

PENGENDALIAN TRANSPOR SEDIMEN SUNGAI SEBAGAI UPAYAPENGENDALIAN BANJIR DI KOTA GORONTALO

Komang Arya Utama, Rawiyah Husnan

Ringkasan

Erosi dan sedimentasi adalah hal yang kontinyu terjadi di DAS Bolango-Bone. Posisi muara DAS ini berada di Teluk Gorontalo, sehingga menjadi rentan akan terjadi bahaya sedimentasi dan penyempitan daerah muara yang pada gilirannya berpotensi menjadi penyebab banjir di Kota Gorontalo. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis laju sedimentasi dan memuat usulan solusi penanganannya.

Metode yang diterapkan pada penelitian ini adalah penelitian kuantitatif dengan menganalisis erosi dan sedimentasi yang terjadi di DAS Bolango Bone. Penelitian ini menerapkan metode USLE untuk analisis erosi dan metode MUSLE untuk analisis sedimentasinya. Selain itu, akan dilakukan pengukuran hidrometri sungai untuk mendapatkan gambaran komprehensif tentang material sedimen dan laju transpor sedimen yang ada di sungai-sungai dalam DAS Bolango Bone.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa debit banjir maksimum untuk kala ulang 100 tahun Sungai Tamalate adalah $76,32 \text{ m}^3/\text{det}$; kemudian Sungai Bolango adalah $396,54 \text{ m}^3/\text{det}$ dan Sungai Bone adalah $486,93 \text{ m}^3/\text{det}$. Besar erosi rata-rata yang terjadi di Sungai Tamalate adalah $2.260.057,12 \text{ ton/tahun}$; erosi rata-rata Sungai Bolango adalah $17.019.114,82 \text{ ton/tahun}$ dan erosi rata-rata Sungai Bone adalah $38.401.482,02 \text{ ton/tahun}$. Selanjutnya, volume laju transpor sedimen rata-rata yang terjadi di Sungai Tamalate sebesar $354.253,23 \text{ ton/tahun}$; Sungai Bolango sebesar $2.234.266,84 \text{ ton/tahun}$ dan Sungai Bone sebesar $3.939.719,83 \text{ ton/tahun}$. Hasil laju erosi rata-rata semua sungai yang lebih besar dari 300 ton/ha/tahun , yang mana ini menunjukkan indikator Tingkat Bahaya Erosi (TBE) yang berat ($140 - 480$), maka diusulkan untuk membangun *check dam* sebagai usaha untuk mengendalikan laju sedimen yang terjadi minimal 5 (lima) lokasi di setiap ruas sungai tersebut.

Kata kunci : erosi, sedimentasi, check dam

I. Pendahuluan

Latar belakang

Kota Gorontalo dilalui oleh beberapa sungai yang dari sejarahnya menjadi penyebab banjir akibat meluapnya sungai-sungai tersebut. Sungai-sungai ini memiliki Daerah Aliran Sungai (DAS) yang berbeda-beda sehingga tiap-tiap sungai pun memiliki karakteristik penyebab banjir yang berbeda-beda pula. Salah satu penyebab penurunan kapasitas tampung sungai adalah terjadinya penumpukan sedimen atau biasa disebut sedimentasi di badan sungai baik itu di tengah-tengah alur sungai maupun pada daerah muara sebuah sungai. Sedimentasi

terjadi akibat ketidakseimbangan transpor sedimen yang terjadi di sungai tersebut. Ketidak seimbangan ini, dalam jangka waktu yang panjang, akan menyebabkan terjadinya degradasi dasar saluran di daerah hulu dan aggradasi dasar saluran di daerah hilir. Kondisi akhir dari transpor sedimen yang tak seimbang ini adalah sedimentasi yang dapat mengakibatkan (i) penyempitan saluran; (ii) perubahan geometrik an morfologi sungai; (iii) pengendapan di daerah dalam belokan sungai; dan (iv) penutupan atau penyempitan daerah muara sungai.

Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Berapakah debit banjir sungai-sungai yang mengalir di Kota Gorontalo?
2. Bagaimana laju transpor sedimen sungai di Kota Gorontalo?.

Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian pengendalian trasposedimen sungai sebagai upaya pengendalian banjir di Kota Gorontalo adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis besar debit banjir yang terjadi di sungai-sungai yang mengalir melalui Kota Gorontalo.
2. Menganalisis besar erosi rata-rata tahunan yang terjadi di DAS Bolango-Bone.
3. Memperoleh volume laju transpor sedimen yang terjadi di sungai-sungai yang mengalir melalui Kota Gorontalo.
4. Menganalisis bangunan pengendali sedimen di sungai sebagai upaya mengontrol transpor sedimen yang pada akhirnya diharapkan dapat mereduksi kejadian banjir di sungai tersebut..

Manfaat Penelitian

Penelitian tentang transpor sedimen di sungai sangat penting dilakukan utamanya untuk mengetahui tentang kondisi kapasitas tampung sungai. Kondisi Kota Gorontalo yang sering mengalami banjir akibat luapan sungai, disinyalir dapat direduksi dengan peningkatan kapasitas tampung tersebut. Oleh karena itu, informasi dan studi tentang transpor sedimen dan upaya pengendaliannya dianggap perlu dan penting untuk dilaksanakan sebagai salah

satu bentuk peningkatan kapasitas tampung sungai yang pada gilirannya diharapkan dapat mengendalikan atau mereduksi tingkat kejadian banjir yang akan atau mungkin terjadi di Kota Gorontalo.

II. Tinjauan Pustaka

Analisis Poligon Thiessen

Tinggi rata-rata curah hujan didapat dengan menggunakan formulasi Poligon Thiessen. Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$d = \frac{A_1 d_1 + A_2 d_2 + A_3 d_3 + \dots + A_n d_n}{\sum_{i=1}^n A} \quad \dots(1)$$

Analisis Frekuensi

Analisis frekuensi memerlukan seri-seri data hujan yang diperoleh dari pos penangkar hujan, baik yang manual maupun yang otomatis. Analisis frekuensi ini didasarkan pada sifat statistik data kejadian yang telah lalu, untuk memperoleh probabilitas besaran hujan di masa yang akan datang. Dengan anggapan bahwa sifat statistik kejadian hujan yang akan datang masih sama dengan sifat statistik kejadian hujan masa lalu.

Jenis distribusi frekuensi yang sering digunakan dalam hidrologi antara lain adalah sebagai berikut:

1. Metoda Distribusi Normal
2. Metoda Distribusi Gumbel
3. Metoda Distribusi Log Pearson Type III
4. Metoda Distribusi Log Normal

Hasil analisis frekuensi akan dilakukan pengujian parameter untuk menguji kesesuaian distribusi frekuensi sampel data terhadap fungsi distribusi peluang yang diperkirakan dapat menggambarkan atau mewakili distribusi frekuensi tersebut.

Ada dua metode pengujian yang sering dipakai yaitu :

1. Chi-Kuadrat.
2. Smirnov-Kolmogorov.

Analisis Debit Banjir Rancangan

Beberapa metode untuk memperkirakan debit banjir rancangan (laju aliran puncak) yang dipakai pada suatu lokasi lebih banyak ditentukan oleh ketersediaan data. Penelitian ini menggunakan Metode Rasional, Hasper, Weduwen, Melchior dan Passing Capacity dengan memanfaatkan persamaan kecepatan Manning.

Rumus untuk menghitung debit puncak (banjir) dengan sebagai berikut.

Rumus Rasional:

$$Q_p = 0,278.C.I.A \dots\dots\dots(2)$$

Rumus Hasper:

$$Q_p = \alpha \times \beta \times q \times A \dots\dots\dots(3)$$

Rumus Weduwen:

$$Q_p = \alpha \cdot \beta \cdot q_n \cdot A \dots\dots\dots(4)$$

Rumus Melchior

$$Q_p = \alpha \times \beta \times q_n \times F \times \frac{R_{max}}{200} \dots\dots\dots(5)$$

Dimana :

- Q_p = debit puncak (m³/det)
- α = koefisien pengaliran
- β = koefisien reduksi
- q = hujan maksimum (m³/det/km²)
- F = luas daerah pengaliran (km²)
- R_{max} = curah hujan maksimum (mm)

Erosi

Erosi adalah suatu proses atau peristiwa hilangnya lapisan permukaan tanah atas, baik disebabkan oleh pergerakan air maupun angin (Suripin, 2004). Erosi merupakan tiga proses yang berurutan, yaitu pelepasan (*detachment*), pengangkutan (*transportation*), dan pengendapan

(*deposition*) bahan-bahan tanah oleh penyebab erosi (Asdak, 1995). Penyebab utama erosi di Indonesia adalah aliran air, baik itu erosi di permukaan tanah maupun pada tebing sungai/saluran.

