbel umumnya digunakan untuk analisis data maksimum.

Gumbel memberikan persamaan untuk menghitung nilai kala ulang yang dinyatakan dalam rumus sebagai berikut.(Soewarno,1995 : 116)

$$X = \bar{X} + K \cdot S \quad (1)$$

$$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{n}$$

$$S_{x_1} = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{(n-1)}} \quad (2)$$

$$S_{x_2} = \sqrt{\frac{\sum (X_i)^2 - \bar{X} (\sum X_i)}{(n-1)}} \quad (3)$$

$$K = \frac{(Y_t - Y_n)}{S_n} \quad (4)$$

Dimana :

X = curah hujan nilai variat yang diharapkan terjadi (mm)

$\bar{X}$ = curah hujan rata – rata hitung variat (mm)

S = standar deviasi yaitu S_{x_1} atau S_{x_2}

K = faktor frekuensi

X_i = data curah hujan (mm)

n = jumlah data

Y_t = nilai reduksi variat

Y_n = nilai rata – rata dari reduksi variat tergantung dari jumlah data

S_n = standar deviasi dari reduksi variat tergantung dari jumlah data

2. Metode Log Pearson Tipe III

Tahapan untuk menghitung curah hujan rancangan metode distribusi Log Pearson Type III adalah sebagai berikut. (Soemarto, 1986 : 243) :

- a. Ubahlah data debit banjir tahunan sebanyak n buah $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$ menjadi $\text{Log } X_1, \text{Log } X_2, \text{Log } X_3, \dots, \text{Log } X_n$

Hitung harga rata-ratanya dengan rumus berikut ini:

$$\overline{\text{Log}X} = \frac{\sum_{i=1}^n \text{Log}X_i}{n} \quad (6)$$

Hitung harga standard deviasinya dengan rumus berikut ini:

$$s_1 = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\text{Log}X_i - \overline{\text{Log}X})^2}{n-1}} \quad (7)$$

Hitung koefisien kemencengan dengan rumus berikut ini:

$$Cs = \frac{\sum_{i=1}^n (\text{Log}X_i - \overline{\text{Log}X})^3}{(n-1) \cdot (n-2) \cdot s_1^3} \quad (8)$$

- b. Hitung logaritma debit dengan waktu balik yang dikehendaki dengan rumus berikut ini:

$$\text{Log } Q = \overline{\text{Log}X} + G \cdot s_1 \quad (9)$$

$$G = \frac{(Y_t - Y_n)}{S_n} \quad (10)$$

- c. Cari antilog dari $\text{log } Q$ untuk mendapatkan debit banjir dengan waktu balik yang dikehendaki Q_T .

Dimana :

$\overline{\text{Log}X}$ = rata-rata logaritma dari hujan maksimum tahunan

$\text{Log } X_i$ = jumlah logaritma dari hujan maksimum tahunan

n = jumlah data

s_1 = standard deviasi

Cs = koefisien kemencengan

$\text{Log } Q$ = logaritma debit

G = faktor probabilitas

Y_t = nilai reduksi variat

Y_n = nilai rata – rata dari reduksi variat tergantung dari jumlah data

S_n = standar deviasi dari reduksi variat tergantung dari jumlah data

Q_T = antilog dari $\text{Log } Q$ untuk mendapatkan debit banjir

Uji Kecocokan

Pengujian validasi data dimaksudkan untuk menentukan kecocokan distribusi frekwensi dari sampel data terhadap fungsi distribusi teoritis yang mana diperkirakan dapat menggambarkan atau mewakili suatu hipotesa. Dalam pengujian ini akan diperoleh kebenaran antara hasil pengamatan dengan model distribusi yang diharapkan atau diperoleh secara teoritis dan apakah hipotesa tersebut dapat diterima atau ditolak. Dalam penulisan ini digunakan metode Chi Kuadrat dan metode Smirnov-Kolmogorof .

