

## Tinjauan Bangunan Pengendali Sedimen Sungai Taler Kabupaten Minahasa

La'la Monica<sup>1</sup>, Olivia M. Tumurang<sup>2</sup>, Liany Amelia Hendratta<sup>3</sup>

Program Studi S1 Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sam Ratulangi, Manado <sup>1,2,3</sup>  
E-mail: lala.monica@unsrat.ac.id

### Abstrak

Banjir pada musim penghujan dan proses sedimentasi yang terjadi pada Sungai Taler sebagai salah satu inlet danau Tondano berdampak negatif bagi kelestarian danau. Selain itu, kondisi ini dapat menghambat aktivitas pertanian daerah sekitar sungai Taler yang berelevasi rendah serta pengembangan pariwisata danau. Penelitian ini dilakukan sebagai upaya preventif untuk pengelolaan danau Tondano terutama berkaitan dengan masalah pendangkalan. Tahapan penelitian diawali dengan pengumpulan data-data primer dan sekunder. Analisis dilakukan untuk mendapatkan debit banjir dengan aplikasi HEC-HMS dan konsentrasi sedimen terlarut melalui pemeriksaan laboratorium sampel air bersedimen. Berdasarkan hasil analisis tersebut, rekomendasi bangunan pengendali sedimen checkdam sebagai bentuk upaya konservasi mekanik merupakan pilihan yang efektif dalam penanganan masalah sedimentasi di sungai Taler. Debit banjir rencana yang digunakan dalam desain adalah banjir pada kala ulang 25 Tahun ( $Q_{25}$ ) dengan peningkatan 8% akibat pengaruh perubahan iklim menjadi sebesar  $48.49 \text{ m}^3/\text{detik}$ . Desain checkdam direncanakan dengan dimensi lebar dasar peluap 2.9 m, tinggi bendung utama 5 m, lebar mercu 2 m, kemiringan tubuh bendung ( $m$ ) = 1, lebar mercu sub bendung 1.5 m, tebal kolam olak 0.9, tinggi efektif bendung 4.1 m, panjang kolam olak 8 m, tinggi ambang sub bendung 1.1 m yang mampu menahan Momen Guling dan Momen Geser sesuai standar Desain Bangunan Penahan Sedimen.

**Kata Kunci:** Aliran bersedimen, Bangunan penahan sedimen, Banjir, Sungai Taler.

### Abstract

Floods during the rainy season and the sedimentation process that occurs in the Taler River as one of the inlets of Lake Tondano have a negative impact on the sustainability of the lake. As a consequence, this condition affected the agricultural activities in areas around the low elevation of Taler River as well as the development of lake tourism. This research was carried out as a preventive measure for the management of Lake Tondano, especially regarding the problem of lake shallowing. This research started with collecting primary and secondary data. Analysis was carried out to obtain flood discharge using the HEC-HMS application and dissolved sediment concentration through laboratory examination of sedimented water samples. Based on these results analysis, the recommendation for sediment control building, i.e., check dam as a form of mechanical conservation effort, is an effective option in handling sedimentation problems in Taler River. A discharge of about  $48.49 \text{ m}^3/\text{sec}$  as the 25-year design-flood-discharge ( $Q_{25}$ ) with an increase of 8% due to the effect of climate change is used to design the check dam. The check dam is designed with the dimension of overflow base is 2.9 m in width, main weir is 5 m in height, lighthouse is 2 m in width, slope of the weir body ( $m$ ) = 1, sub-weir width is 1.5 m, stilling pool thickness is 0.9, effective height of the weir is 4.1 m, length stilling pool is 8 m, sub-weir threshold height is 1.1 m which is able to withstand Overturning and Shear Moments according to Sediment Retaining Building Design standards.