Model *Universal Soil Loss Equation* (USLE) adalah metode yang paling umum digunakan dalam analisis erosi. Metoda USLE dapat dimanfaatkan untuk memprakirakan besarnya erosi untuk berbagai macam kondisi tataguna lahan dan kondisi iklim yang berbeda. USLE memungkinkan perencana memprediksi laju erosi rata-rata lahan tertentu pada suatu kemiringan dengan pola hujan tertentu untuk setiap jenis tanah dan penerapan pengelolaan lahan (tindakan konservasi lahan).

$$E_a = R \times K \times LS \times C \times P \dots\dots\dots(6)$$

Dimana:

- E_a = banyaknya tanah tererosi per satuan luas per satuan waktu (ton/ha/tahun)
- R = faktor erosivitas hujan dan aliran permukaan
- K = faktor erodibilitas tanah
- LS = faktor panjang-kemiringan lereng
- C = faktor pengelolaan tanaman
- P = faktor konservasi praktis

Hasil Sedimen/Laju Sedimen

Hasil sedimen biasa di analisis dengan menggunakan *Modified Universal Soil Loss Equation* (MUSLE). Metode ini tidak menggunakan faktor energi hujan sebagai penyebab terjadinya erosi melainkan menggunakan faktor limpasan permukaan, sehingga MUSLE tidak memerlukan faktor *Sediment Delivery Ratio* (SDR), karena

nilainya bervariasi dari satu tempat ke tempat lainnya. Faktor limpasan permukaan mewakili energi yang digunakan untuk penghancuran dan pengangkutan sedimen. Persamaan MUSLE dapat dituliskan dalam bentuk sebagai berikut (Suripin, 2001) :

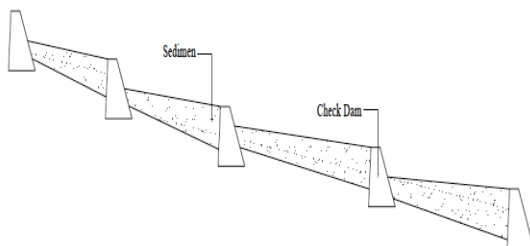
$$SY = 11,8 (Q_p \cdot VQ)^{0,56} \cdot K \cdot LS \cdot C \cdot P \dots\dots(7)$$

Dimana :

- SY = hasil sedimen (ton)
- VQ = volume aliran (m³)
- Qp = debit puncak (m³/dtk)
- K = Faktor aerodibilitas tanah
- LS = Faktor kemiringan lereng
- P = faktor konservasi praktis

Bangunan Pengendali Sedimen

Bangunan pengendali sedimen adalah bangunan yang dibangun melintang pada ruas sungai dengan tujuan untuk menahan laju transpor sedimen yang ada di ruas sungai tersebut. Bangunan ini dibangun untuk mengendalikan transpor sedimen yang terbawa bersama aliran sungai yang terjadi. Melalui bangunan pengendali sedimen ini diharapkan laju transpor sedimen dapat dikendalikan yang pada gilirannya dapat mengurangi potensi sedimentasi di muara sungai maupun di badan sungai sehingga pada gilirannya diharapkan akan terjaga kapasitas tampung sungai sebagai saluran drainase utama.

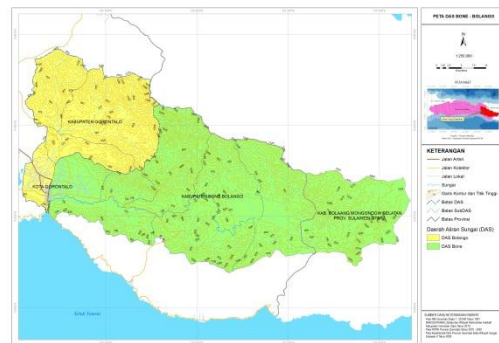


Gambar 1. Sketsa Penempatan Bangunan Pengendali Sedimen (*Check Dam*) pada sebuah Ruas Sungai

III. Metodologi Penelitian

Lokasi

Penelitian ini dilakukan pada DAS Bolango-Bone. DAS Bolango-Bone ini adalah DAS yang berada di Wilayah Sungai Limboto-Bone-Bolango (WS LBB). Pemilihan lokasi ini didasari karena Kota Gorontalo berada dalam wilayah DAS Bolango-Bone.