1. Uji Chi Kuadrat

Menurut Soewarno (1995) Uji kecocokan Chi-kuadrat dimaksudkan untuk menentukan apakah persamaan distribusi yang telah dipilih dapat mewakili distribusi statistik sampel data yang dianalisis.

2. Uji Smirnov - Kolmogorov

Menurut Soewarno (1995) uji kecocokan Smirnov-Kolmogorov sering disebut juga uji kecocokan parametrik, karena pengujiannya tidak menggunakan fungsi distribusi tertentu.

Menghitung Debit Banjir Rencana

Berdasarkan data curah hujan dan luas daerah penelitian, maka untuk melakukan perhitungan besarnya debit yang ada pada sungai manikin dihitung dengan menggunakan rumus tahapan langsung. (Anggrahini, 2005 : 270)

Kedalaman aliran, h (*depth of flow*) : adalah jarak vertikal dari titik yang terendah dari penampang saluran sampai ke permukaan air. Dalam banyak hal istilah ini sering dicampuradukkan dengan pemakaian istilah kedalaman penampang aliran d (*depth of flow section*), yang merupakan kedalaman aliran yang diukur tegak lurus pada arah aliran atau pada dasar saluran bila alirannya seragam. Bila kemiringan dasar saluran adalah θ maka hubungan antara kedalaman aliran dan kedalaman penampang aliran adalah (Anggrahini, 2005 : 15) :

$$h = \frac{d}{\cos \theta} \quad (11)$$

Apabila θ kecil sekali maka $h = d$. Hanya pada saluran dengan kemiringan besar terdapat perbedaan yang cukup berarti antara besarnya h dan d .

Waktu Konsentrasi

Waktu konsentrasi aliran (t_c) adalah waktu yang dibutuhkan untuk hujan yang jatuh di hampir seluruh daerah tangkapan untuk dapat mengalir, sehingga seluruh aliran daerah tangkapan mengalir pada suatu titik yang ditinjau atau waktu yang dibutuhkan oleh air yang jatuh pada titik terjauh ke titik yang ditinjau. Waktu konsentrasi dihitung dengan menggunakan rumus Kirpich yaitu sebagai berikut (Ibnu Kasiro, 1994 : 4.20):

$$t_c = \frac{0.945 \cdot L^{1.156}}{D^{0.385}} \quad (12)$$

Dimana :

t_c = waktu konsentrasi (jam)

L = Panjang sungai utama (km).

D = perbedaan tinggi antara alur tertinggi dengan lokasi (m).

Intensitas Hujan

Intensitas curah hujan adalah curah hujan jangka pendek yang dinyatakan dalam intensitas perjam (mm/jam). Intensitas curah hujan digunakan untuk menghitung besarnya debit banjir rencana dalam merencanakan teknis bangunan air. Untuk menentukan intensitas curah hujan digunakan rumus Dr. Mononobe. (Suripin, 2003 : 68)

$$I = \frac{R_T}{24} \cdot \left(\frac{24}{t_c} \right)^{\frac{2}{3}} \quad (13)$$

Dimana :

I = Intensitas hujan selama waktu konsentrasi t_c (mm/jam)

R_T = Curah hujan dengan kala ulang t tahun (mm)

t_c = Waktu konsentrasi (jam)

Koefisien Pengaliran

Koefisien pengaliran adalah suatu faktor koreksi yang sangat dipengaruhi oleh kondisi dan situasi daerah tangkapan hujan seperti kemiringan kondisi vegetasi dan lain-lain. Koefisien pengaliran dihitung dengan memperhatikan faktor iklim dan fisiografi yaitu dengan menjumlahkan beberapa koefisien sebagai berikut (Ibnu Kasiro, 1994 : 4.23):

$$C = C_p + C_t + C_o + C_s + C_c \quad (14)$$

Dimana :

