

Analisis Sebaran Transpor Sedimen Pada Ruas Sungai Sario

Tiny Mananoma^{#1}, Kelvin H. Auwyanto^{#2}, Kevin F. Tawalujan^{#3}, Indah R. Lempoy^{#4}, Siti N.A.K Akili^{#5}

^{#1}Dosen, Program Magister Teknik Sipil, Universitas Sam Ratulangi

^{#2,3,4,5}Mahasiswa Program Magister Teknik Sipil, Universitas Sam Ratulangi

Jl. Kampus UNSRAT Kelurahan Bahu, Manado, Indonesia, 95115

¹tmananoma@yahoo.com; ²auwyantokelvin22@gmail.com;

³ftawalujan@gmail.com; ⁴indahlempoy0@gmail.com; ⁵sitinurainiakili227@gmail.com

Abstrak

Erosi dan sedimentasi di wilayah DAS Sungai Sario berpengaruh pada besaran jumlah kapasitas tampung. Salah satu penyebab banjir di Sungai Sario adalah debit aliran yang besar, disamping itu kapasitas tampung sungai berkurang akibat adanya erosi/sedimentasi. Transpor sedimen dapat menyebabkan terjadinya perubahan pada dasar sungai. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis sebaran transpor sedimen dasar (*bedload*) pada ruas Sungai terpilih. Lokasi yang ditinjau berada sejauh sekitar 280 meter ke arah hilir dari titik Jembatan Sario. Digunakan nilai debit banjir rencana dengan kala ulang 5 tahun sebesar 26,99 m³/detik, kemudian debit puncak tersebut dimasukkan dalam program komputer HEC-RAS untuk menampilkan mekanisme dan pola transpor sedimen. Metode Meyer Peter Muller (MPM) digunakan dalam pemodelan HEC-RAS yang membutuhkan data masukan berupa data penampang sungai, karakteristik sungai untuk nilai koefisien *n* manning, data debit banjir, serta data sedimen. Hasil analisis transpor sedimen menggunakan Metode Meyer Peter Muller (MPM) sebesar 190,70 ton untuk tahun 2019 dan 524,05 ton untuk tahun 2021. Sedangkan hasil simulasi pada ruas terpilih menunjukkan terjadinya erosi pada dasar sungai.

Kata kunci – sungai Sario, MPM, transpor sedimen

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Sungai adalah jaringan alur-alur pada permukaan bumi yang terbentuk secara alamiah, mulai dari bentuk kecil di bagian hulu sampai besar di bagian hilir. Aliran sungai merupakan sumber air yang paling dominan untuk memenuhi kebutuhan hidup manusia sehingga sungai tersebut sepatutnya diusahakan kelestariannya yaitu salah satunya dengan mengusahakan agar

kapasitas penampang sungai tetap stabil dari endapan sedimen.

Kejadian yang terjadi di wilayah DAS Sario yaitu masalah banjir dan erosi berpengaruh pada morfologi sungai. Salah satu penyebab banjir di Sungai Sario adalah debit aliran yang besar, dilain pihak kapasitas tampung sungai berkurang akibat adanya erosi/sedimentasi. Angkutan sedimen dapat menyebabkan terjadinya perubahan dasar sungai.

B. Rumusan Masalah

Dalam penelitian ini yang menjadi permasalahan adalah besaran sedimentasi di sungai Sario yang dapat mempengaruhi volume kapasitas tampung penampang sungai Sario.

C. Batasan Penelitian

Batasan masalah untuk membatasi ruang lingkup penelitian, sebagai berikut :

- Analisis menggunakan data tahun 2019 dan 2021. Data tanah yang ditinjau menggunakan data sondir (CPT).
- Perhitungan angkutan sedimen dasar (*bedload*) menggunakan Metode Meyer Peter Muller (MPM).
- Analisis transpor sedimen dengan program HEC-RAS menggunakan Metode Meyer Peter Muller (MPM).

D. Tujuan Penelitian

Menganalisis besaran transpor sedimen dasar (*bedload*) pada ruas sungai terpilih dengan menggunakan Metode Meyer Peter Muller (MPM) dan dengan menggunakan aplikasi HEC-RAS.

E. Manfaat Penelitian

Untuk mengetahui besaran transport sedimen dasar (*bedload*) di sungai Sario, yang diharapkan dapat membantu para pihak yang berkepentingan dalam menentukan pola perencanaan dan pengelolaan yang berkelanjutan.