**Keywords:** Sediment-laden- flow, sediment control building, flood, Taler River.

## 1. PENDAHULUAN

Sungai Taler merupakan salah satu dari 9 sungai inlet utama Danau Tondano. Daerah sekitar bagian hilir sungai Taler berada pada dataran yang berelevasi rendah sehingga sering mengalami genangan banjir saat musim penghujan yang tidak hanya menghambat aktivitas pertanian di kawasan tersebut tetapi juga berdampak pada kelestarian Danau Tondano dan perkembangan sektor pariwisata. Akibat perubahan tata guna lahan, menambah kondisi aliran banjir menjadi aliran banjir yang sarat sedimen yang untuk jangka waktu tertentu akan sangat mempengaruhi kelangsungan hidup danau Tondano yang secara berangsur terjadi proses pendangkalan (Sorey dkk., 2017). Hasil studi terakhir pada tahun 2022, kedalaman danau Tondano hanya berkisar 4-14 meter dan jika dibandingkan dengan kedalaman awal sekitar 35 meter maka sudah dapat dikatakan berada dalam kondisi yang kritis (Dongbu Engineering Co. Ltd, 2023). Hal ini yang mendorong ditetapkannya danau Tondano sebagai salah satu dari 15 danau prioritas di Indonesia perlu mendapat perhatian untuk menjaga kelestariannya. Memperhatikan hal tersebut maka harus dilakukan upaya untuk mengurangi proses pendangkalan danau dan menjaga ekosistem danau dengan baik. Berdasarkan permasalahan di atas dilakukan penelitian untuk menganalisis jumlah sedimen dari sungai Taler yang masuk ke danau Tondano dan berbagai upaya pengendalian yang harus dilakukan.

Penelitian ini meninjau kondisi yang ada untuk mempersiapkan masyarakat tanggap bencana banjir. Tahap akhir penelitian adalah desain bangunan pengendali sedimen yang sangat bermanfaat untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat sekitar sungai Taler dan pelestarian danau Tondano.

## 2. METODE PENELITIAN

### 2.1 Pengumpulan data primer dan sekunder

Data yang diperlukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Data Sungai terdiri dari ukuran penampang sungai, kemiringan sungai yang diperoleh melalui pengukuran langsung di lokasi penelitian dan angka Manning mengikuti kondisi tutupan lahan sepanjang Sungai Taler.
- Data konsentrasi sedimen terlarut yang diperoleh melalui pengamatan hasil pengambilan langsung sampel air bersedimen pada bagian hilir Sungai Taler. Sampel sedimen dianalisis di laboratorium Mekanika Tanah untuk mendapatkan kadar konsentrasi sedimen per satuan volume air.
- Data curah hujan harian maksimum dari Stasiun Paleloan sebagai data sekunder yang diperoleh dari Kantor (Balai Wilayah Sungai Sulawesi 1) Manado.
- Peta DAS yaitu DAS Taler diperoleh dari ArcGIS 10.8, Data DEM ([tanahair.indonesia.go.id](http://tanahair.indonesia.go.id))

### 2.2 Prosedur Penelitian

Penelitian diawali dengan survei lapangan serta pengumpulan data primer dan sekunder. Data primer berupa ukuran penampang Sungai, kemiringan Sungai dan pengambilan sampel air bersedimen. Selanjutnya dilakukan analisis data curah hujan dan debit banjir rencana dengan aplikasi HEC-HMS. Penentuan kadar konsentrasi sedimen terlarut diperoleh melalui pengamatan laboratorium sampel sedimen. Berdasarkan (Hendratta & Ohmoto, 2013) dan (Pratama dkk., 2014), dari hasil analisis debit banjir rencana dan nilai konsentrasi sedimen terlarut per satuan volume air dapat ditentukan besarnya perkiraan sedimen yang akan masuk pada Sungai Taler dan akhirnya akan terdeposisi di danau Tondano. Alternatif Solusi berupa tinjauan bangunan pengendali sedimen Checkdam yang didesain berdasarkan SNI 2851 Tahun 2015 (Desain