Gambar 2. Lokasi Penelitian DAS Bolango-Bone

Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data hidrologi dan klimatologi dari tahun 2004 – 2014 yang diperoleh dari Balai Wilayah Sungai Sulawesi II Provinsi Gorontalo. Selain itu, data juga diperoleh dari beberapa studi terdahulu yang relevan dengan penelitian ini. Sedangkan untuk data lainnya, diambil langsung dilapangan dengan melakukan hidrometri sungai, pengambilan sampel sedimen dan pengujian di laboratorium.

Metode Penelitian

Analisis dilakukan untuk mengolah data-data (sekunder dan primer) yang telah diperoleh. Analisis yang dilakukan meliputi:

1. Analisis spasial, luarannya adalah luasan daerah tangkapan hujan untuk sungai tinjauan. Selain itu dengan analisis spasial kita bisa gunakan untuk menentukan parameter DAS lainnya seperti bentuk, jenis tanah, tutupan lahan dan morfologi sungai.
2. Analisis hidrologi, luarannya adalah curah hujan rancangan serta debit rancangan di sungai.
3. Analisis butiran sedimen, luarannya adalah berat volume butiran, ukuran butiran sedimen serta sifat-sifat mekanika tanah lainnya dari sedimen tersebut.
4. Analisis laju transpor sedimen, luarannya adalah volume laju transpor sedimen yang terjadi di lokasi penelitian.
5. Analisis struktur bangunan pengendali sedimen, luarannya adalah *prototype* bangunan pengendali sedimen.

IV. Hasil dan Pembahasan

Analisis Poligon Thiessen

Analisis hujan kawasan dilakukan dengan menggunakan Metode Poligon Thiessen. Data hujan yang dimiliki adalah data hujan dari 5 (lima) stasiun pencatat hujan yang berada dalam DAS Bolango-Bone. Hasil analisis hujan kawasan dari beberapa stasiun hujan yang diperoleh yang masuk ke dalam DAS Bolango-Bone adalah:

Tabel 1. Hujan Poligon Thiessen

Tahun	Curah Hujan (Poligon Thiessen)
-------	--------------------------------

2004	52.78
2005	120.07
2006	73.95
2007	87.66
2008	99.88
2009	56.84
2010	80.17
2011	56.96
2012	161.77
2013	86.30
2014	65.98

Hasil analisis frekuensi diperoleh distribusi hujan sebagai berikut:

Tabel 2. Distribusi Log-Pearson tipe III

No.	Kala Ulang (tahun)	Distribusi Log Pearson Tipe III (mm)
1	2	77.87671
2	5	106.0519
3	10	127.6535
4	20	150.7222
5	25	158.5565
6	50	184.3906
7	100	212.8071

Analisis hidrologi diatas menunjukkan bahwa hujan yang terjadi di DAS Bolango-Bone cukup tinggi. Hal ini memberikan pengaruh yang sangat besar dari potensi terjadinya erosi di wilayah DAS. Curah hujan yang tinggi berkorelasi positif dengan besarnya erosi dan tingginya hasil sedimen yang akan diperoleh.

Analisis Debit Puncak (Qp)