C_p = komponen C disebabkan oleh hujan bervariasi

C_t = komponen C disebabkan oleh keadaan topografi

C_o = komponen C disebabkan tumpukan permukaan

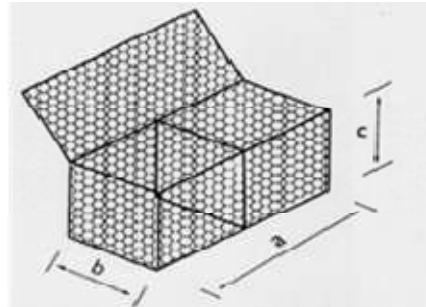
C_s = komponen C yang disebabkan oleh infiltrasi

C_c = komponen C yang disebabkan oleh penutup lahan

Bronjong Kawat

Bronjong kawat adalah kotak yang terbuat dari anyaman kawat baja berlapis seng yang pada penggunaannya diisi batu-batu untuk pencegah erosi yang dipasang pada tebing-tebing, tepi-tepi sungai, yang proses penganyamannya menggunakan mesin. Syarat bahan baku mengacu pada SNI 03-6154-1999 tentang kawat bronjong. Sifat tampak bronjong kawat harus kokoh, bentuk anyaman heksagonal dengan lilitan ganda dan berjarak maksimum 40 mm serta harus simetri. Lilitan harus erat, tidak terjadi kerenggangan hubungan antara kawat sisi dan kawat anyaman dililit minimum tiga (3) kali sehingga kawat mampu menahan beban dari segala jurusan.

Bronjong berbentuk persegi yang terbuat dari anyaman kawat baja berlapis seng yang pada penggunaannya diisi batu-batu untuk pencegah erosi yang dipasang pada tebing-tebing, tepi-tepi sungai, yang proses penganyamannya menggunakan mesin.



Gambar 2.4 Penampang Bronjong Kawat

Stabilitas Krib Bronjong

Bronjong adalah bangunan yang dibuat mulai dari tebing sungai ke arah tengah guna mengatur arus sungai dengan tujuan untuk mengatur arah alur sungai, mengurangi kecepatan arus sungai sepanjang tebing sungai, dan menjamin keamanan tanggul atau tebing sungai terhadap gerusan. (Sosrodarsono, 1984 : 173)

METODE PENELITIAN

Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di bagian hilir sungai Manikin yang berjarak ± 200 meter ke arah hilir dari Jembatan Tarus Kabupaten Kupang Tengah. Penelitian ini dilakukan pada awal bulan April sampai dengan akhir bulan Juni 2008.

Objek Penelitian

Objek yang ditinjau dalam penelitian ini adalah stabilitas krib bronjong sebagai perkuatan tebing. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder.

Data sekunder adalah data yang telah diolah. Data ini diperoleh melalui studi kepustakaan dari sumber seperti Dinas Pemukiman dan Prasarana Wilayah (KIMPRASWIL) Satuan Kerja SNVT Irigasi Daerah Perbatasan (IDP) Timor Barat - NTT, hasil pencatatan dari beberapa stasiun BMG dan Klimatologi, serta instansi terkait lainnya berupa peta lokasi Daerah Aliran Sungai (DAS).

Teknik Pengumpulan Data:

Teknik pengumpulan data dilakukan dengan cara :

1. Teknik Observasi
2. Teknik Dokumentasi

Teknik Analisa Data

Teknik analisa data dalam penelitian ini adalah :

1. Data Curah hujan
2. Curah hujan rerata maksimum dengan metode rata-rata aljabar
3. Curah hujan rencana maksimum dengan Metode Gumbel I dan Log Pearson III.
4. Pengujian terhadap analisa curah hujan rencana dengan Metode Uji Kecocokan Chi-kuadrat dan Smirnov-Kolmogorov.
5. Menghitung Q_{50} dengan Metode Tahapan Langsung
6. Analisis Stabilitas Krib Bronjong

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perhitungan Curah Hujan Rencana dengan Periode Ulang

1. Perhitungan Curah Hujan Rerata Daerah

Hujan yang terdapat pada suatu stasiun hujan bukanlah hujan daerah, tetapi merupakan hujan yang terjadi pada suatu titik. Untuk menentukan besarnya hujan daerah didasarkan dari beberapa stasiun hujan, dengan cara pendekatan-pendekatan. Salah satu pendekatan tersebut adalah dengan Metode Tinggi Rata-Rata Aljabar.