Bangunan Penahan Sedimen, 2015), agar mampu mengurangi hasil sedimentasi Sungai Taler yang akan mengurangi jumlah sedimen masuk ke danau Tondano.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Penentuan Hujan Rerata Kawasan

Metode yang digunakan dalam penentuan hujan rerata kawasan adalah metode Poligon Thiessen. Dengan metode ini, semua stasiun yang terdapat di dalam atau di luar DAS dihubungkan dengan garis sehingga terbentuk jaringan – jaringan segitiga dengan menghindari terbentuknya segitiga bersudut sangat tumpul. Selanjutnya, pada masing – masing segitiga ditarik garis sumbu dan semua garis sumbu tersebut membentuk poligon. Luas daerah yang hujannya dianggap diwakili oleh salah satu stasiun yang bersangkutan adalah daerah yang dibatasi oleh garis – garis poligon tersebut atau dengan batas DAS. Dengan metode poligon Thiessen dan menggunakan bantuan program ARC GIS diperoleh stasiun hujan seperti pada Gambar 1. Dari gambar ini dapat dilihat garis-garis poligon Thiessen dan batas DAS Sungai Taler dimana DAS Taler terletak pada area poligon Thiessen dimana Stasiun Klimatologi Paleloan berada.



**Gambar 1.** Poligon Thiessen dan DAS Taler

#### 3.2 Analisis Curah Hujan Rencana

Data curah hujan merupakan data sekunder yang diperoleh dari stasiun pencatat curah hujan yang terdekat dengan lokasi penelitian. Data yang digunakan adalah data curah hujan harian maksimum tahunan Stasiun Klimatologi Paleloan dengan 18 tahun pengamatan yang bersumber dari Kantor Balai Wilayah Sungai Sulawesi I, Manado. Rekapitulasi dari data curah hujan harian maksimum dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Curah Hujan Stasiun Paleloan

No	Curah Hujan (mm)
1	107.29
2	63
3	136.6

4	98.6
5	59.2
6	65.5
7	71.6
8	40
9	67.2
10	90.9
11	69.8
12	66.5
13	110.5
14	68.56
15	115.5
16	160.2
17	126.5
18	157.3

Sumber: Balai Wilayah Sungai Sulawesi I

### 3.3 Analisis Data Outlier

Data hidrologi yang diukur atau nilai yang diperoleh sering ditemui keadaan data setempat yang baik kualitatif maupun kuantitatif tidak memenuhi syarat karena sering terjadi penyimpangan data. Data outlier adalah data yang menyimpang terlalu tinggi ataupun terlalu rendah dari sekumpulan data. Uji outlier dilakukan untuk mengoreksi data sehingga data dianggap baik untuk digunakan pada analisis selanjutnya.

Menurut (Triatmodjo, 2008), Uji data outlier mempunyai 3 syarat, yaitu:

1. Jika  $Cslog \geq 0,4$  maka: uji outlier tinggi, koreksi data, uji outlier rendah, koreksi data.
2. Jika  $Cslog \leq -0,4$  maka: uji outlier rendah, koreksi data, uji outlier tinggi, koreksi data.
3. Jika  $-0,4 < Cslog < 0,4$  maka: uji outlier tinggi dan rendah sekaligus koreksi data.

Data curah hujan Stasiun Klimatologi Paleloan mendapatkan nilai  $Cslog = -0.018467315$  sehingga dilakukan uji outlier tinggi dan uji outlier rendah sekaligus koreksi data.

- Uji outlier tinggi  
Log Xh = 2.31214684  
Xh = 205.1856
- Uji outlier rendah  
Log Xl = 1.56594988  
Xl = 36.80865

Hasil uji data outlier menunjukkan bahwa tidak terdapat data outlier, data curah hujan harian maksimum yang lebih tinggi dari Xh dan yang lebih rendah dari Xl sehingga tidak perlu dilakukan koreksi data hujan dan dapat dilakukan analisis hujan rencana selanjutnya.

