

ANALISIS PREDIKSI EROSI DAN SEDIMENTASI SUNGAI TIKALA SEGMENT JEMBATAN GANTUNG BANJER - JEMBATAN MIANGAS

**Christian Yonatan Sumampouw¹⁾,
Jeffrey Swingly Frans Sumarauw²⁾, Tiny Mananoma²⁾**

¹⁾Mahasiswa Prodi Teknik Sipil Pascasarjana Universitas Sam Ratulangi Manado

²⁾Staf Pengajar Prodi Teknik Sipil,
Pasca Sarjana Universitas Sam Ratulangi Manado
tian_sumampouw@gmail.com

ABSTRAK

Sungai Tikala termasuk salah satu sungai Kota Manado yang sering meluap pada saat musim hujan sehingga begitu merugikan penduduk yang bermukim di sekitar bantaran sungai. Akibat debit air sungai yang besar memicu terjadi banjir yang menggenangi sekitar Sungai Tikala dan menimbulkan kerugian yang besar. Ada beberapa faktor yang mengakibatkan terjadinya banjir di sekitar aliran sungai Tikala dan salah satunya ialah adanya penyempitan penampang melintang dan pendangkalan pada alur sungai Tikala. Tujuan Penelitian untuk mengetahui besaran transpor sedimen bed load yang terjadi di sungai Tikala dengan harapan nantinya hasil analisis ini dapat memberikan informasi bagi pihak terkait untuk melakukan langkah komprehensif maupun mengatasi masalah sedimentasi di sungai Tikala khususnya pada ruas yang ditinjau.

Area penelitian terletak pada Sungai Tikala Ruas Segmen dari Jembatan Gantung Banjer sampai di dekat Jembatan Miangas sejauh 516,6 m. Data sekunder didapat dari Balai Wilayah Sungai Sulawesi I. Data diolah melalui tahapan Analisis Frekuensi Debit sehingga diperoleh nilai Debit Banjir Rencana masing-masing kala ulang $Q_2 = 144,131 \text{ m}^3/\text{det}$, $Q_5 = 355,045 \text{ m}^3/\text{det}$, $Q_{10} = 624,996 \text{ m}^3/\text{det}$, $Q_{50} = 1.232,714 \text{ m}^3/\text{det}$ dan $Q_{100} = 1.994,816 \text{ m}^3/\text{det}$. Debit puncak setiap kala ulang dimasukkan dalam program komputer HEC-RAS untuk menampilkan erosi dan sedimentasi yang terjadi pada ruas yang ditinjau. Dalam pemodelan HEC-RAS digunakan dengan metode Meyer Petter Muller (MPM) yang membutuhkan data masukan seperti data penampang sungai, karakteristik sungai untuk nilai koefisien "n" Manning, data debit banjir, serta data sedimen.

Hasil analisis transpor sedimen bed load menggunakan Metode Meyer Peter sebesar 923,1348 ton/hari, Metode Eistein sebesar 4.277, 292 ton/hari, dan Metode Van Rijn 1.798,07 ton/hari.

Hasil simulasi pada ruas terpilih menunjukkan terjadinya erosi dan sedimentasi cukup besar yang memberikan dampak negatif terhadap kestabilan Sungai Tikala.

Kata kunci: Sungai Tikala, Bed Load, Erosi dan Sedimentasi

ABSTRACT

The Tikala River is one of the rivers of Manado City which often overflows during the rainy season so that it is very detrimental to residents who live around the riverbanks. As a result of the large river water discharge, it triggered floods that inundated the vicinity of the Tikala River and caused huge losses. There are several factors that cause flooding around the Tikala river and one of them is the narrowing of the cross section and siltation of the Tikala river channel. The purpose of the study was to determine the magnitude of bed load sediment transport that occurred in the Tikala river with the hope that later the results of this analysis could provide information for related parties to take comprehensive steps and overcome sedimentation problems in the Tikala river, especially on the sections being reviewed.

The research area is located on the Tikala River Segment from the Banjer Suspension Bridge to near the Miangas Bridge as far as 516.6 m. Secondary data was obtained from the Sulawesi River Basin I. The data was processed through the discharge frequency analysis stage to obtain the value of the planned flood discharge for each return period $Q_2 = 144,131 \text{ m}^3/\text{s}$, $Q_5 = 355,045 \text{ m}^3/\text{s}$, $Q_{10} = 624,996 \text{ m}^3/\text{sec}$, $Q_{50} = 1,232,714 \text{ m}^3/\text{s}$ and $Q_{100} = 1,994.816 \text{ m}^3/\text{s}$. The peak discharge of each return period is entered in the HEC-RAS computer program to display the erosion and sedimentation that occurs in the section under consideration. In the HEC-RAS modeling, the Meyer Petter Muller (MPM) method is

used which requires input data such as river cross-section data, river characteristics for the Manning "n" coefficient value, flood discharge data, and sediment data.

The results of the analysis of bed load sediment transport using the Meyer Peter method were 923.1348 tons/day, the Einstein method was 4.277, 292 tons/day, and the Van Rijn method 1.798.07 tons/day.

The simulation results on the selected sections show that erosion and sedimentation are quite large which have a negative impact on the stability of the Tikala River.

Keywords: Tikala River, Bed Load, Erosion and Sedimentation

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Sungai berasal dari sumber alamiah yang mengalir dari tempat yang lebih tinggi ke tempat yang lebih rendah dan menuju atau bermuara ke laut, danau atau sungai yang lebih besar. Secara alami sungai mengalir sambil melakukan aktivitas yang saling berhubungan satu dengan yang lain, yaitu antara lain erosi (pengikisan), pengangkutan (transportasi), dan pengendapan (sedimentasi). Ketiga aktivitas tersebut tergantung pada faktor kemiringan daerah aliran sungai, volume air sungai, dan kecepatan aliran. Peristiwa sedimentasi umumnya terjadi pada hilir sungai, karena pada bagian hilir aliran sungai akan melambat atau terhenti. Proses sedimentasi ini dapat merubah stabilitas dasar sungai sehingga akan mempengaruhi kondisi morfologi sungai.