Data hujan yang terkumpul adalah data hujan harian dari tahun 1996- 2005 dari 3 (Tiga) stasiun hujan di sekitar lokasi studi yaitu stasiun hujan El Tari, stasiun hujan Tarus dan stasiun hujan Baun. Data hujan harian dari tahun 1996 – 2005 untuk masing-masing stasiun yang telah direkapitulasi menjadi data hujan bulanan misalnya pada stasiun El Tari bulan Januari 1996 = 253,000 mm. Hasil perhitungannya pada Tabel 4.1 di bawah ini:

Tabel 4.1 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Curah Hujan Rerata Daerah

No.	Tahun	Bulan (mm)											
		Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agust	Sep	Okt	Nop	Des
1	1996	244,33	358,67	184,33	104,00	5,00	3,50	0,00	2,17	0,00	1,00	26,00	208,33
2	1997	339,33	621,67	201,00	18,33	1,50	13,17	5,33	0,33	0,00	0,50	81,83	338,17
3	1998	479,37	298,87	120,50	86,33	32,83	1,00	26,67	0,00	1,00	58,00	228,50	256,33
4	1999	417,33	643,17	584,00	122,33	0,00	0,00	0,00	3,33	0,00	32,00	232,00	195,00
5	2000	568,83	496,00	319,33	152,50	137,33	15,67	0,00	0,00	0,00	12,67	203,50	133,00
6	2001	361,67	272,00	319,33	79,33	8,00	17,00	6,33	0,00	3,33	11,33	148,33	309,67
7	2002	190,17	483,33	158,53	62,33	0,00	0,00	1,67	0,33	36,17	0,00	87,93	106,17
8	2003	271,67	559,50	287,00	20,67	0,67	18,67	6,33	0,00	10,67	98,00	158,33	857,67
9	2004	91,00	439,80	286,67	6,00	52,50	0,67	0,00	0,67	0,00	20,73	87,00	335,53
10	2005	213,50	295,17	232,33	27,33	29,33	0,33	0,67	1,33	0,67	15,67	61,67	368,83
Rerata		317,72	446,82	269,30	67,92	26,72	7,00	4,70	0,72	5,18	24,99	131,51	310,87

2. Perhitungan Curah Hujan Rencana Dengan Menggunakan Metode Gumbel Type 1

Data curah hujan yang diperoleh berupa data curah hujan harian untuk daerah Sungai Manikin – Desa Tarus didapat dari stasiun curah Hujan Tarus, stasiun curah hujan Penfui, dan stasiun curah hujan Baun. Data-data tersebut dihitung dengan menggunakan Metode Gumbel Type 1. Dimana diambil nilai curah hujan maksimum harian setiap bulan untuk setiap tahun dan mendapatkan nilai hujan rencana untuk daerah Sungai Manikin dengan periode ulang 10 tahun dengan periode pengamatan yang diambil adalah antara tahun 1996-2005. Yang selanjutnya dipakai sebagai dasar dalam perencanaan perkuatan tebing di Sungai manikin.