### 3.4 Analisis Curah Hujan Rencana

Distribusi probabilitas atau distribusi peluang adalah suatu distribusi yang menggambarkan peluang dari sekumpulan varian sebagai pengganti frekuensinya. Peluang kumulatif dari sebuah varian adalah peluang dari suatu variabel acak yang mempunyai nilai sama atau kurang dari suatu nilai tertentu. Salah satu tujuan dalam analisa distribusi peluang adalah menentukan periode ulang (return period). Menurut (Triatmodjo, 2008) Periode ulang didefinisikan sebagai waktu hipotetik dimana debit atau hujan dengan suatu besaran tertentu (XT)

akan disamai atau dilampaui satu kali dalam jangka waktu tertentu. Fungsi distribusi peluang yang dipergunakan dalam penelitian ini adalah: Distribusi Normal, Distribusi Log-Normal, Distribusi Gumbel, Distribusi Pearson III dan Distribusi Log-Pearson III (Kamase dkk., 2017; Mambu dkk., 2020).

Analisa hidrologi terhadap data curah hujan yang ada harus sesuai dengan tipe distribusi datanya. Masing – masing tipe distribusi memiliki sifat – sifat yang khusus sehingga tiap data hidrologi harus diuji kesesuaiannya dengan sifat masing – masing tipe distribusi tersebut. Sebagai perkiraan awal, tipe distribusi yang sesuai dapat diketahui berdasarkan parameter statistik. Hal ini dilakukan dengan melakukan tinjauan terhadap syarat batas parameter statistik tipe distribusi dengan parameter statistik data pengamatan.

Beberapa parameter yang digunakan sebagai langkah awal penentuan tipe distribusi adalah koefisien *skewness* ( $C_s$ ), koefisien variasi ( $C_v$ ), koefisien kurtosis ( $C_k$ ). Kriteria pemilihan untuk tiap tipe distribusi berdasarkan parameter statistik (Triatmodjo, 2008) adalah sebagai berikut:

- 1) Tipe distribusi Normal jika  $C_s \approx 0$ ;  $C_k \approx 3$ ;
- 2) Tipe distribusi Log Normal jika  $C_s \approx 3C_v$ ;
- 3) Tipe distribusi Gumbel jika  $C_s \approx 1.139$ ;  $C_k \approx 5.4$ .

Apabila kriteria ketiga sebaran di atas tidak memenuhi, kemungkinan tipe sebaran yang cocok adalah:

- 4) Tipe distribusi Pearson III atau
- 5) Tipe distribusi Log Pearson III.

Setelah dilakukan perhitungan parameter statistik data curah hujan stasiun klimatologi Paleloan, diperoleh nilai-nilai  $C_s$ ,  $C_v$  dan  $C_k$  yang kemudian dibandingkan dengan persyaratan untuk setiap sebaran distribusi seperti terlampir pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Parameter Statistik DAS Taler

No	Distribusi	Persyaratan	Hasil Perhitungan
1	Normal	$C_s = 0$ $C_k = 3$	$C_s = 0.64889$ $C_k = 3.12375$
2	Gumbel	$C_s = 1.14$ $C_k = 5.4$	
3	Log Normal	$C_s = 0.25$ $C_k = 3.11$	$C_s = 0.02$ $C_k = 3.147$
4	Log Pearson III	Selain nilai di atas	

Dari Tabel 2. Terlihat bahwa sebaran distribusi tidak memenuhi persyaratan untuk sebaran Normal, sebaran Gumbel dan sebaran Log Normal sehingga perhitungan curah hujan rencana selanjutnya menggunakan persamaan distribusi teoritis Log Person III (Tabel 3.)