Gambar 1. Lokasi Penelitian
 Sumber, Citra Satelit Google Earth

II. METODOLOGI PENELITIAN

Prosedur studi sebagai berikut :

- Studi dilakukan pada segmen sungai antara jembatan Sario dan Jembatan Kuning Mantos.
- Pengumpulan data dengan menggunakan data sekunder yaitu berupa peta situasi yang diambil dari citra satelit google earth, data debit, data analisa saringan hulu dan hilir, dan penampang sungai Sario yang berada di titik jembatan Sario.2.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Lokasi Penelitian

Pada koordinat 1°28'22,48"N 124°50'5,13"E. Kemudian dari titik koordinat tersebut, terdapat 2

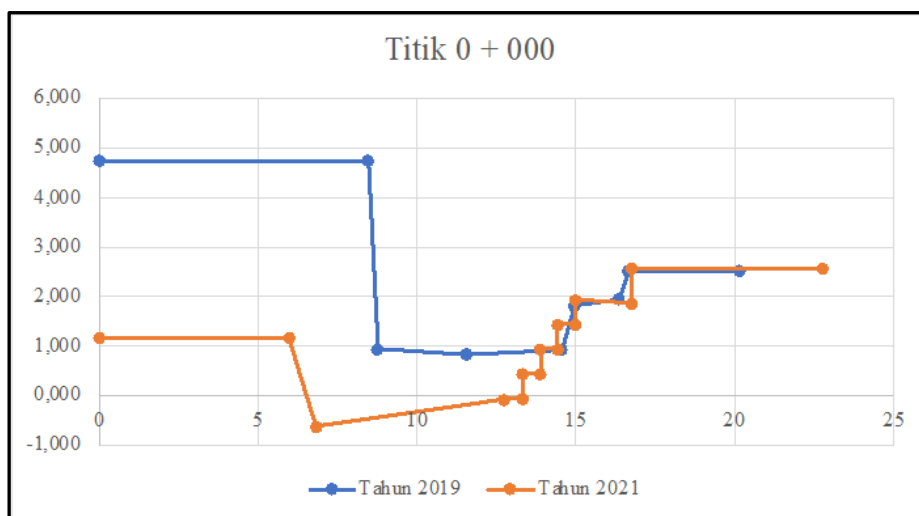
pengukuran pada tahun yang berbeda dan diambil titik pengukuran cross section tersebut hampir mendekati atau sama.

B. Perbandingan Kondisi Sungai yang ditinjau

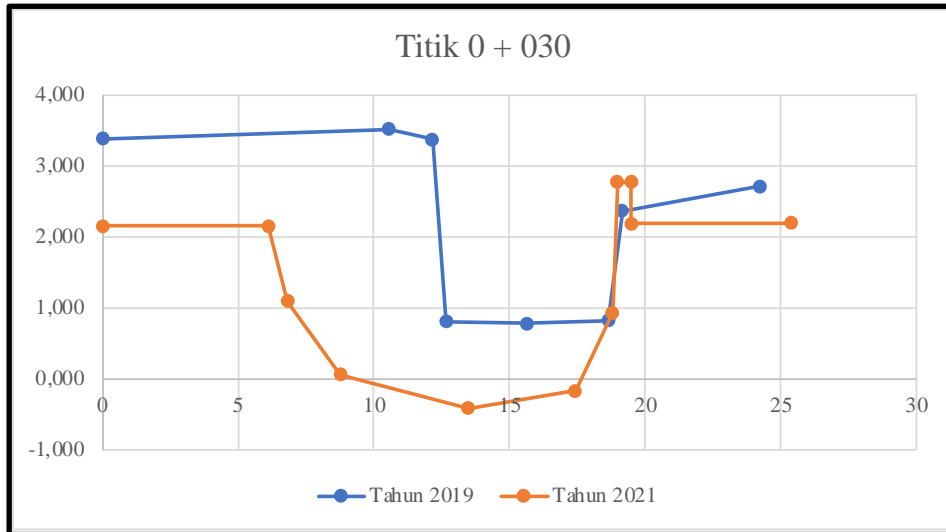
Perbandingan kondisi sungai yang ditinjau yaitu tahun 2019 dan tahun 2021. Jarak dari cross hulu ke cross hilir yaitu 30 m.

C. Analisis Kapasitas Tampung dengan cara Overlay di Sungai Tinjauan

Perbandingan pengukuran geometri sungai Sario tahun 2019 dan 2021 pada 2 titik tinjauan sebagai berikut.