Rekapitulasi data hujan harian maksimum tahun 1996-2005 untuk masing-masing stasiun dapat dilihat pada tabel 4.2

Tabel 4.2 Rekapitulasi Data Hujan Harian Maksimum

No.	Tahun	Stasiun Hujan (mm)		
		Sta. El Tari	Sta. Tarus	Sta. Baun
1	1996	126,00	154,00	74,00
2	1997	111,00	80,00	120,00
3	1998	198,00	56,30	145,00
4	1999	190,00	265,00	115,00
5	2000	164,00	118,00	115,00
6	2001	160,00	87,00	124,00
7	2002	115,00	76,00	60,00
8	2003	195,00	160,00	115,00
9	2004	133,00	80,60	71,50
10	2005	125,00	71,50	85,00

Tabel 4.3 Rekapitulasi Hujan Rencana Metode Gumbel I dan Log Pearson III

No	Kala Ulang (tahun)	Curah Hujan Maksimum Rancangan (mm)	
		Gumbel I (mm)	Log Pearson III (mm)
(1)	(2)	(3)	(4)
1	2	118,619	121,562
2	5	157,173	146,629
3	10	182,695	166,448
4	25	214,953	192,015
5	50	238,880	211,550

Dari hasil perhitungan curah hujan rencana maksimum, maka curah hujan rencana maksimum untuk 10 tahun mendatang diambil nilai terbesar yakni $X_{10} = 182,695$ mm berdasarkan perhitungan Metode Gumbel Tipe I.

Uji Kecocokan

1. Uji Chi-Square
2. Uji Smirnov-Kolmogorov

Perbandingan Hasil Uji Kecocokan Distribusi Log Person Type III dan Distribusi Gumbel Type I Perbandingan hasil uji kecocokan distribusi Log Person Type III dan Distribusi Gumbel Type I. Dari hasil perhitungan uji kecocokan dengan Metode Chi-Square dan Metode Smirnov-Kolmogorov pada Metode Gumbel Type I dan Metode Log Person Type III dapat disimpulkan metode yang dapat dipakai dalam perhitungan selanjutnya adalah metode dengan hasil pengujian yang terkecil yaitu metode Log Pearson Type III.

Menghitung Debit Banjir Rencana Maksimum

Berdasarkan data curah hujan dan luas daerah penelitian, maka untuk melakukan perhitungan besarnya debit yang ada pada Sungai Manikin dihitung dengan menggunakan Metode Tahapan Langsung

Setelah data intensitas hujan (mm/jam), koefisien pengaliran (run off coefficient) dan luas Tabel 4.4 adalah rakap hasil perhitungan Curah hujan maksimum rancangan dan analisa banjir rencana maximum dengan menggunakan metode Gumbel Type I dan Log Pearson Type III.

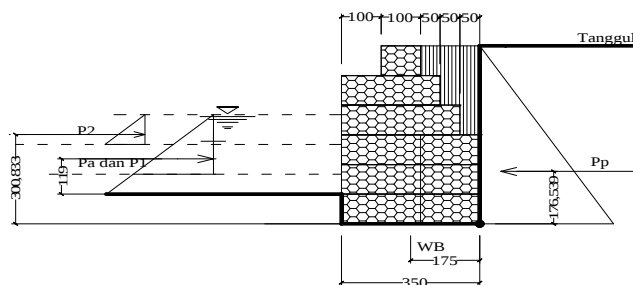
Table 4.4 Rekapitulasi Metode Gumbel I & Log Pearson III

T (Tahun)	Curah Hujan Maksimum Rancangan		Debit Banjir Rencana Maximum	
	Log Pearson Type III	Gumbel	Tahapan Langsung - Log Pearson Type III	Tahapan Langsung - Gumbel
2	118,62	121,56	284,734	291,800
5	157,17	146,63	377,279	351,969
10	182,70	166,45	438,544	399,544
25	214,95	192,01	515,976	460,915
50	238,88	211,55	573,410	507,806

Berdasarkan rekapitulasi perhitungan pada Tabel 4.10 diatas dengan pertimbangan keamanan, ekonomis dan kondisi lapangan diperoleh debit banjir rencana. Debit banjir rencana dengan menggunakan perhitungan curah hujan maksimum metode Tahapan Langsung-Log Paerson Type III dan analisa debit metode Tahapan Langsung dengan kala ulang 50 Tahun. Besarnya debit banjir rencana yang didapat adalah $(Q_{50}) = 573,41 \text{ m}^3/\text{dtk}$.

