

# ANALISIS PERILAKU EROSI PADA DASAR SUNGAI BAGIAN HILIR BANGUNAN *GROUNDSILL*

Mukh 'Allaam Fauzi<sup>1,\*</sup>), Pratikso<sup>1)</sup>, Abdul Rochim<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>Jurusan Teknik Sipil Universitas Islam Sultan Agung Semarang  
Jl. Raya Kaligawe Km. 04 Terboyo Kulon, Genuk, kota Semarang,  
Jawa Tengah, 50112

<sup>\*</sup>Correspondent Author: [allaam7617@gmail.com](mailto:allaam7617@gmail.com)

## **Abstract**

*Local scour is the erosion of soil at the riverbed, often occurring due to changes in flow type that become concentrated, influenced by river morphology or the presence of structures within the river. The hydraulic jump caused by flood discharge at the groundsill structure of the Gung River leads to local scour downstream of the structure. Insufficient mitigation of local scour downstream of the groundsill can result in long-term damage to the structure itself. This study was conducted to analyze the potential scour depth using empirical methods and modeling with HEC-RAS software. The analysis considers rainfall data over the past five years in the Gung River Watershed (DAS) and soil particle diameters obtained from soil investigations in 2022. The analysis of scour depth, taking into account a 50-year rainfall event and followed by flood discharge analysis for a 50-year return period (Q50), yielded a design discharge for analyzing local scour depth using the Lacey method, with a depth of 7.95 m. Through modeling with HEC-RAS version 6.5, the resulting local scour depth was found to be 8.2 m.*

**Keywords:** *local scour, flood discharge, rainfall, hydraulic pattern, groundsill*

## **PENDAHULUAN**

Sungai merupakan sebuah saluran terbuka yang bersumber dari mata air terbentuk secara alami dan mengalirkan air dari hulu menuju ke laut (Martini, 2018). Sungai Gung merupakan sungai yang terletak di Lereng Gunung Slamet yang memiliki peningkatan debit yang tinggi ketika masuk ke musim hujan. Debit banjir yang besar seringkali berpengaruh terhadap bentuk morfologi Sungai Gung. Gerusan tanah yang sering terjadi di bagian dinding tikungan dan dasar sungai berpengaruh terhadap lingkungan sekitar, seperti halnya pada

bangunan Jembatan Talang D.I. Gung yang melintang Sungai Gung.

Menurut Tungga, dkk (2018), perubahan Morfologi sungai yang terjadi bisa saja menjadi masalah terhadap kepemilikan lahan dan penentuan alur sungai serta pengamanan terhadap bangunan-bangunan melintang sungai. Beberapa upaya dilakukan untuk mengamankan jembatan dari gerusan local, diantaranya dengan membangun *Groundsill* yang bertujuan untuk mengendalikan elevasi sungai dan menahan sedimen di bagian hilir Jembatan Talang D.I. Gung agar struktur jembatan tetap stabil.

Erosi merupakan peristiwa terkikisnya partikel tanah yang terjadi karena gaya gesek dari aliran sungai sehingga memindahkan partikel tanah ke tempat lain. Perpindahan partikel tanah dari erosi sering disebut juga dengan transportasi sedimen (Santi, 2022). Gerusan lokal merupakan peristiwa yang terjadi akibat gaya geser air yang terpusat. Adanya bangunan air berpengaruh terhadap perubahan karakteristik aliran air terutama pada kecepatan aliran (Silvia, 2020). Bangunan air juga merubah jenis aliran dari distribus merata

menjadi terpusat sehingga mengakibatkan gerusan lokal. Fuad (2018) Proses gerusan lokal dapat terjadi akibat dari merubahan morfologi sungai secara alami ataupun pengaruh dari bangunan sungai sehingga terjadi penyempitan saluran.

### METODE PENELITIAN

Proyek Rehabilitasi D.I. Gung yang berlokasi di Desa Lebaksiu Lor, Kecamatan Lebaksiu, Kab. Tegal. Lokasi ini berada tepat di hilir bangunan talang saluran sekunder irigasi D.I. Gung (Gambar 1).