Gambar 2. Cross 0 + 000 (Hulu)



Gambar 3. Cross 0 + 030 (Hilir)

TABEL 1
Selisih Volume Kapasitas Tampung

Uraian	Tahun 2019		Tahun 2021	
	S7	S6	S63	S64
(a)	(b)	(c)	(d)	(e)
Lebar Atas (m)	6,50	7,00	8,45	12,87
Kedalaman (m)	0,99	1,58	1,80	2,57
Luas Kapasitas Tampung (m ²)	10,99	9,97	11,26	26,53
Jarak (m)	30		30	
Volume (m ³)	314,31		566,81	
Selisih volume tahun 2019 & 2021 (m ³)	252,50			

Sumber : Hasil Analisis

Berdasarkan hasil perhitungan luas kapasitas tampung sungai Sario tahun 2019 dan 2021 diatas, maka luas kapasitas tampung pada tahun 2021 lebih besar dibandingkan dengan tahun 2019.

D. Analisis Angkutan Sedimen Dasar (Bed Load) dengan Metode MPM

Dengan menggunakan persamaan 1:

$$\gamma_w \frac{Q_s}{Q} \left(\frac{k_s}{k_s'} \right)^{3/2} hI = 0,047(\gamma_s - \gamma_w)d_m + 0,25 \frac{\gamma_w^{1/3}}{g} (q_b)^{2/3}$$

Perhitungan untuk Tahun 2019:

Persamaan Meyer-Peter and Muller

Diketahui :

- Debit Aliran (Q50) = 26,99 m³/det
- Lebar Sungai (l) = 8,45 m
- Kemiringan / Slope (I) = 0,007
- Luas Penampang (A) = 11,26 m
- Keliling Basah (P) = 19,31 m
- Berat Jenis Sedimen (γ_s) = 2,68 g/m³
- Kedalaman (h) = 1,8 m
- Gravitasi (g) = 9,81 m/s²

- Mencari nilai jari-jari hidraulik

$$R = \frac{A}{P}$$

Dengan:

- R = Jari-jari hidraulik
- A = Luas penampang aliran
- P = Keliling basah aliran

$$R = \frac{9,97}{16} = 0,62 \text{ m}$$

- Mencari Ripple Factor

$$\mu = \left(\frac{k_s}{k_s'} \right)^{3/2}$$

Dengan :

$$\mu = \text{Ripple Factor}$$

k_s = Nilai kehilangan tenaga akibat bentuk dasar sungai

k_s' = Nilai kehilangan tenaga akibat gesekan dengan butiran

$$k_s = \frac{v}{R^{2/3} I^{1/2}} = \frac{26}{2,71 \cdot 0,62^{2/3} \cdot 0,005^{1/2}} = 52,49 \text{ m/det}$$

$$k_s' = \frac{26}{1,2^{1/6}} = 130 \text{ m/det}$$

$$\mu = \left(\frac{52,49}{130}\right)^{3/2} = 0,40$$

- Cara menghitung nilai angkutan sedimen dasar

$$\text{Nilai } \frac{Q_s}{Q} = R = 0,62 \text{ m}$$

$$\gamma_w \frac{Q_s}{Q} \left(\frac{k_s}{k_{s'}}\right)^{3/2} hl = 0,047(\gamma_s - \gamma_w)d_m + 0,25 \frac{\gamma_w}{g} (q_b)^{1/3}$$

$$1 \times 0,62 \times (0,40)^{3/2} \times 0,99 \times 0,005 = 0,047 \times (2,68 - 1) \times 0,58 + 0,25 \times \frac{1}{9,81} (q_b)^{1/3}$$

$$0,00079 = 0,16258(q_b)^{2/3}$$

$$\sqrt[3]{\frac{0,00079^2}{0,16258}} = q_b$$

$$q_b = 0,00034 \times 6,5$$

$$q_b = 0,00221 \text{ ton/detik}$$

$$\text{Total bedload } Q_5 = 24 \times 60 \times 60 \times 0,00221 = 190,70 \text{ ton}$$

Perhitungan untuk Tahun 2021:

Persamaan Meyer-Peter and Muller

Diketahui :

$$\text{Debit Aliran } (Q_{50}) = 26,99 \text{ m}^3/\text{det}$$

$$\text{Lebar Sungai } (l) = 8,45 \text{ m}$$

$$\text{Kemiringan / Slope } (I) = 0,007$$

$$\text{Luas Penampang } (A) = 11,26 \text{ m}$$

$$\text{Keliling Basah } (P) = 19,31 \text{ m}$$

$$\text{Berat Jenis Sedimen } (\gamma_s) = 2,68 \text{ g/m}^3$$

$$\text{Kedalaman } (h) = 1,8 \text{ m}$$

$$\text{Gravitasi } (g) = 9,81 \text{ m/s}^2$$

- Mencari nilai jari-jari hidraulik

$$R = \frac{A}{P}$$

Dengan :

$$R = \text{Jari-jari hidraulik}$$

$$A = \text{Luas penampang aliran}$$

$$P = \text{Keliling basah aliran}$$

$$R = \frac{11,26}{19,31} = 0,58 \text{ m}$$

- Mencari Ripple Factor

$$\mu = \left(\frac{k_s}{k_{s'}}\right)^{3/2}$$

Dengan :

$$\mu = \text{Ripple Factor}$$

$$k_s = \text{Nilai kehilangan tenaga akibat bentuk dasar sungai}$$

$$k_{s'} = \text{Nilai kehilangan tenaga akibat gesekan dengan butiran}$$

$$k_s = \frac{v}{\frac{R^{2/3} I^{1/2}}{2,40}} = 41,04 \text{ m/det}$$

$$k_{s'} = \frac{26}{d_{90}^{1/6}}$$

$$k_{s'} = \frac{26}{1,2^{1/6}} = 130 \text{ m/det}$$

$$\mu = \left(\frac{41,04}{130}\right)^{3/2} = 0,32$$

- Cara menghitung nilai angkutan sedimen dasar

$$\text{Nilai } \frac{Q_s}{Q} = R = 0,62 \text{ m}$$

$$\gamma_w \frac{Q_s}{Q} \left(\frac{k_s}{k_{s'}}\right)^{3/2} hl = 0,047(\gamma_s - \gamma_w)d_m + 0,25 \frac{\gamma_w}{g} (q_b)^{1/3}$$

$$1 \times 0,58 \times (0,32)^{3/2} \times 1,8 \times 0,007 = 0,047 \times (2,68 - 1) \times 0,58 + 0,25 \times \frac{1}{9,81} (q_b)^{1/3}$$

$$0,00131 = 0,16258(q_b)^{2/3}$$

$$\sqrt[3]{\frac{0,00131^2}{0,16258}} = q_b$$

$$q_b = 0,00072 \times 8,45$$

$$q_b = 0,00606 \text{ ton/detik}$$

$$\text{Total bedload } Q_5 = 24 \times 60 \times 60 \times 0,00606 = 524,05 \text{ ton}$$

E. Analisis Transpor Sedimen dengan Menggunakan Program HEC – RAS

Analisis transpor sedimen menggunakan program komputer HEC-RAS dengan menggunakan metode Meyer Peter Müller (MPM) membutuhkan data masukan yaitu penampang saluran, karakteristik saluran untuk nilai koefisien Manning, data debit (Q_s) 26,99 m³/detik, dan data analisis saringan sebagai berikut :

Pengukuran Tahun 2019

Setelah mensimulasikan dengan program HEC-RAS didapat perubahan dasar saluran dari masing-masing penampang, kemudian dihitung besaran transport

$$\text{Volume} = \text{Luas Rata – Rata} \times \text{Jarak}$$

$$= 8,29 \text{ m}^2 \times 30 \text{ m}$$

$$= 248,57 \text{ m}^3$$

$$\text{Besaran Transpor Sedimen (Bed Load)}$$

$$= 248,57 \text{ m}^3 \times 2680 \text{ kg/m}^3$$

$$= 666174,3 \text{ kg}$$

$$= 666,17 \text{ ton}$$

Pengukuran Tahun 2019

Setelah mensimulasikan dengan program HEC-RAS didapat perubahan dasar saluran dari masing-masing penampang, kemudian dihitung besaran transport