Kota Manado memiliki beberapa sungai utama, salah satu diantaranya sungai Tikala yang menampung dan mengalirkan limpasan air bersama dengan sedimen. Masalah-masalah yang terjadi di sungai Tikala yaitu; tata guna lahan mengalami perubahan akibat perilaku manusia pada daerah hilir (perkotaan) lahan hijau beralih fungsi menjadi lahan permukiman dan industri, maupun di daerah hulu (kawasan hutan) menjadi lahan pertanian dan perkebunan, penyempitan alur sungai eksisting karena tempat tinggal masyarakat dibangun di bantaran sungai, serta limbah domestik yang tidak terkendali. Kemudian adanya proses erosi dan sedimentasi yang mengakibatkan volume sedimen bertambah sehingga mempengaruhi stabilitas dasar sungai. Ada beberapa titik di sepanjang aliran sungai mengalami masalah endapan sedimen yang tinggi. Untuk memantau keadaan stabilitas sungai ini maka perlu diperkirakan volume sedimentasi tersebut, dalam kajian dengan judul, “**Analisis Prediksi Erosi dan Sedimentasi Sungai Tikala Segmen Jembatan Gantung Banjer - Jembatan Miangas**”.

Rumusan Masalah

1. Fenomena sedimentasi yang terjadi di sungai Tikala.
2. Pengaruh angkutan sedimen pada stabilitas dasar sungai Tikala.

Tujuan Penelitian

Tujuan yang hendak dicapai dalam penelitian ini adalah untuk menghitung besaran angkutan sedimen dasar (*bed load*) sungai serta mendapatkan simulasi dampak erosi dan sedimentasi pada sungai Tikala segmen jembatan gantung Banjer - jembatan Miangas.

Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Memberikan pengetahuan mengenai analisis berkaitan dengan penanganan masalah sedimentasi yang terjadi di sungai Tikala.
2. Sebagai bahan pertimbangan bagi pihak yang berkepentingan dalam hal penanganan sedimentasi di sungai Tikala, yang diharapkan dapat membantu dalam menentukan pola perencanaan dan pengelolaan secara berkelanjutan.

Batasan Penelitian

Penelitian ini dibatasi hanya pada hal-hal berikut:

1. Analisis sedimen hanya membahas laju angkutan sedimen dasar (*bed load*).
2. Pembahasan berbasis pada data pengukuran yang ada dan dibatasi pada lokasi dekat Jembatan Miangas Paal 2 (1° 29' 05" LU - 124° 51' 08" BT) sampai di Jembatan Gantung Banjer (1° 28' 54" LU - 124° 51' 05" BT) sepanjang 516,6 m.

3. Analisis dilakukan sepanjang ruas yang ditinjau dengan nilai parameter geometris sungai diambil merata.
4. Perhitungan angkutan sedimen dasar (*bed load*) manual dengan menggunakan metode Meyer-Peter, Einstein dan Van Rijn.
5. Analisis transpor sedimen dengan program HEC-RAS menggunakan metode Meyer Peter Muller (MPM).
6. Pengaruh pasang surut tidak ditinjau.

TINJAUAN PUSTAKA

Perkiraan Muatan Sedimen Dasar dengan Rumus Empiris

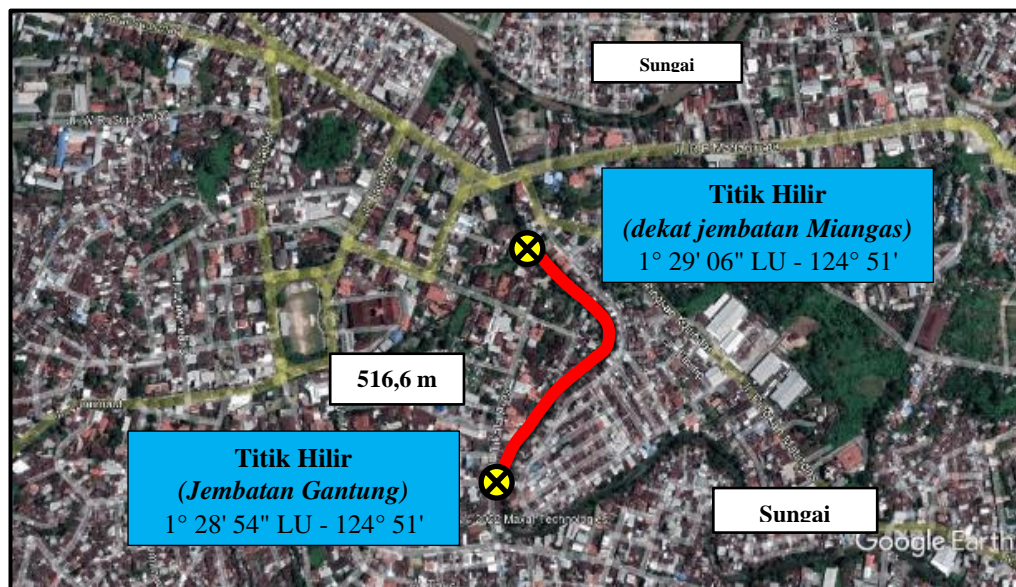
Berbagai persamaan untuk memperkirakan muatan sedimen dasar telah banyak dikembangkan, walaupun demikian penerapannya untuk penyelidikan di lapangan masih perlu pengkajian lebih lanjut. Beberapa persamaan untuk memperkirakan pada umumnya dikembangkan dari penyelidikan di laboratorium dengan skala kecil. Persamaannya juga terbatas pada kesamaan kondisi hidrolis dan material sedimen sebagaimana kondisi aslinya persamaan tersebut dikembangkan. Tetapi ada beberapa persamaan yang umumnya digunakan untuk memperkirakan muatan dasar sedimen. (Soewarno, 1991)