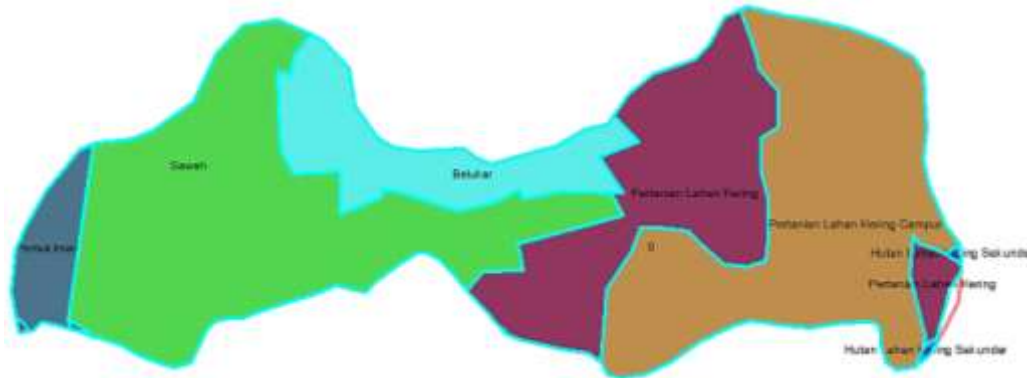
**Tabel 3.** Curah Hujan Rencana dengan Log Person III

T	1/T	Kt	Sy	Y	Ytr	Xtr (mm)
5	20	0.840489	0.161365	1.939048	2.074674	118.7609
10	10	1.281754			2.145878	139.9195
25	4	1.753519			2.222004	166.7264
50	2	2.040389			2.268297	185.4798
100	1	2.30736			2.311375	204.8212

Sumber: Hasil analisis

### 3.5 Debit Banjir Rencana Menggunakan HEC-HMS

Pemodelan debit banjir rencana dengan menggunakan program HEC-HMS untuk *Loss Method* adalah metode SCS *Curve Number*. Nilai *Curve Number* menggunakan Peta Tutupan Lahan yaitu ditentukan melalui jenis tutup lahan dan jenis tanah pada DAS. Pada daerah dengan beberapa jenis tutup lahan, nilai CN dapat ditentukan dengan mengalikan persentase luas area ke nilai CN area tersebut. Untuk DAS Taler kondisi tutupan lahan dapat dilihat pada Gambar 2 dan Tabel 4.



**Gambar 2.** Peta Penutup Lahan DAS Taler

**Tabel 4.** Curve Number

Penutup Lahan	Luas (Km2)	%	CN	
Hutan Lahan Kering Sekunder	0.04	0.41	55	0.23
Belukar	1.08	10.72	70	7.50
Pemukiman	0.40	4.03	74	2.98
Pertanian Lahan Kering	2.07	20.61	65	13.39
Pertanian Lahan Kering Campur	3.04	30.25	58	17.54
Sawah	3.41	33.99	85	28.89
Total	10.05	100		70.54

*Sumber: hasil analisis*

Sebelum dilakukan perhitungan pemodelan (HEC-HMS 4.0, 2013) untuk debit banjir rencana harus dilakukan kalibrasi model perhitungan karena kalibrasi adalah proses untuk membandingkan debit observasi dilapangan dengan debit hasil perhitungan, dan berikut adalah hasil setelah dilakukan optimization berikut adalah hasilnya :

Element	Parameter	Units	Initial Value	Optimized Value
DAS Taler	Recession - Ratio to Peak		0.44328	0.66280
DAS Taler	Recession - Recession Constant		0.13624	0.24194
DAS Taler	SCS Curve Number - Curve Number		61.158	60.661
DAS Taler	SCS Curve Number - Initial Abstract...	MM	0.89962	0.88836
DAS Taler	Snyder Unit Hydrograph - Peaking ...		0.11875	0.10130
DAS Taler	Snyder Unit Hydrograph - Standard...	HR	0.31991	0.30383

Sumber : hasil analisis

**Gambar 3.** Hasil Kalibrasi HEC-HMS

Setelah terkalibrasi, dilakukan perhitungan pemodelan HEC-HMS untuk debit banjir rencana pada setiap kala ulang 2, 5, 10, 25, 50 dan 100 tahun seperti pada Tabel 5.