$$\text{Volume} = \text{Luas Rata – Rata} \times \text{Jarak}$$

$$= 22,51 \text{ m}^2 \times 30 \text{ m}$$

$$= 675,27 \text{ m}^3$$

$$\text{Besaran Transpor Sedimen (Bed Load)}$$

$$= 675,27 \text{ m}^3 \times 2680 \text{ kg/m}^3$$

$$= 1809725,9 \text{ kg}$$

$$= 1809,72 \text{ ton}$$

TABEL 2
Analisis Saringan di Hulu

Sieve Number	Diameter (mm)	Mass of Sieve (g)	Mass of Sieve & Soil (g)	Soil Retained (g)	Soil Retained (%)	Soil Passing (%)
#4	4.750	512.38	512.38	0.00	0.00	100.000
#8	2.380	474.41	482.34	7.93	1.62	98.378
#10	2.000	462.24	466.57	4.33	0.89	97.493
#12	1.680	460.67	465.62	4.95	1.01	96.481
#16	1.190	442.08	468.14	26.06	5.33	91.151
#18	1.000	437.27	466.04	28.77	5.88	85.268
#30	0.590	409.87	573.24	163.37	33.41	51.859
#40	0.425	397.18	541.01	143.83	29.41	22.446
#50	0.297	389.36	456.01	66.65	13.63	8.816
#80	0.177	351.8	391.39	39.59	8.10	0.720
#100	0.149	351.05	351.25	0.20	0.04	0.679
#200	0.075	385.04	388	2.96	0.61	0.074
Pan		331	331.360	0.36	0.07	0.000
TOTAL:				489	100.0	

TABEL 3
Pembebanan Struktur

Sieve Number	Diameter (mm)	Mass of Sieve (g)	Mass of Sieve & Soil (g)	Soil Retained (g)	Soil Retained (%)	Soil Passing (%)
#4	4.750	512.38	512.38	0.00	0.00	100.000
#8	2.380	474.41	579.44	105.03	14.33	85.671
#10	2.000	462.24	499.74	37.50	5.12	80.555
#12	1.680	460.67	497.45	36.78	5.02	75.538
#16	1.190	442.08	542.05	99.97	13.64	61.899
#18	1.000	437.27	498.53	61.26	8.36	53.542
#30	0.590	409.87	577.03	167.16	22.80	30.737
#40	0.425	397.18	498.07	100.89	13.76	16.973
#50	0.297	389.36	463.91	74.55	10.17	6.802
#80	0.177	351.8	394.2	42.40	5.78	1.018
#100	0.149	351.05	354.75	3.70	0.50	0.513
#200	0.075	385.04	387.85	2.14	0.29	0.221
Pan		331	331.300	1.62	0.22	0.000
TOTAL:				733	100.0	

TABEL 4
Perubahan Dasar Saluran Tahun 2019

River Sta.	ID Sta.	Invert Change (m)	Lebar Sungai (m)	Luas (m ²)
2	0 + 000	-0.849	6.50	-5.52
1	0 + 030	-1.579	7.00	-11.05
			Rata - rata	-8.29

Sumber : Hasil Analisis

TABEL 5
Perubahan Dasar Saluran Tahun 2021

River Sta.	ID Sta.	Invert Change (m)	Lebar Sungai (m)	Luas (m ²)
2	0 + 000	-1.801	8.45	-15.218
1	0 + 030	-2.315	12.87	-29.8
			Rata - rata	-22.51

Sumber : Hasil Analisis

TABEL 6
Hasil Prediksi Besaran Transpor Sedimen

Metode	Selisih <i>Bedload</i> Tahun 2019 dan 2021 (ton)
<i>Overlay</i>	252,50
<i>Meyer Peter Muller</i>	333,35
<i>Hec - Ras</i>	1143,55

Sumber : Hasil Analisis

IV. KESIMPULAN

Dalam penelitian ini didapatkan beberapa kesimpulan yaitu :

1. Berdasarkan hasil pengukuran ruas sungai Sario pada tahun 2019 dan 2021 maka dilakukan *overlay* untuk mendapatkan volume kapasitas tampung. Sehingga didapatkan selisih volume tahun 2019 dan 2021 sebesar 252,50 ton.
2. Berdasarkan analisis angkutan sedimen dasar (*bed load*) untuk $Q_5 = 26,99 \text{ m}^3/\text{detik}$ tahun 2019 dan 2021 dengan menggunakan persamaan MPM, didapatkan selisih total *bedload* sebesar 333,35 ton.
3. Berdasarkan hasil simulasi dengan program HEC-RAS didapatkan selisih total *bedload* tahun 2019 dan 2021 sebesar 1.143,55 ton.
4. Perbedaan/variasi volume sedimentasi yang diperoleh dari hasil pengukuran dan analisis menggunakan persamaan MPM bisa jadi disebabkan oleh beberapa faktor pengaruh salah satunya besaran debit yang digunakan.