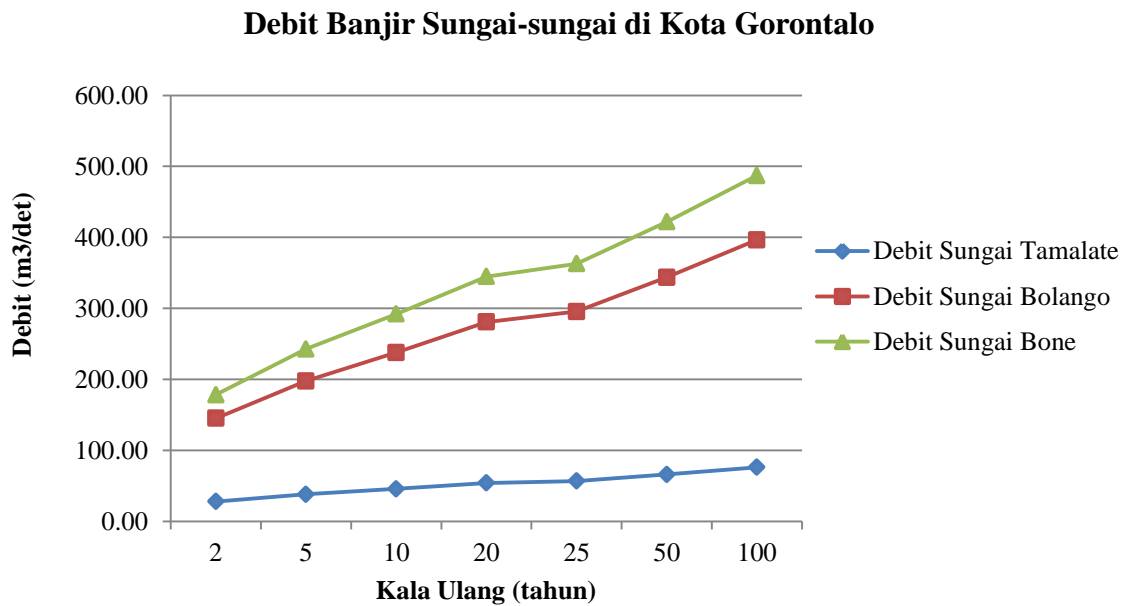
Debit puncak sungai-sungai yang mengalir, terutam sungai-sungai utama yang melintasi Kota Gorontalo yaitu Sungai Tamalate, Sungai Bolango dan Sungai Bone dianalisis

dan memberikan hasil yang sangat signifikan. Hasil dapat terlihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 3. Debit puncak banjir DAS Bolango Bone

No	T	Debit (m ³ /det)		
		Sungai Tamalate	Sungai Bolango	Sungai Bone
1	2	27.93	145.12	178.19
2	5	38.04	197.62	242.66
3	10	45.78	237.87	292.09
4	20	54.06	280.86	344.87
5	25	56.87	295.45	362.80
6	50	66.13	343.59	421.91
7	100	76.32	396.54	486.93

Sungai Tamalate memberikan hasil maksimum sebesar 76,32 m³/det. Sungai Bolango sebesar 396,54 m³/det. Sungai Bone sebesar 486,93 m³/det. Berikut disajikan grafik debit puncak DAS Bolango Bone.



Gambar 3. Grafik debit puncak banjir DAS Bolango Bone

Analisis Erosi

Analisis erosi dilakukan dengan menggunakan persamaan USLE. Pendugaan erosi ini dilakukan untuk menghitung

kejadian erosi yang terjadi di DAS Bolango-Bone. Hasil analisis besaran erosi yang terjadi dengan metode USLE adalah:

Tabel 4. Besaran Potensi Erosi yang Terjadi di DTA Sungai Bolango DAS Bolango-Bone

No	Kala Ulang (tahun)	Faktor Erosivitas (R) (Kj/Ha)	Faktor Erodibilitas (K) (ton/KJ)	Faktor P-Kemiringan Lereng (LS)	Faktor Pengelolaan Tanaman (C)	Faktor Konservasi Tanah (P)	Ea (ton/Ha/Tahun)	Ea (ton/Tahun)
1	2	13,007.77	0.1500	0.2325	0.2346	0.7874	83.79	4,561,761.14
2	5	23,974.09	0.1500	0.2325	0.2346	0.7874	154.44	8,407,596.35
3	10	34,606.76	0.1500	0.2325	0.2346	0.7874	222.93	12,136,418.88
4	20	48,084.70	0.1500	0.2325	0.2346	0.7874	309.75	16,863,067.12
5	25	53,159.45	0.1500	0.2325	0.2346	0.7874	342.44	18,642,757.67
6	50	71,676.81	0.1500	0.2325	0.2346	0.7874	461.73	25,136,703.79
7	100	95,198.08	0.1500	0.2325	0.2346	0.7874	613.25	33,385,498.77
Rata-rata							312.62	17,019,114.82

Tabel 5. Besaran Potensi Erosi yang Terjadi di DTA Sungai Tamalate DAS Bolango-Bone