1. Persamaan Meyer-Peter
2. Persamaan Einstein
3. Persamaan Van Rijn

METODOLOGI PENELITIAN

Letak Lokasi Pengamatan

Lokasi pengamatan sungai Tikala terletak pada $1^{\circ}28'54.64''\text{LU}$ dan $124^{\circ}51'5.61''\text{BT}$. Untuk pemilihan lokasi pengukuran angkutan sedimen perlu memperhatikan cara-cara penentuan yang tepat. Dalam penelitian ini dipilih lokasi sepanjang 516,6 m dimana titik hulu Jembatan Gantung Banjer koordinat $1^{\circ}28'54''\text{LU} - 124^{\circ}51'05''\text{BT}$, sampai titik hilir Kelurahan Dendengan Luar (dekat Jembatan Miangas Paal 2) koordinat $1^{\circ}29'06''\text{LU} - 124^{\circ}51'08''\text{BT}$. Titik hilir sungai Tikala berjarak ± 220 m dari Jembatan Miangas dimana pada lokasi ini tidak terjadi penyempitan alur sungai dan merupakan bagian yang lurus dari sungai.



Gambar 1. Lokasi Pengamatan Sungai Tikala

Pengukuran dan Pengumpulan data di Lapangan

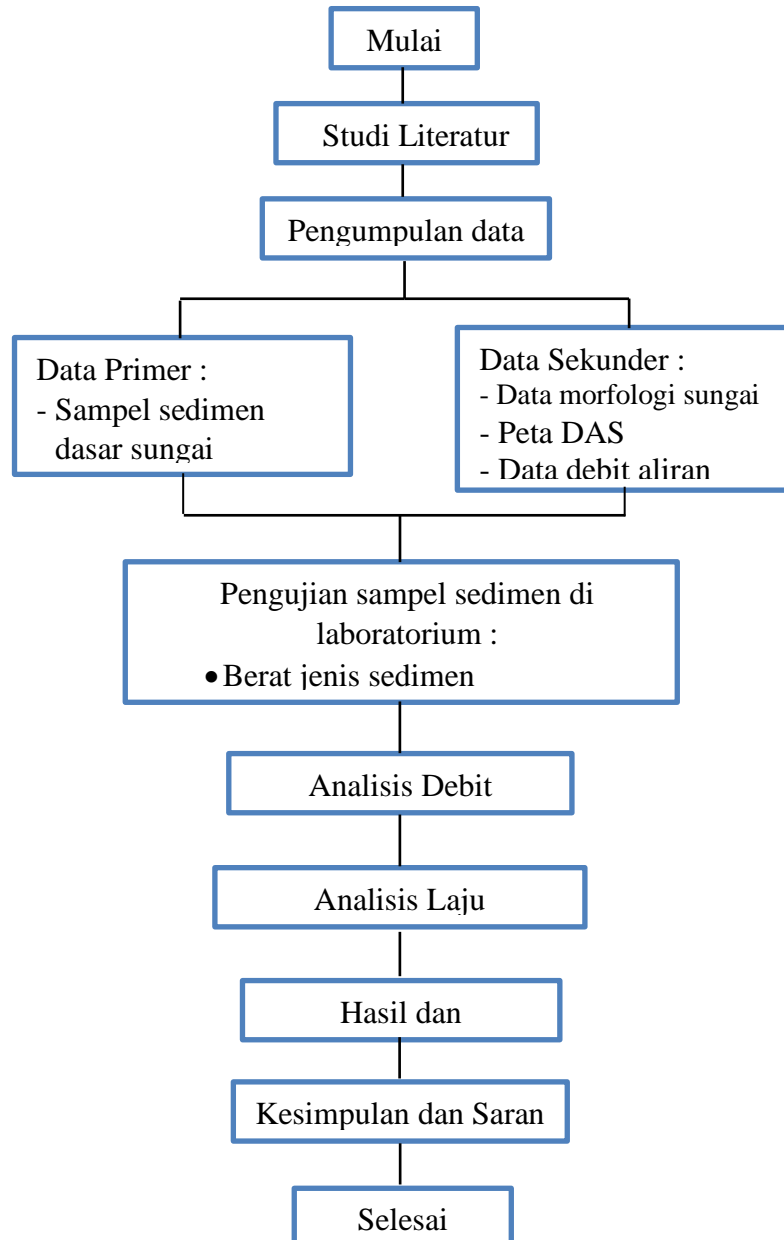
1. Data Primer

Pengukuran dan pengumpulan data yang dilakukan di lokasi penelitian adalah untuk mendapatkan data primer, yaitu sampel sedimen yang di ambil di dasar sungai lokasi pengamatan.

2. Data Sekunder

Data Sekunder terdiri dari data morfologi sungai (kedalaman sungai, lebar sungai, kecepatan aliran, kemiringan sungai). Data tersebut diambil dari Balai Wilayah Sungai Sulawesi I lewat Laporan Jasa Konsultansi untuk pekerjaan Detail Desain Pengendali Banjir Sungai Tikala Manado Tahun Anggaran 2019.