**Tabel 5.** Debit Banjir

Kala Ulang (Tahun)	Debit (m3/detik)
2	19.9
5	29.4
10	36.1
25	44.9
50	51.2
100	57.9

Menurut (New Zealand. Ministry for the Environment., 2008), akibat adanya perubahan iklim maka analisis debit banjir kembali dilakukan seiring dengan terjadinya peningkatan curah hujan rencana. Dalam studi ini, dari website (Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika, t.t.)BMKG Indonesia, daerah sekitar danau Tondano terjadi peningkatan suhu sebesar 0.7°C yang mengakibatkan curah hujan rencana akan meningkat sebesar 8% atau debit banjir kala ulang 25 tahun sebesar 44.9 m3/detik akan meningkat sebesar 8% menjadi 48.49 m3/detik.

### 3.6 Analisa Bangunan Pengendali Sedimen

Upaya pelestarian danau terhadap proses pendangkalan/sedimentasi yang dapat dilakukan adalah dalam bentuk konservasi vegetasi dengan penerapan perencanaan Arahan Fungsi Kawasan RLKT (Rehabilitasi Lahan dan Konservasi Tanah) pada daerah bagian hulu atau DAS. Pada bagian hilir, upaya konservasi mekanik yaitu berupa penambahan cekdam di sistem jaringan sungai menjadi pilihan untuk menampung dan mengurangi jumlah sedimen (Aditya dkk., 2023; Mustakim, 2021; Rahayu, 2016).

Pada kondisi sungai Taler, upaya konservasi mekanik yaitu berupa penempatan bangunan pengendali sedimen cekdam yang didesain untuk mengurangi laju sedimentasi berdasarkan hasil analisis debit banjir dan konsentrasi sedimen terlarut sebelumnya. Desain bangunan cekdam mengikuti sumber pustaka (Desain Bangunan Penahan Sedimen, 2015) SNI 2851:2015 seperti berikut.

Perhitungan untuk tinggi bending utama < 15 m. Sebuah bangunan penahan sedimen akan dibangun pada alur sungai untuk menahan aliran sedimen konsentrasi tinggi. Dengan data – data sebagai berikut:

Kemiringan dasar sungai (i)	= 0,03
Lebar Sungai (B)	= 5,2 m
Lebar dasar peluap (B1)	= 2,9 m
Tinggi total bending utama (h)	= 5 m
Tinggi sedimen (hs)	= 3 m
Debit banjir (Qp)	= 48,49 m <sup>3</sup> /s
Konsentrasi sedimen ( $\alpha$ )	= 0,02
Berat isi beton ( $\gamma_c$ )	= 2,3 ton
Berat isi sedimen ( $\gamma_s$ )	= 1,5 ton
Berat isi air ( $\gamma_w$ )	= 1 ton