KUTIPAN

- [1] AUWYANTO K.H., SUMARAUW J.S.F., MANANOMA T., (2022). Manajemen Sungai Torrential Sebagai Konsep Pengendalian Banjir Dari Kawasan Hulu DAS Pulisan. Jurnal Tekno, Vol.20 No.80, ISSN: 0215-9617, Universitas Sam Ratulangi, Manado, April 2022.
- [2] FAJAR M.M., SUMARAUW J.S.F., MANANOMA T., (2022). Analisis potensi dan pengendalian banjir sungai 1996 pulisan dengan konsep echo hidraulik. Jurnal TEKNO, Vol.20 No.80, pp.107-118, ISSN: 0215-9617, Universitas Sam Ratulangi, Manado, April 2022.
- [3] IMANUEL M., MANANOMA T., SUMARAUW J.S.F., (2020). Analisis debit banjir dan tinggi muka air Sungai Maen Kecil di Desa Maen Kabupaten Minahasa Utara. Jurnal Sipil Statik Vol.8 No.3, pp.337-344, ISSN: 2337-6732, Universitas Sam Ratulangi, Manado, Mei 2020.
- [4] KIRONOTO., BAMBANG A., (1997). Hidraulika Transpor Sedimen, Program Pasca Sarjana. Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- [5] MAKAL. PRIBADY A., MANANOMA T., SUMARAUW J.S.F., (2020). Analisis debit banjir dan tinggi muka Air Sungai Kawangkoan di Desa Kawangkoan Kecamatan Kalawat Kabupaten Minahasa Utara. Jurnal Sipil Statik, Vol.8 No.3, pp.283-292, ISSN: 2337-6732, Universitas Sam Ratulangi, Manado, Mei 2020.
- [6] MAKAWIMBANG A.F., MANANOMA T., SUMARAUW J.S.F., (2022). Analisis Pengaruh Transpor Sedimen Terhadap Stabilitas Morfologi Sungai Sario. Jurnal Ilmiah Media Engineering, Vol.12 No.2, ISSN: 2087-9334, Universitas Sam Ratulangi, Manado, Maret 2022.
- [7] NADIA, KIVANI., MANANOMA T., TANGKUDUNG H., (2019). Analisis debit banjir dan tinggi muka air Sungai Tembran di Kabupaten Minahasa Utara. Jurnal Sipil Statik, Vol.7 No.6., pp.703-710 ISSN: 2337-6732, Universitas Sam Ratulangi, Manado, Juni 2019.
- [8] OEHADIJONO., 1993., Dasar-Dasar Teknik Sungai, Universitas Hasanuddin.
- [9] SOEWARNNO., 1991., Hidrologi Pengukuran dan Pengolahan Data Aliran Sungai (Hidrometri), Nova, Bandung.
- [10] SUDIRA I.W., MANANOMA T., MANALIP H., (2013). Analisis Angkutan Sedimen Pada Sungai Mansahan. Jurnal Ilmiah Media Engineering, Vol.3 No.1, ISSN: 2087-9334, Universitas Sam Ratulangi, Manado, Maret 2013.
- [11] SUKMA S.Q., MANANOMA. T., SUMARAUW J.S.F., (2020). Analisis debit banjir dan tinggi muka air Sungai Pinateduan di Desa Tatelu Kabupaten Minahasa Utara. Jurnal Sipil Statik, Vol.8 No.3, pp.337-344, ISSN: 2337-6732, Universitas Sam Ratulangi, Manado, Mei 2020.
- [12] SUMAMPOUW C.Y., SUMARAUW J.S.F., MANANOMA T., (2022). Analisis Prediksi Erosi Dan Sedimentasi Sungai Tikala Segmen Jembatan Gantung Banjer - Jembatan Miangas. Jurnal Ilmiah Media Engineering, Vol.12 No.2, ISSN: 2087-9334, Universitas Sam Ratulangi, Manado, Maret 2022.
- [13] SUNDALANGI A.D., SUMARAUW J.S.F., MANANOMA T., (2020). Analisis Debit Banjir Dan Tinggi Muka Air Sungai Warat Di Desa Warukapas Kecamatan Dimembe Kabupaten Minahasa Utara. Jurnal Sipil Statik, Vol.8 No.3, ISSN: 2337-6732, Universitas Sam Ratulangi, Manado, Mei 2020.