Bagan Alir Penelitian



Gambar 2. Bagan Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Debit Banjir

Dalam penelitian ini analisis debit banjir menggunakan data debit terukur yang bersumber dari Balai Wilayah Sungai Sulawesi I dengan periode pencatat tahun 2011 sampai tahun 2020. Data debit terukur tersebut merupakan data debit sungai Tikala pada Pos Duga Air Tikala - Paal IV. Selanjutnya, data debit terukur sungai Tikala dihitung dengan menggunakan analisis frekuensi debit berdasarkan kala ulang menggunakan persamaan yang sesuai dengan tipe distribusi untuk mendapatkan debit banjir rencana.

Tabel 1 Data Debit Tahunan Maksimum Pos Duga Air Tikala – Paal IV

No	Tahun	Pos Duga Air Tikala – Paal IV (m ³ /det)
1	2011	188,60
2	2012	141,91
3	2013	696,39
4	2014	1001,00
5	2015	97,44
6	2016	83,44
7	2017	134,03
8	2018	38,94
9	2019	121,57
10	2020	91,85

Sumber: “Balai Wilayah Sungai Sulawesi I”

Dengan menggunakan Analisis Regional:

$$Q_2 = \frac{A_2}{A_1} Q_1$$

maka didapatkan data debit sebagai berikut:

Tabel 2. Data Debit Tahunan Maksimum Titik Pengamatan (dekat Jembatan Miangas)

No	Tahun	Titik Pengamatan (m ³ /det)
1	2011	202,60
2	2012	152,44
3	2013	748,07
4	2014	1075,29
5	2015	104,67
6	2016	89,63
7	2017	143,97
8	2018	41,83
9	2019	130,59
10	2020	98,67

Analisis Frekuensi Debit

Analisis frekuensi debit dilakukan untuk menentukan besarnya debit yang terjadi pada periode ulang tertentu. Analisis frekuensi debit meliputi penentuan tipe distribusi debit, kemudian perhitungan besarnya debit berdasarkan kala ulang menggunakan persamaan yang sesuai dengan tipe distribusi.

Hasil perhitungan untuk kala ulang lainnya terdapat pada tabel 4.

Tabel 3. Debit Banjir Rencana

Kala Ulang (TR)	Log X_{TR}	X_{TR}
2 Tahun	2,1588	144,131 m ³ /det
5 Tahun	2,5503	355,045 m ³ /det
10 Tahun	2,7959	624,996 m ³ /det
50 Tahun	3,0909	1232,714 m ³ /det
100 Tahun	3,2999	1994,816 m ³ /det

Analisis Data Sedimentasi

Pada analisis data sedimentasi dilakukan dengan mengambil sampel sedimen terlebih dahulu untuk mengetahui ukuran butiran sedimen pada dasar sungai.

Data sedimen sungai DAS Tikala pada bagian hulu titik pengamatan (Jembatan Gantung Banjer) dan bagian hilir titik pengamatan (dekat Jembatan Miangas) adalah sebagai berikut :

Tabel 4. Ukuran partikel sedimen, d

Ukuran Efektif Partikel Sedimen, d		
d (mm)	hulu	hilir
d₃₅	0,65	0,54
d₅₀	0,85	0,72
d₆₅	1,15	1,1
d₉₀	2,45	2,7

1. Perhitungan Bed Load Metode Einstein

Untuk menghitung total *bed load* material dengan menggunakan metode Einstein maka dilakukan coba-coba nilai R' (jari-jari hidraulis) menggunakan persamaan:

$$R' = R_b \left(\frac{n'}{n}\right)^{3/2}$$

Analisis Metode Einstein

R'	S	U'_*	δ	K_s/δ
8,0038823	0,000836237	0,464240426	0,000239373	15,076587
5,3900885	0,000836237	0,380969806	0,000291694	12,372305

x	V	ψ'	V/U_*''	U_*''
1,45	12,268844	0,436749787	60	0,204481
1,3	9,5881662	0,648541095	100	0,095882

R''	R	P	A	Q kontrol	Q
1,552814	2,912881	37,31245	108,68673	1333,46054	624,99
0,341418	1,746963	37,31245	65,183473	624,9900	624,99

Setelah didapat R' yang menghasilkan Q kontrol yang mendekati Q₁₀ maka dapat dilanjutkan dengan persamaan selanjutnya.
 Dengan R' = 4,3135 didapatkan R = 1,3943.

U'	δ	K _s /δ	x	Δ	Δ/δ
0,3928502	0,000282872	12,75813107	1,26	0,0028642	10,126

X	d ₁ /X	ξ ₁	d ₆₅ /δ	Y	(β/β*) ²
0,0022055	1,636363636	1	12,75813	0,55	1,264477

i	d _i	i _{bw}	R'	ψ' _i	d ₁ /X
1	0,000853018	0,45	5,731506086	0,2936596	0,3868
2	0,000787402	0,4	5,731506086	0,2710704	0,357
3	0,000721785	0,15	5,731506086	0,2484812	0,3273

ξ ₁	Y	ψ* ₁	φ* _i	(i _{BW} q _{bw})
1	0,7	0,32353854	10	0,135277
1	0,75	0,29865096	10	0,106642
1	0,8	0,27376338	10	0,035098
			Σ	0,277016

Tabel *bed load material* untuk Q₁₀ = 624,99 m³/det

$$\begin{aligned}
 Q_{10} &= B \times (i_{BW} \times q_{bw}) \\
 &= 77,139 \text{ ft} \times 0,277016 \\
 &= 21,368 \text{ lb/s} \\
 &= 0,0106 \text{ ton/s} \\
 &= 923,1348 \text{ ton/hr}
 \end{aligned}$$

2. Perhitungan *Bed Load* Metode Meyer Peter

Dengan menggunakan persamaan:

$$\frac{q^{2/3}}{D} - 9,5 \left\{ \frac{(Y_s - Y)}{Y} \right\}^{10/9} = 0,462 \frac{(Y_s - Y)^{1/3}}{Y} \left(\frac{(Y_s - Y)}{Y_s} q_b \right)^{2/3}$$