- Debit desain  
 $Q_d = 24,246 \text{ m}^3/\text{s}$  (diambil 50% Qp)
- Dimensi peluap  
 $C = 0,66$   
 $g = 9,81$   
 $B1 = 2,9 \text{ m}; B2 = 5,1 \text{ m}$   
 $h3 = 2,25 \text{ m}$   
 $F = 0,6 \text{ m}$  (diambil karena  $Q < 50 \text{ m}^3/\text{det}$ )  
 $Q_d = 24,86381439$
- Lebar mercu peluap  
 Untuk kondisi sedimen berupa pasir dan kerikil dimana alirannya merupakan gerakan mandiri maka lebar mercu diambil,  $b2 = 2,00 \text{ m}$ .
- Kemiringan tubuh bendung utama  
 $m1 = 0,9741866$   
 $m2 = -2,612403161$   
 $m = 1$
- Dimensi kolam olak  
 Lebar mercu sub bending diambil,  $b1 = 1,50 \text{ m}$ .  
 $F_1 = 2,042423121$   
 $h_j = 5,038565959$   
 $X = 2,01542638$   
 $V_0 = 3,72 \text{ m/det}$   
 Tebal kolam olak,  $t = 0,9$   
 Tinggi efektif bendung,  $h1 = 4,1 \text{ m}$ .  
 Diambil panjang kolam olak,  $L = 8 \text{ m}$ .
- Dimensi tubuh sub bendung  
 $h_2 = 1,25$   
 Ambil  $h2 = 2 \text{ m}$   
 Tinggi ambang sub bendung,  $h_1' = 1,1 \text{ m}$
- Perhitungan stabilitas bendung



**Tabel 6.** Perhitungan momen untuk keadaan normal dan banjir

Beban	Notasi	Gaya Vertikal (ton/m)	Gaya Horizontal (ton/m)	Lengan (m)	Momen Penahan (ton.m/m)	Momen Penguling (ton.m/m)
<b>Berat sendiri</b>	W					
	W <sub>1</sub>	28.75		3.33	95.83	
	W <sub>2</sub>	23.00		6.00	138.00	
	W <sub>3</sub>	5.75		7.33	42.17	
<b>Tekanan air statik</b>	P					
	P <sub>v</sub>	12.50		1.67	20.83	
	P <sub>h</sub>	12.50	12.50	1.67	20.83	-20.83
	W <sub>tambahan</sub>	20.42		4.00	81.70	
<b>Σ</b>		82.50	12.50		399.36	-20.83