No	Kala Ulang (tahun)	Faktor Erosivitas (R) (Kj/Ha)	Faktor Erodibilitas (K) (ton/KJ)	Faktor P-Kemiringan Lereng (LS)	Faktor Pengelolaan Tanaman (C)	Faktor Konservasi Tanah (P)	Ea (ton/Ha/Tahun)	Ea (ton/Tahun)
1	2	13,007.77	0.1500	0.2281	0.2346	0.7874	82.22	605,780.08
2	5	23,974.09	0.1500	0.2281	0.2346	0.7874	151.54	1,116,488.62
3	10	34,606.76	0.1500	0.2281	0.2346	0.7874	218.75	1,611,658.43
4	20	48,084.70	0.1500	0.2281	0.2346	0.7874	303.94	2,239,334.73
5	25	53,159.45	0.1500	0.2281	0.2346	0.7874	336.02	2,475,669.13
6	50	71,676.81	0.1500	0.2281	0.2346	0.7874	453.06	3,338,034.14
7	100	95,198.08	0.1500	0.2281	0.2346	0.7874	601.74	4,433,434.69
Rata-rata							306.75	2,260,057.12

Tabel 6. Besaran Potensi Erosi yang Terjadi di DTA Sungai Bone DAS Bolango-Bone

No	Kala Ulang (tahun)	Faktor Erosivitas (R) (Kj/Ha)	Faktor Erodibilitas (K) (ton/KJ)	Faktor P-Kemiringan Lereng (LS)	Faktor Pengelolaan Tanaman (C)	Faktor Konservasi Tanah (P)	Ea (ton/Ha/Tahun)	Ea (ton/Tahun)
1	2	13,007.77	0.1500	0.2307	0.2346	0.7874	83.13	10,293,037.57
2	5	23,974.09	0.1500	0.2307	0.2346	0.7874	153.22	18,970,678.78
3	10	34,606.76	0.1500	0.2307	0.2346	0.7874	221.17	27,384,295.63
4	20	48,084.70	0.1500	0.2307	0.2346	0.7874	307.30	38,049,380.12
5	25	53,159.45	0.1500	0.2307	0.2346	0.7874	339.74	42,065,026.95
6	50	71,676.81	0.1500	0.2307	0.2346	0.7874	458.08	56,717,795.80
7	100	95,198.08	0.1500	0.2307	0.2346	0.7874	608.40	75,330,159.32
Rata-rata							310.15	38,401,482.02

Hasil pada Tabel 4 sampai dengan Tabel 6 di atas menunjukkan nilai erosi yang bervariasi. Hal ini terjadi karena potensi erosi sangat dipengaruhi oleh nilai erosivitas dan luas DTA masing-masing sungai. Rata-rata DAS Bolango Bone mengalami erosi sebesar 17,019,114.82 ton/tahun di Sungai Bolango; 2,260,057.12 di Sungai Tamalate; dan 38,401,482.02 di Sungai Bone.

Analisis Sedimentasi

Metode MUSLE (*Modified Universal Soil Loss Equation*) adalah metode yang relatif

akurat untuk memprediksi hasil sedimen. Hal ini disebabkan karena pada formulasi MUSLE dilakukan penggantian faktor energi hujan (*rainfall energy*) menjadi faktor aliran permukaan (*runoff energy*).

Volume Aliran pada Satu Kejadian Hujan

Mendapatkan jumlah sedimentasi di DAS Bolango Bone, maka perlu untuk menghitung volume aliran permukaan yang nantinya akan dikalikan dengan debit puncak yang telah diperoleh sebelumnya.

Tabel 7. Volume Aliran Permukaan di Sungai –sungai di DAS Bolango-Bone

No	Kala Ulang (tahun)	Sungai Bolango VQ (m ³)	Sungai Tamalate VQ (m ³)	Sungai Bone VQ (m ³)
1	2	42,396,265,562.15	5,737,734,454.82	96,424,640,341.20
2	5	57,734,893,317.61	7,813,600,614.14	131,310,299,373.59
3	10	69,494,888,868.79	9,405,149,557.61	158,056,837,692.48
4	20	82,053,538,586.11	11,104,785,038.09	186,619,808,183.10
5	25	86,318,557,946.63	11,681,995,040.22	196,320,024,757.21
6	50	100,382,685,320.62	13,585,375,612.55	228,307,002,991.44
7	100	115,852,671,357.17	15,679,019,255.94	263,491,418,879.95