Dari pengukuran lapangan diperoleh data sebagai berikut :

- Tinggi muka air (H) = 4,87 m
- Debit (Q₁₀) = 624,99 m³/detik
- Luas penampang (A) = 52,02 m
- Lebar aliran (L) = 23,51 m
- Lebar dasar (W) = 12,21 m
- Kemiringan dasar saluran (S) = 0,0008
- Jari-jari hidraulic (R) = 5,39 m
- Ukuran butiran (d) = d₉₀ = 2,7 mm
d₅₀ = 0,72 mm

Dihitung sedimen dasar saat itu bila keparatan (*density*) air dan sedimen dianggap = *specific gravity* (BD) air dan sedimen. BA air = 1,00 ton/m³ dan sedimen = 2,65 ton/m³.

Kecepatan rata-rata = $\frac{Q}{A} = V = 1,63 \text{ m}^3/\text{detik}$

Koefisien Kekasaran Manning = $V = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2} \rightarrow n = 0,047$

$$\text{Maka } n = 1/26 \times (2,7)^{1/6} = 0,0453$$

$$\psi = \frac{2650-1000}{1000} \times \frac{0,72 \times 10^{-3}}{4,31 \left(\frac{0,0453}{0,0043}\right) \times 8 \times 10^{-4}}$$

$$\Psi = 0,0096 \quad (\text{tanpa satuan})$$

$$\Phi = \left(\frac{4}{0,0096} - 0,188\right)^{3/2} = 1.442,319$$

$$1.442,319 = \frac{q_b}{2650} \times \left(\frac{1000}{2650-1000} \times \frac{1}{9,81 \times (3,20 \times 10^{-3})^3}\right)^{1/2}$$

$$q_b = 4,054 \text{ kg/detik/m}$$

$$Q_{10} = q_b \times W$$

$$Q_{10} = 4,054 \text{ kg/detik/m} \times 12,21 \text{ m}$$

$$= 49,505 \text{ kg/detik}$$

$$= 4.277,292 \text{ ton/hari}$$

3. Perhitungan *Bed Load* Metode *Van Rijn*

Dengan menggunakan persamaan 2.18 :

$$D_* = D_{50} \left(\frac{(s-1)g}{v^2}\right)^{1/3}$$

$$\text{Kecepatan rata-rata (v)} = 1,63 \text{ m/det}$$

$$\text{Keliling penampang basah rata-rata (P)} = 37,31 \text{ m}$$

$$\text{Kedalaman aliran rata-rata (d)} = 5,39 \text{ m}$$

$$\text{Jari-jari hidraulis (R)} = 5,39 \text{ m}$$

$$\text{Lebar dasar saluran rata-rata} = 12,21 \text{ m}$$

$$\text{Luas penampang (A)} = 52,02 \text{ m}^2$$

Bed Load

- hitung parameter partikel (D_*)

$$D_* = D_{50} \left[\frac{(s-1)g}{v^2}\right]^{1/3}$$

$$D_* = 0,72 \times 10^{-3} \left[\frac{(2,65-1)9,81}{(10^{-6})^2}\right]^{1/3}$$

$$D_* = 85,07$$

- hitung kecepatan geser dasar (V_{*cr}) berdasarkan gambar 7 untuk

$20 < D_* \leq 150$ diperoleh :

$$\theta_{cr} = 0,013 (D_*)^{0,29}$$

$$\theta_{cr} = 0,013 (85,079)^{0,29}$$

$$\theta_{cr} = 0,04716$$

$$\theta_{cr} = \frac{(V_{*cr})^2}{(s-1)gD_{50}}$$

$$0,04716 = \frac{(V_{*cr})^2}{(2,670-1) \times 9,81 \times 0,72 \times 10^{-3}}$$

$$V_{*cr} = \sqrt{0,04716 \times 1,67 \times 9,81 \times 0,72 \times 10^{-3}}$$

$$V_{*cr} = 1,438$$

- hitung koefisien Chezy (C)

$$C' = 18 \log \left(\frac{12R_b}{3D_{90}}\right)$$

$$C' = 18 \log \left(\frac{12 \times 4,134}{3 \times 2,7 \times 10^{-3}}\right)$$

$$C' = 47,299$$

- hitung kecepatan geser dasar efektif (V'_*)

$$V_*' = \left(\frac{g^{0.5}}{C'} \right) \cdot \bar{V}$$

$$V_*' = \left(\frac{9,81^{0.5}}{47,299} \right) \times 1,63$$

$$V_*' = 0,107 \text{ m/det}$$

- hitung *Transport Stage Parameter* (T)

$$T = \frac{(V_*')^2 - (V_{*cr})^2}{(V_{*cr})^2}$$

$$T = \frac{(0,107)^2 - (1,438)^2}{(1,438)^2}$$

$$T = 0,994$$

- hitung angkutan sedimen dasar (q_b)

$$q_b = \frac{0,053(T)^{2.1}[(s-1)g]^{0.5} \cdot (d_{50})^{3/2}}{(D^*)^{0.3}}$$

$$q_b = \frac{0,053(0,994)^{2.1}[(2,670-1)9,81]^{0.5} \cdot (2,7 \times 10^{-3})^{3/2}}{(85,079)^{0.3}}$$

$$q_b = 0,0006382 \times 10^{-4}$$

- hitung angkutan sedimen dasar

$$Q_{10} = q_b \cdot W$$

$$Q_{10} = 6,382 \times 10^{-4} \times 12,21$$

$$Q_{10} = 7,794 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$Q_{10} = 7,794 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{detik} \times 2.670 \text{ kg/m}^3$$