Gambar 1. Lokasi Penelitian

Analisis ini dilakukan dengan menganalisa debit banjir rencana Q50 yang mengacu ke data curah hujan

yang didapat dari 2 stasiun curah hujan di Kecamatan Lebaksiu dan Bojong (Tabel 1).

Tabel 1. Data curah hujan

Bulan	Stasiun Curah Hujan									
	Lebaksiu					Bojong				
	2019	2020	2021	2022	2023	2019	2020	2021	2022	2023
Januari	544	741	503	455	521	965	807	847	1257	365
Februari	458	469	378	680	440	556	962	1241	796	750
Maret	310	476	272	175	377	329	656	480	624	551
April	420	247	217	281	214	482	515	299	488	325
Mei	74	333	129	215	176	31	338	125	274	221
Juni	0	63	187	226	26	0	93	233	618	123
Juli	9	34	62	75	36	7	83	27	168	23
Agustus	0	30	61	34	4	0	55	0	102	0
September	0	96	169	159	0	16	44	225	408	3
Oktober	20	176	116	237	44	12	476	226	424	71
November	112	0	353	418	246	183	0	596	355	469
Desember	277	525	246	283	132	415	996	659	398	583

Teknik pengumpulan data dengan Jenis data sekunder didapat dari kantor BBWS Pemali Juana dan BMKG Wilayah III Kab. Tegal. Serta pengumpulan data dari mempelajari jurnal literatur hasil dari penelitian terdahulu.

Analisis Gerusan lokal dilakukan dengan menganalisis curah hujan dengan metode distribusi Gumbel hingga menjadi data debit banjir rencana menggunakan metode Der Weduwen. Kemudian disajikan ke dalam analisis gerusan lokal menggunakan metode Lacey. Analisis Karakteristik tanah yang merupakan hasil dari penelitian lapangan pada saat perencanaan Pembangunan *Groundsill* menjadi dasar nilai diameter partikel tanah yang akan dimasukkan ke dalam persamaan Lacey.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Karakteristik Tanah Pada Dasar Sungai.

2. Klasifikasi tanah berdasarkan Unified System Classification Soil (USCS) (Das, 2010), dapat dilihat pada Tabel 2.

### Pola Hidraulika

- Curah Hujan Rencana Periode n Tahun (Tabel 3)
- Analisa debit banjir rencan metode Der Weduwen (Tabel 4)
- Perhitungan Pola Hidraulik Main Dam

Mencari titik jatuhnya air setelah melewati bangunan *groundsill* untuk mengetahui titik yang berpotensi terjadinya gerusan (Tabel 5). Gambar 2 adalah Ilustrasi hasil analisa pola hidraulika untuk mengetahui titik jatuhnya air untuk menjadi acuan indentifikasi lokasi terjadinya gerusan lokal.

Tabel 2. Klasifikasi tanah

No	Lubang Bor	Kedalaman		USCS	w	Berat Volume Tanah			GS	Parameter Geser Tanah	
						$\gamma_b$	$\gamma_d$	$\gamma_{sat}$		c	Sudut Geser
		m	m								
1	BH-1	4.5	5	CL	31.3	1.79	1.36	1.87	2.75	8.3	23.48
2	BH-1	9.5	10	SC	29.5	1.74	1.34	1.85	2.74	9.3	24.52
3	BH-1	14.5	15	SC	31.0	1.76	1.35	1.85	2.72	7.0	21.6
4	BH-1	19.5	20	SC	32.5	1.75	1.32	1.83	2.70	7.7	24.81