Analisis Stabilitas Krib Bronjong

Gaya-gaya yang bekerja :



Gambar. 4.4 Krib Bronjong Dan Gaya-Gaya yang Bekerja

Kontrol Stabilitas Krib Bronjong

Tabel 4.5 Stabilitas Bronjong

Gaya Yang Bekerja	Besar Gaya		Lengan (m)	Momen (ton.m)	
	Vertikal	Horisontal		Tahan	Guling
Berat Bronjong	37,400		1,794	67,100	
P1		2,771	1,19		3,298
P2		0,952	3,008		2,862
Pa		1,955	1,19		2,327
Pp		-0,674	1,765	1,189	
Total	37,400	5,004		68,289	8,487

$$Pp = \frac{1}{2} \times ds \times \gamma_{dry} \times Kp \times \lambda$$

Berdasarkan hasil perhitungan, momen yang terjadi dapat menahan stabilitas krib bronjong pada sungai manikin terhadap guling, eksentrisitas, daya dukung tanah dan geser.

Tabel 4.6 Kontrol Stabilitas Bronjong Potongan I - I

Gaya Yang Bekerja	Besar Gaya		Lengan	Momen (ton.m)	
	Vertikal	Horisontal	(m)	Tahan	Guling
Berat Bronjong	37,400		1,794	67,100	
P1		2,771	1,19		3,298
P2		0,952	3,008		2,862
Pa		1,955	1,19		2,327
Pp		-0,674	1,765	1,189	
Total	37,400	5,004		68,289	8,487

Sumber :Hasil Perhitungan 2009

Tabel 4.7 Kontrol Stabilitas Bronjong Potongan II - II

Gaya Yang Bekerja	Besar Gaya		Lengan	Momen (ton.m)	
	Vertikal	Horisontal	(m)	Tahan	Guling
Berat Bronjong	35,200		1,781	62,700	
P1		2,769	1,190		3,295
P2		0,908	3,010		2,733
Pa		2,436	1,190		2,899
Pp		-0,533	1,667	0,889	
Total	35,200	5,579		63,589	8,926

Sumber :Hasil Perhitungan 2009

Tabel 4.8 Kontrol Stabilitas Bronjong Potongan III - III

Gaya Yang Bekerja	Besar Gaya		Lengan	Momen (ton.m)	
	Vertikal	Horisontal	(m)	Tahan	Guling
Berat Bronjong	29,700		1,694	50,325	
P1		2,907	1,910		5,552
P2		0,998	3,008		3,002
Pa		2,130	1,910		4,068
Pp		-0,522	1,330	0,694	
Total	29,700	5,513		51,019	12,621

Sumber :Hasil Perhitungan 2009

Tabel 4.9 Kontrol Terhadap Guling

Potongan	SF	Teg.izin	Keterangan
I – I	5,36	1,5	SF > σ Ok
II – II	5,00	1,5	SF > σ Ok
III – III	4,39	1,5	SF > σ Ok

Sumber :Hasil Perhitungan 2009

Tabel 4.10 Kontrol Terhadap Eksentrisitas

Potongan	B (m)	B/2 (m)	B/6 (m)	X (m)	e
I - I	3,5	1,75	0,58	3,01	0,74
II - II	3,5	1,75	0,58	3,06	0,14
III - III	3,5	1,75	0,58	3,07	0,15

Sumber :Hasil Perhitungan 2009

Tabel 4.11 Kontrol Terhadap Daya Dukung Tanah

Potongan	γ t/m ³	Φ °	Φ' °	c t/m ²	c' t/m ²	Nc t/m ²	Ng t/m ²	FK	Df t/m ²	q t/m ²	qult t/m ²	B meter	qad t/m ²
I - I	1,50	0,65	0,43	0,4	4,30	8,02	1	3	1	1,50	27,18	3,5	15,53
II - II	1,36	0,16	0,43	0,4	4,30	8,02	1	3	1	1,50	28,93	3,5	16,53
III - III	1,31	0,80	0,43	0,4	4,30	8,02	1	3	1	1,50	28,93	3,5	16,53