$$= 20,811 \text{ kg/detik}$$

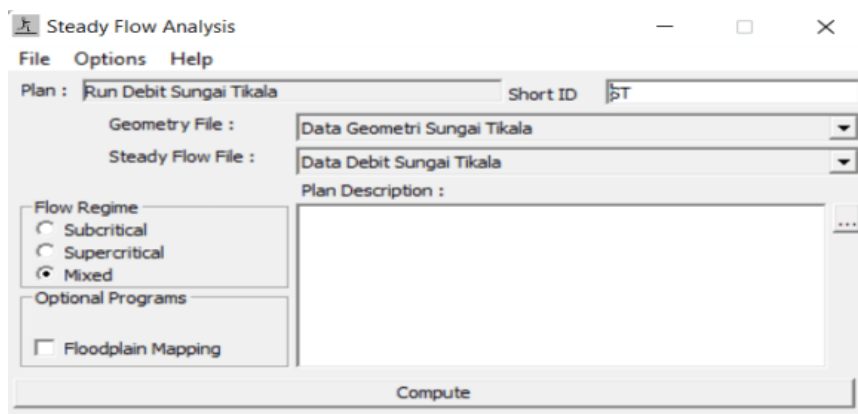
$$= 1.798,07 \text{ ton/hari}$$

Analisis Transpor Sedimen Menggunakan Program Komputer HEC-RAS

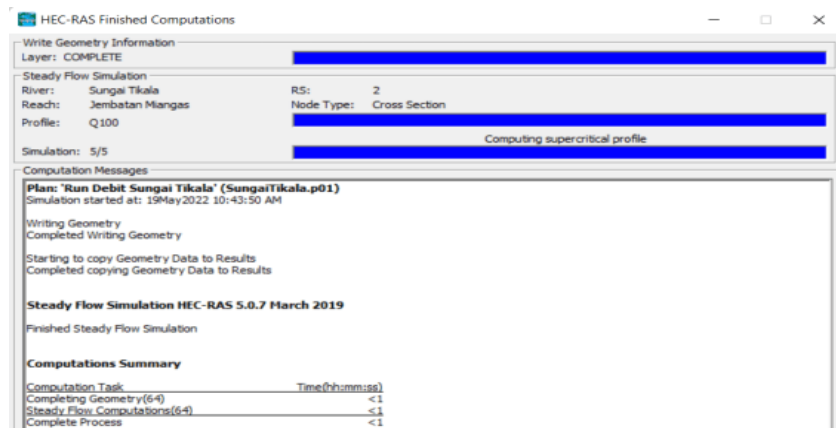
Analisis transpor sedimen menggunakan program komputer HEC-RAS dengan menggunakan metode Meyer Peter Muller (MPM) membutuhkan data masukan yaitu penampang saluran, karakteristik saluran untuk nilai koefisien Manning, data debit banjir dan data sedimen.

Simulasi Transpor Sedimen dengan Program Komputer HEC-RAS

Sebelum masuk pada simulasi transpor sedimen, dilakukan terlebih dahulu *Steady Flow Simulation*. Simulasi ini dilakukan dengan masuk pada tampilan *Steady Flow Simulation* kemudian membuat “Plan” (rencana). Pengaturan untuk memulai simulasi yaitu dengan membuka “File” yang ada di pojok kiri atas lalu “Open Plan” dan memilih nama simulasi untuk masing-masing debit kala ulang 2 tahun, 5 tahun, 10 tahun, 50 tahun, dan 100 tahun. Kemudian memilih *Mixed* sebagai asumsi untuk *Flow Regime*.