Tabel 8. Besar hasil sedimen (*sediment yield*) yang dihasilkan di DAS Bolango-Bone

No	Kala Ulang (tahun)	Tamalate	Bolango	Bone
		Hasil Sedimen (SY)	Hasil Sedimen (SY)	Hasil Sedimen (SY)
		(ton/Tahun)	(ton/Tahun)	(ton/Tahun)
1	2	179,562.81	1,103,455.51	1,945,741.42
2	5	251,431.75	1,559,404.85	2,749,724.48
3	10	307,307.60	1,919,265.77	3,384,273.21
4	20	367,441.06	2,311,728.90	4,076,309.97
5	25	387,938.01	2,446,721.78	4,314,345.15
6	50	455,699.25	2,897,382.12	5,109,002.02
7	100	530,392.15	3,401,908.97	5,998,642.59
Rata-rata		354,253.23	2,234,266.84	3,939,719.83

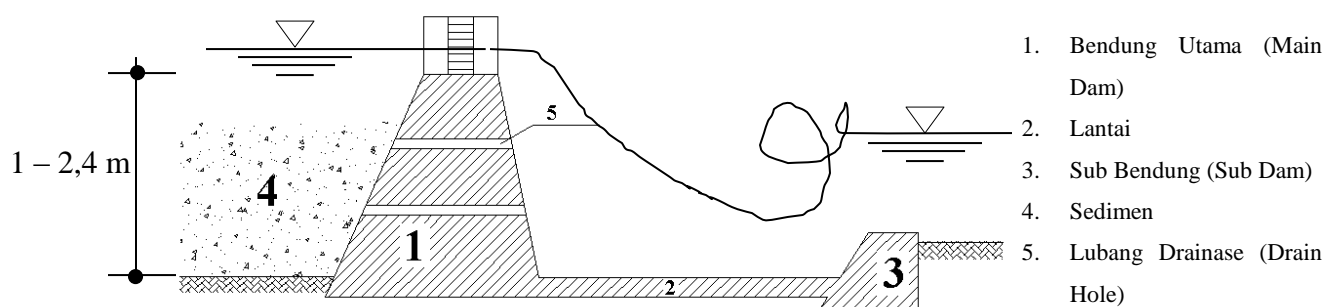
Hasil sedimen (*sediment yield*) yang tertransformasi menjadi aliran sedimen disungai terlihat berbeda-beda tiap sungai. Sungai Tamalet yang relatif lebih kecil dengan luas daerah tangkapan air yang juga kecil rata-rata tiap tahun menghasilkan sedimen sebesar 389,756.26 ton/tahun. Sungai Bolango rata-rata sebesar 4,242,551.39 ton/tahun dan Sungai Bone rata-rata sebesar 10,632,382.69 ton/tahun.

Bangunan Pengendali Sedimen

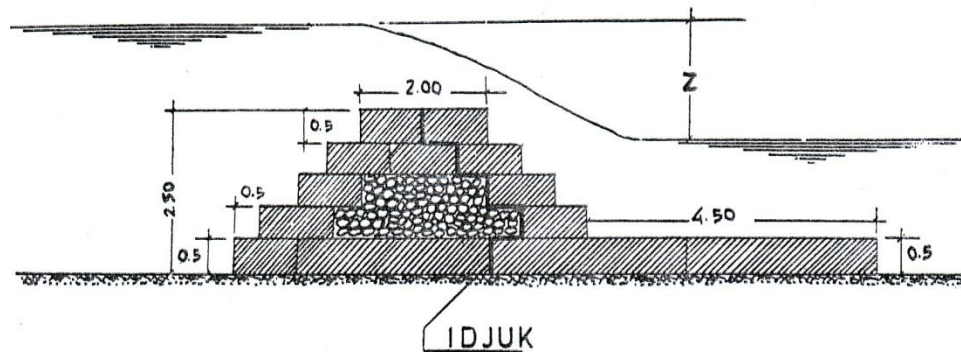
Hasil perhitungan erosi dan sedimentasi yang terlihat di atas menggambarkan bahwa di DAS Bolango-

Bone mengalami erosi dan sedimentasi yang cukup tinggi. Oleh karenanya, untuk menjaga agar alur sungai-sungai utama di DAS Bolango-Bone maka perlu dilakukan usaha pengendalian sedimen terbut.