Tabel 3. Hasil analisis curah hujan periode n tahun

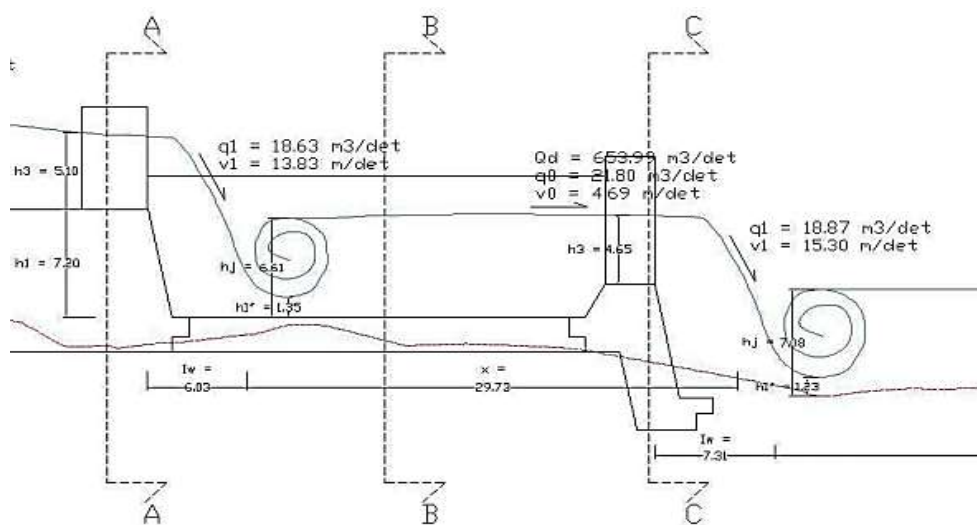
T	Periode Ulang (Thn)	Curah Hujan Max (Rata-Rata) (mm)	Koefisien Faktor (Kt)	S. Dev	XT = $\bar{X} + kt.Sdev$
2	R2	299.47	0	69.74	299.47
5	R5	299.47	0.84	69.74	358.05
10	R10	299.47	1.28	69.74	388.73
50	R50	299.47	2.05	69.74	442.43
100	R100	299.47	2.33	69.74	461.96

Tabel 4. Hasil analisis debit banjir rencana

T	$\beta$	$q_n$ ( $m^3/dt.km^2$ )	$\alpha$	A ( $km^2$ )	$Q_n$ ( $m^3/dt$ )
2	0.81	6.28	0.72	121.7	442.66
5	0.81	7.50	0.72	121.7	529.26
10	0.81	8.15	0.72	121.7	574.61
50	0.81	9.27	0.72	121.7	653.99
100	0.81	9.68	0.72	121.7	682.86

Tabel 5. Hasil analisis pola hidraulika

		Main Dam	End Sill
Debit rencana	( $m^3/det$ )	653.99	653.99
kemiringan sungai	(%)	3.46	3.46
koefisien limpasan (C)		0.60	0.70
$h_3$	(m)	5.10	4.65
B2	(m)	35.10	34.65
$q_0$	( $m^3/det$ )	21.80	21.80
$v_0$	(m/det)	4.27	4.69
Iw	(m)	6.03	7.31
$v_1$	(m/det)	13.83	15.30
$q_1$	( $m^3/det$ )	18.63	18.87
$h_1''$	(m)	1.35	1.23
F1		3.80	4.40
$h_j$	(m)	6.61	7.08
$\beta$		4.5	4.5
X	(m)	29.73	31.86



Gambar 2. Ilustrasi hasil analisis pola hidraulika

Dari hasil analisis pola hidraulika, didapat titik jatuh air dengan jarak sebesar 7.31 m dari hilir mercu bending.

3. Analisis Gerusan Lokal

- a. Analisis kedalaman gerusan tanah di dasar sungai (R) dengan metode Lacey (Chow, 1959)

$$R = 0.47 \frac{Q_d^{1/3}}{f}$$

Mencari nilai faktor lumpur lacey (f)