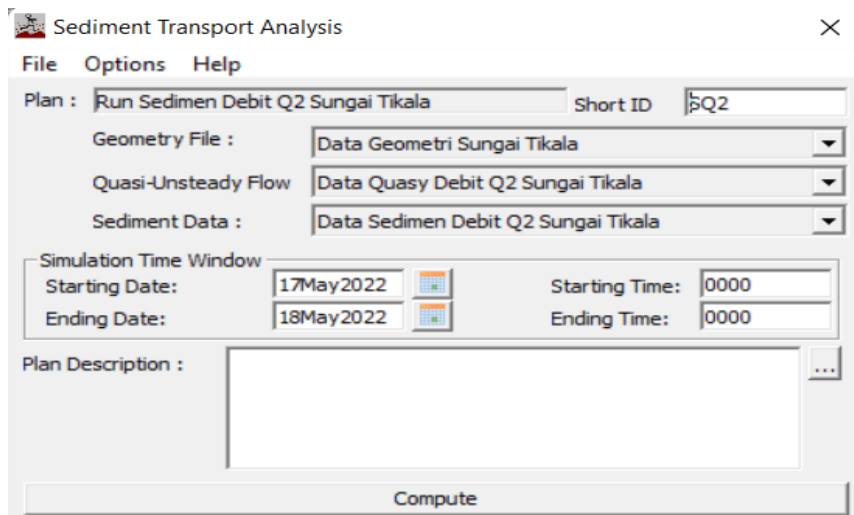


Gambar 3. Tampilan Simulasi *Steady Flow* untuk Setiap Kala Ulang

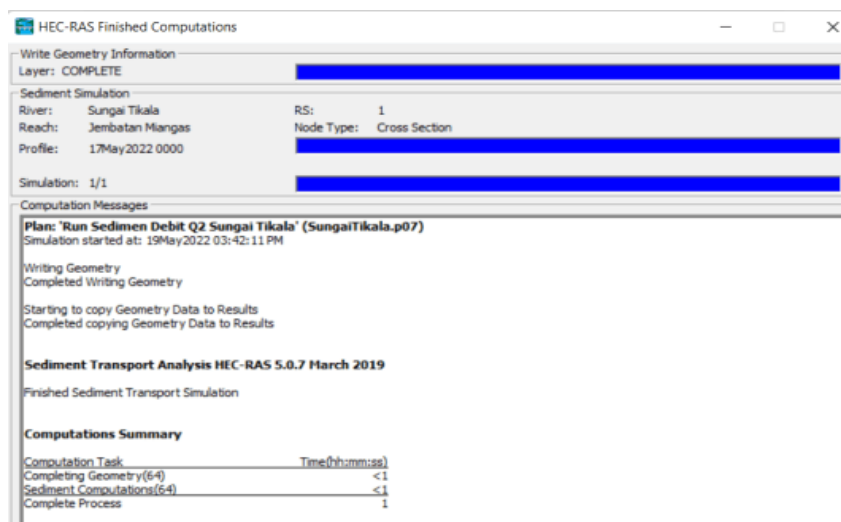


Gambar 4. Tampilan Selesai Simulasi

Selanjutnya untuk simulai transpor sedimen masuk pada tampilan *Transport Analysis* kemudian membuat “Plan” (rencana) untuk menentukan durasi *running*. Pengaturan untuk memulai simulasi yaitu dengan membuka “File” yang ada di pojok kiri atas lalu “Open Plan” dan memilih nama simulasi untuk masing-masing kala ulang 2 tahun, 5 tahun, 10 tahun, 50 tahun, dan 100 tahun.



Gambar 5. Tampilan Simulasi Transpor Sedimen untuk Setiap Kala Ulang



Gambar 6. Tampilan Selesai Simulasi

Pembahasan

Penelitian ini dilakukan pada sungai Tikala di Kota Manado. Lokasi yang ditinjau dari titik jembatan Gantung Banjer sepanjang 516,6 meter ke arah hilir dengan luas DAS Tikala sebesar 91,91 km².

Berdasarkan hasil analisis, debit banjir yang terjadi untuk masing-masing kala ulang disajikan dalam tabel berikut

Tabel 5. Debit Banjir Rencana untuk masing-masing kala ulang

Kala Ulang	Debit Banjir Rencana
2 Tahun	$Q_2 = 144,131 \text{ m}^3/\text{det}$
5 Tahun	$Q_5 = 355,045 \text{ m}^3/\text{det}$
10 Tahun	$Q_{10} = 624,996 \text{ m}^3/\text{det}$
50 Tahun	$Q_{50} = 1.232,714 \text{ m}^3/\text{det}$
100 Tahun	$Q_{100} = 1.994,816 \text{ m}^3/\text{det}$

Berdasarkan analisis angkutan sedimen dasar (*bed load*) untuk $Q_{10} = 624,99 \text{ m}^3/\text{det}$ dengan menggunakan 3 persamaan prediksi dan hasil simulasi HEC-RAS diperoleh hasil sebagai berikut :

Tabel 6. Hasil Prediksi Transpor Sedimen (*bed load*)

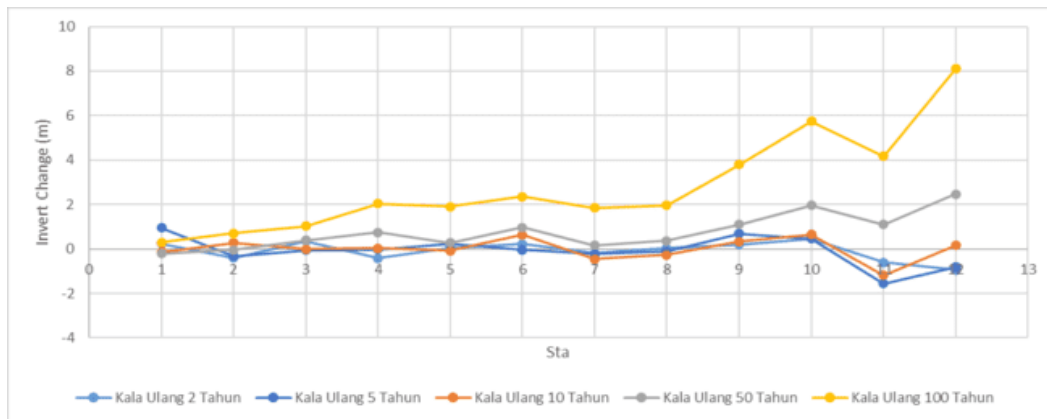
Metode	Transpor Sedimen (<i>bed load</i>)
Einstein	923,13 ton/hari
Meyer Peter	4.277,29 ton/hari
Van Rijn	1.798,07 ton/hari
HEC-RAS	7.779,34 ton/hari

Dari hasil simulasi transpor sedimen menggunakan metode Meyer Peter Muller (MPM) pada HEC-RAS dapat dilihat bahwa terjadi sedimentasi dan erosi penampang sungai untuk masing-masing kala ulang.

Berikut adalah tabel dan grafik rangkuman perubahan dasar saluran terhadap debit banjir rencana Q_2 , Q_5 , Q_{10} , Q_{50} , dan Q_{100} .