Sumber :Hasil Perhitungan 2009

Tabel 4.12 Kontrol Tegangan Tanah yang terjadi

Potongan	σ_{max}	σ_{min}	Keterangan
I - I	13,452	15,529	$\sigma_{max} > \sigma_{min}$ Ok
II - II	12,942	16,530	$\sigma_{max} > \sigma_{min}$ Ok
III - III	11,744	16,530	$\sigma_{max} > \sigma_{min}$ Ok

Sumber :Hasil Perhitungan 2009

Tabel 4.13 Kontrol Terhadap Gaya geser

Penampang	SF	Teg.izin	Keterangan
I - I	2,062	1,5	SF > σ Ok
II - II	3,865	1,5	SF > σ Ok
III - III	3,950	1,5	SF > σ Ok

Sumber :Hasil Perhitungan 2009

KESIMPULAN

- Berdasarkan perhitungan dengan Metode Tahapan Langsung untuk kala ulang 50 tahun diperoleh debit Q_{50} pada potongan I - I = 1.253,300 m³/dtk, Q_{50} pada potongan II - II = 1.281,300 m³/dtk, dan Q_{50} pada potongan III - III = 1.285,200 m³/dtk pada Sungai Manikin.
- Berdasarkan debit kala ulang banjir yang didapat maka dihitung stabilitas kekuatan bronjong, terhadap debit banjir yang terjadi, dan diadakan analisis kontrol terhadap stabilitas krib bronjong pada potongan I-I diperoleh momen tahan sebesar 67,100 ton meter dan momen guling 8,487 ton meter, serta besarnya gaya vertikal = 37,400 ton dan gaya horizontal = 5,004 ton, pada potongan II-II diperoleh momen tahan sebesar 62,700 ton meter dan momen guling 8,926 ton meter, serta besarnya gaya vertikal = 35,200 ton dan gaya horizontal = 5,579 ton, pada potongan III-III diperoleh momen tahan sebesar 50,325 ton meter dan momen guling 12,621 ton meter, serta besarnya gaya vertikal = 29,700 ton dan gaya horizontal = 5,513 ton, mampu untuk menahan terhadap guling, eksentrisitas, daya dukung tanah dan terhadap geser.

SARAN

1. Untuk Instansi terkait dalam hal ini Dinas Pekerjaan Umum yang membidangi Balai Wilayah Sungai Nusa Tenggara II Propinsi NTT, dapat menggunakan dimensi bronjong ini sebagai acuan dalam perencanaan perkuatan tebing pada Sungai Manikin yang berada disekitar jembatan Manikin.
2. Untuk peneliti-peneliti selanjutnya dapat menganalisa perkuatan tebing di Sungai Manikin dengan melihat pada kondisi tanah setempat.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggrahini. 2005. *Hidrolika Saluran Terbuka*, Surabaya.
- Chay Asdak. 2004. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*, Gadjah Mada University Press Cetakan Ketiga (revisi), Yogyakarta.
- Ibnu Kasiro, dkk. 1994. *Pedoman Membuat Desain Embung Kecil untuk Daerah Semi Kering di Indonesia*, Mediatama Saptakarya, Bandung.
- Petrus, G. Bay. 2002. *Perencanaan Bangunan Pengendali Sedimen Pada Sungai Manikin di Kabupaten Kupang*, Undana, Kupang.
- Sosrodarsono, dkk. 1984. *Perbaikan dan Pengaturan Sungai*, Jakarta
- Suripin, M, Eng. 2003. *Sistem Drainase Perkotaan Yang Berkelanjutan*, Semarang.
- Soewarno. 1995. *Hidrologi Jilid 1*, Nova, Bandung.
- Soemarto,C.D. 1986. *Hidrologi Teknik*, Usaha Nasional, Surabaya.