Kontrol Stabilitas terhadap penggulingan diperoleh 19,1694 dan nilainya lebih besar dari yang disyaratkan yaitu 1,5. Sedangkan untuk control stabilitas terhadap geser diperoleh 6,18614, nilainya juga melebihi yang disyaratkan yaitu 1,5. Konstruksi desain checkdam mampu menahan momen guling dan momen geser.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis menggunakan aplikasi HEC-HMR, debit banjir Sungai Taler untuk kala ulang 2, 5, 10, 25, 50, dan 100 tahun masing-masing adalah 19.9 m<sup>3</sup>/det, 29.4 m<sup>3</sup>/det, 36.1 m<sup>3</sup>/det, 44.9 m<sup>3</sup>/det, 51.2 m<sup>3</sup>/det, dan 57.9 m<sup>3</sup>/det. Dalam analisis tinjauan bangunan pengendali sedimen digunakan debit banjir rencana dengan kala ulang 25 tahun. Akibat adanya pengaruh perubahan iklim maka terjadi peningkatan curah hujan rencana sebesar 8% dengan debit banjir rencana menjadi sebesar 48.49 m<sup>3</sup>/det. Penyelidikan laboratorium mendapatkan nilai konsentrasi sedimen terlarut ( $\alpha$ )= 0,02. Bangunan pengendali sedimen berupa checkdam sebagai bentuk konservasi mekanik untuk mencegah proses sedimentasi didesain menurut SNI 2851:2015. Debit banjir yang digunakan dalam desain bangunan pengendali sedimen (*checkdam*) sebesar 50% dari debit banjir rencana yaitu 24.246 m<sup>3</sup>/det. Desain Check Dam meliputi lebar dasar peluap 2.9 m, tinggi bendung utama 5 m, lebar mercu 2 m, kemiringan tubuh bendung (m) = 1, lebar mercu sub bendung 1.5 m, tebal kolam olak 0.9, tinggi efektif bendung 4.1 m, panjang kolam olak 8 m, tinggi ambang sub bendung 1.1 m. Perencanaan struktur checkdam Sungai Taler telah didesain mampu menahan Momen Guling dan Momen Geser. Pembangunan check dam merupakan salah satu upaya penanggulangan sedimentasi yang disarankan untuk dilakukan di Sungai Taler. Reboisasi hutan dan pengurangan proses alih fungsi lahan sebagai bentuk konservasi vegetasi di sekitar Sungai Taler juga dapat dilakukan sebagai upaya jangka panjang penanggulangan proses sedimentasi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aditya, M., Sukri, A., Sundi Putri, T., & Mangidi, U. (2023). *ANALISIS EFEKTIFITAS CHECK DAM 5 SUNGAI WANGGU KOTA KENDARI*. 10, 90. <https://doi.org/10.55679/jts.v10i3.31244>
- Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika. (t.t.). *Proyeksi Perubahan Iklim*. Diambil 22 Mei 2023, dari <https://www.bmkg.go.id/iklim/?p=proyeksi-perubahan-iklim&lang=EN>
- Balai Wilayah Sungai Sulawesi 1. (t.t.). *Data Debit Harian Maksimum Sungai Taler*. Balai Wilayah Sungai Sulawesi 1. Diambil 22 Mei 2023, dari <https://hidrologi.bwss1.com/>
- Desain Bangunan Penahan Sedimen, Standar Nasional Indonesia (2015).
- Dongbu Engineering Co. Ltd. (2023). Laporan Akhir Studi Revitalisasi Danau Tondano.
- HEC-HMS 4.0. (2013). *Hydrologic Modeling System*. Hydrologic Engineer Center U.S Army Corps of Engineer.
- Hendratta, L. A., & Ohmoto, T. (2013). Resistance And Flow Characteristics Of High Concentration Sediment Laden Flow Over Dune Type Bed In An Open Channel.
- Kamase, M., Hendratta, L. A., & Sumarauw, J. S. F. (2017). Analisis debit dan tinggi muka air Sungai Tondano di jembatan Desa Kuwil Kecamatan Kalawat. *Jurnal Sipil Statik*, 5(4).
- Mambu, V. S., Sumarauw, J. S. F., & Hendratta, L. A. (2020). ANALISIS DEBIT BANJIR DAN TINGGI MUKA AIR SUNGAI TALER DI KELURAHAN PAPAKELAN KECAMATAN TONDANO TIMUR KABUPATEN MINAHASA. *JURNAL SIPIL STATIK*, 8(4).
- Mustakim, M. (2021). Analisa Fungsi Tampungan Sedimen Pada Checkdam Sungai Alo Terhadap Laju Sedimen Ke Danau Limboto. *Gorontalo Journal of Infrastructure and Science Engineering*, 4(1).
- New Zealand. Ministry for the Environment. (2008). Climate change effects and impacts assessment: a guide manual for local government in New Zealand. Ministry for the Environment.
- Pratama, L. A., Susilowati, S., Darsono, S., & Kurniani, D. (2014). Upaya Mengurangi Angkutan Sedimen Sungai Garang Kota Semarang. *Jurnal Karya Teknik Sipil*, 3(2), 523–528.
- Rahayu, T. (2016). Evaluasi fungsi bangunan pengendali sedimen (check dam) pengkol berdasarkan perubahan tata guna lahan kali kedua kabupaten Wonogiri.
- Sorey, T. D., Bisri, M., & Sisingsih, D. (2017). Kajian penanganan sedimentasi danau tondano. *Jurnal Teknik Pengairan*, 7(2), 259–267.
- tanahair.indonesia.go.id. (t.t.). *Seamless Digital Elevation Model (DEM) dan Batimetri Nasional*. <https://tanahair.indonesia.go.id/demnas/#/>. Diambil 22 Mei 2023, dari <https://tanahair.indonesia.go.id/demnas/#/>
- Triatmodjo, B. (2008). Hidrologi Terapan, Beta Offset. Yogyakarta. Hal, 195–273.