Tabel 7. Rangkuman Perubahan Dasar Saluran terhadap Debit Banjir Rencana Q_2 , Q_5 , Q_{10} , Q_{50} , Q_{100}

River Sta.	ID Sta.	Invert Change Q_2 (m)	Invert Change Q_5 (m)	Invert Change Q_{10} (m)	Invert Change Q_{50} (m)	Invert Change Q_{100} (m)
12	T 19	-0.937	-0.813	0.155	2.471	8.093
11	T 18	-0.611	-1.563	-1.183	1.103	4.167
10	T 17	0.468	0.463	0.651	1.962	5.737
9	T 16	0.191	0.682	0.339	1.101	3.79
8	T 15	0.023	-0.121	-0.26	0.365	1.957
7	T 14	-0.192	-0.228	-0.451	0.164	1.854
6	BM 3	0.217	-0.042	0.637	0.971	2.357
5	T 12	0.058	0.211	-0.085	0.283	1.9
4	T 11	-0.42	-0.03	0.027	0.734	2.032
3	T 10	0.348	-0.062	-0.014	0.395	1.016
2	T 9	-0.403	-0.328	0.279	-0.051	0.708
1	T 8	0.24	0.948	-0.14	-0.208	0.284



Gambar 7. Grafik Rangkuman Perubahan Dasar Saluran Terhadap Debit Banjir Rencana Q_2 , Q_5 , Q_{10} , Q_{50} , Q_{100}

PENUTUP

Kesimpulan

Dalam penelitian ini didapatkan beberapa kesimpulan yaitu :

- Berdasarkan analisis angkutan sedimen dasar (*bed load*) menggunakan 3 persamaan prediksi untuk $Q_{10} = 624,99$ m/det diperoleh hasil sebagai berikut: persamaan Einstein sebesar 923,134 ton/hari, persamaan Meyer Peter sebesar 4.277,292 ton/hari dan persamaan Van Rijn 1.798,07 ton/hari. Sedangkan dari hasil simulasi transpor sedimen dengan HEC-RAS untuk $Q_{10} = 624,99$ m/det sebesar 7.779,34 ton/hari.
- Berdasarkan hasil simulasi transpor sedimen, terjadi sedimen dan erosi pada setiap penampang untuk masing – masing kala ulang :
 - Kala ulang 2 Tahun terjadi erosi pada STA T9, T11, T14, T18, T19. Dan terjadi sedimentasi pada T8, T10, T12, BM3, T15, T16, T17. Erosi maksimum pada STA T19 dan sedimentasi maksimum pada STA T17.
 - Kala ulang 5 Tahun terjadi erosi pada STA T9, T10, T11, BM3, T14, T15, T18, T19. Dan terjadi sedimentasi pada T8, T12, T16, T17. Erosi maksimum pada STA T18 dan sedimentasi maksimum pada STA T8.
 - Kala ulang 10 Tahun terjadi erosi pada STA T8, T10, T12, T14, T15, T18. Dan terjadi sedimentasi pada T9, T11, BM3, T16, T17, T19. Erosi maksimum pada STA T18 dan sedimentasi maksimum pada STA T17.
 - Kala ulang 50 Tahun terjadi erosi pada STA T8 dan T9. Dan terjadi sedimentasi pada T10, T11, T12, BM3, T14, T15, T16, T17, T18, T19. Erosi maksimum pada STA T8 dan sedimentasi maksimum pada STA T19.
 - Kala ulang 100 Tahun pada semua STA terjadi sedimentasi dan maksimum pada STA T19.
- Dari analisis transpor sedimen diprediksikan bahwa sungai Tikala masih akan terus mengalami proses erosi dan sedimentasi yang cukup besar pada skala ulang tertentu, sehingga stabilitas atau keseimbangan sungai belum tercapai

Saran

- Perlu dilakukan pemantauan secara berkala pada titik-titik yang berpotensi terjadinya erosi dan sedimentasi untuk mengantisipasi dampak negatif terhadap stabilitas sungai Tikala.
- Pada penelitian selanjutnya perlu digunakan rumus empiris yang lebih beragam sehingga didapat hasil yang lebih akurat.
- Dalam penelitian selanjutnya disarankan menggunakan perhitungan sedimen melayang (*suspended load*) dan muatan bilas (*wash load*) untuk mendapatkan transpor sedimen total.

DAFTAR PUSTAKA

- BPDAS. 2016. *Peta Tutupan Lahan Sulawesi Utara. Balai Pengelolaan DAS Tondano*. Manado.
- Garde, R. J. and Ranga Raju, K. G. 1977. *Mechanics of Sediment Transportation and Alluvial Stream Problems*, Willey Eastern Limited, New Delhi.
- Sudira, I. W., Tiny Mananoma, H. Manalip. 2013. Analisis Angkutan Sedimen Pada Sungai Mansahan. *Jurnal Ilmiah Media Engineering Vol. 3, No. 1, Maret 2013 ISSN 2087-9334(54-57)*
- Kapahang, G. S., Tiny Mananoma, Jeffry S. F. Sumarauw. 2021. Analisis Transpor Sedimen Pada Ruas Terpilih Di Sungai Pulisan. Skripsi Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi.
- Koagouw, Y. W. Y., Tiny Mananoma, Jeffry S. F. Sumarauw. 2021. Analisis Transpor Sedimen Pada Sungai Tondano Ruas Kairagi – Singkil. *Jurnal Ilmiah Media Engineering Vol.11, No.1, Maret 2021 (19-28), ISSN: 2087-9334*.
- Mokonio, Oliviana., Tiny Mananoma, L. Tanudjaja, A. Binilang. 2013. Analisis Sedimentasi Di Muara Sungai Saluwangko Di Desa Tounalet Kecamatan Kakas Kabupaten Minahasa. *Jurnal Sipil Statik Vol.1 No.6, Mei 2013 (452-458) ISSN: 2337-6732*.
- Ponce, V. M. 1989. *Engineering Hydrology Principles and Practice*. Prentice Hall. New Jersey.
- Rijn, L. C. V. 1984. “*Sediment Transport, part I : Bed Load Transport*”. *Journal of Hydraulic Engineering*, Vol. 110, No. 10.
- Soewarno. 1991. *Hidrologi: Pengukuran dan Pengelolaan Data Aliran Sungai. (Hidrometri)*. Bandung: Penerbit Nova.

Halaman ini sengaja dikosongkan