Perencanaan yang akan dilakukan adalah akan dibangun bangunan pengendali sedimen berupa *check dam* melintang sungai di beberapa tempat. Melihat besarnya nilai erosi, maka untuk memaksimalkan pengendalian sedimen tersebut, maka akan direncanakan membangun rangkaian *check dam* di sepanjang ruas sungai.



Gambar 4. Sketsa usulan bentuk bangunan check dam Tipe Pasangan Batu



Gambar 5. Sketsa usulan bentuk bangunan check dam Tipe Anyaman Kawat-Batu (Bronjong)

Check dam yang diusulkan, didesain dengan menggunakan debit kala ulang 10 tahun (Q_{10}) dengan asumsi bahwa bangunan tersebut dibuat untuk mengendalikan dan mengontrol laju transpor sedimen di sungai, bukan menghentikan atau bahkan meniadakan transpor sedimen. Dari hasil analisis, diperoleh bahwa volume tampungan tiap check dam berkisar $15.000 \text{ m}^3 - 50.000 \text{ m}^3$. Ini diharapkan dapat mengontrol laju transpor sedimen hingga 20% dari potensi laju transpor sedimen dalam kondisi normal. Diusulkan dibuat 5 (lima) unit *check dam* untuk tiap ruas sungai.

V. Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan

Kesimpulan penelitian ini adalah:

1. Debit banjir yang terjadi di sungai-sungai utama dalam DAS Bolango Bone yang melewati Kota Gorontalo dengan kala ulang 100 tahun (Q_{100}) adalah untuk Sungai Tamalate debit puncak maksimumnya adalah $76,32 \text{ m}^3/\text{det}$; kemudian Sungai Bolango adalah $396,54 \text{ m}^3/\text{det}$ dan Sungai Bone adalah $486,93 \text{ m}^3/\text{det}$.

2. Besar erosi rata-rata yang terjadi di Sungai Tamalate adalah $2.260.057,12 \text{ ton/tahun}$; erosi rata-rata Sungai Bolango adalah $17.019.114,82 \text{ ton/tahun}$ dan erosi rata-rata Sungai Bone adalah $38.401.482,02 \text{ ton/tahun}$.
3. Volume laju transpor sedimen rata-rata yang terjadi di Sungai Tamalate sebesar $354.253,23 \text{ ton/tahun}$; Sungai Bolango sebesar $2.234.266,84 \text{ ton/tahun}$ dan Sungai Bone sebesar $3.939.719,83 \text{ ton/tahun}$.
4. Bangunan pengendali yang cocok untuk diterapkan dalam pengendalian sedimen ini adalah dengan membangun *check dam* minimal 5 (lima) titik di sepanjang ruas sungai

Saran

Saran yang diberikan untuk penelitian selanjutnya adalah:

1. Membuat penelitian dengan melakukan tinjauan aspek lain yang menjadi penyebab banjir di sungai-sungai dalam DAS Bolango-Bone.
2. Melakukan penelitian terkait dampak laju transpor sedimen DAS Bolango terhadap potensi sedimentasi di daerah

Teluk Gorontalo sebagai muara sungai-sungai yang ada di DAS Bolango-Bone.

3. Melakukan penelitian tentang sistem kajian pengelolaan daerah muara di Kota Gorontalo.

DAFTAR PUSTAKA

Asdak,C. 1995. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*.Gadjah Mada University Press.Yogyakarta.

Asdak, C. 2004. *Hidrologi Dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Gadjah Mada University Press.Yogyakarta.

Kironoto, B. A., 2008, *Konsentrasi Sedimen Suspensi Rata-Rata Kedalaman Berdasarkan Pengukuran 1, 2, Dan 3 Titik Pada Aliran Seragam Saluran Terbuka*.Teknik Sipil dan Lingkungan UGM, Yogyakarta.

Soewarno 1991. *Hidrologi Pengukuran dan Pengolahan Data Aliran Sungai (Hidrometri)*. Nova. Bandung

Suripin. 2004. *Sistem Drainase Perkotaan Yang Berkelanjutan*, Andi Offset. Semarang.

Triadmodjo, B. 2008.*Hidrologi Terapan*. Beta Offset. Yogyakarta.