$$f = 1.76(0.085)^{0.5}$$

$$f = 0.513$$

Maka,

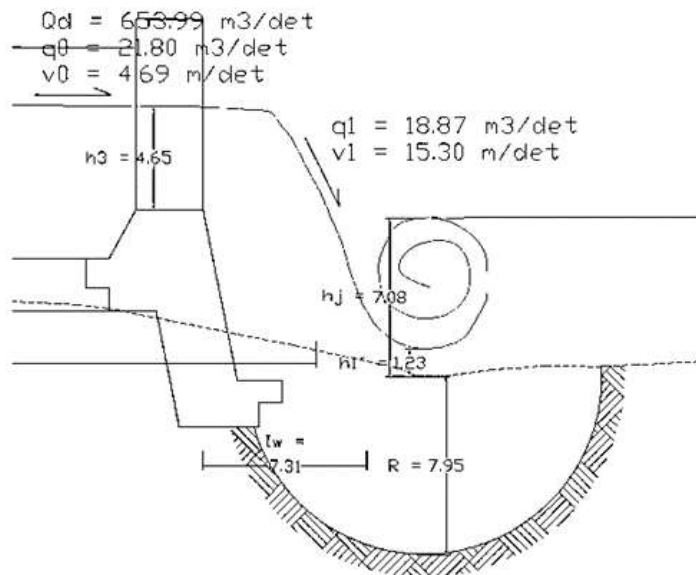
$$R = 0.47 \frac{Q_d^{1/3}}{f}$$

$$R = 0.47 \frac{653.99^{1/3}}{0.513}$$

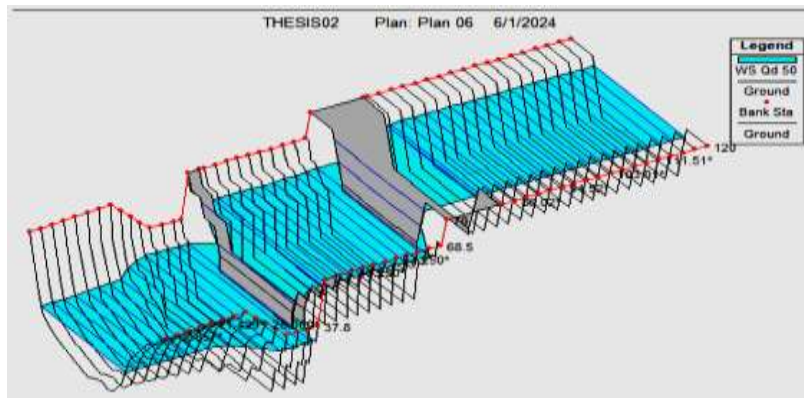
$$R = 7.95$$

Jadi dari hasil perhitungan di atas didapat nilai dari kedalaman gerusan yang terjadi (R) sebesar 7.95 m. Dari perhitungan di atas, dengan debit rencana 50 tahun sebesar 653.99 m<sup>3</sup>/det akan terjadi gerusan (*scouring*) yang cukup dalam pada bagian hilir bangunan *Groundsill* yaitu sebesar 7.95 m. Gerusan ini terjadi karena adanya bangunan *groundsill* yang merubah aliran sungai sehingga menjadi aliran terpusat. Titik jatuh dari aliran yang terpusat ini terus menerus menggerus tanah dengan debit air yang cukup besar.

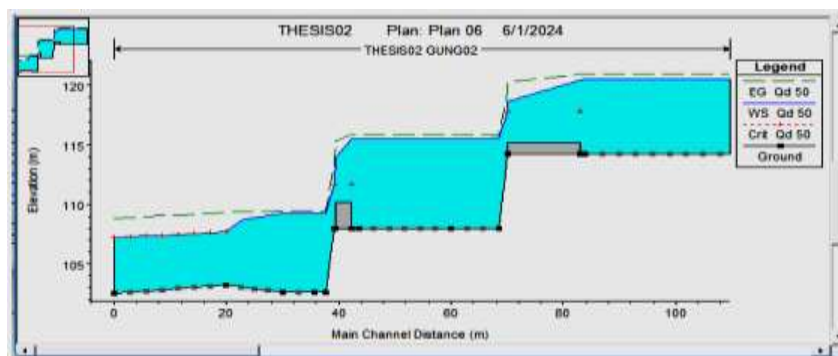
- b. Permodelan Hidraulika dan Analisa Gerusan Lokal Pada Software *Hec Ras v.6.5*



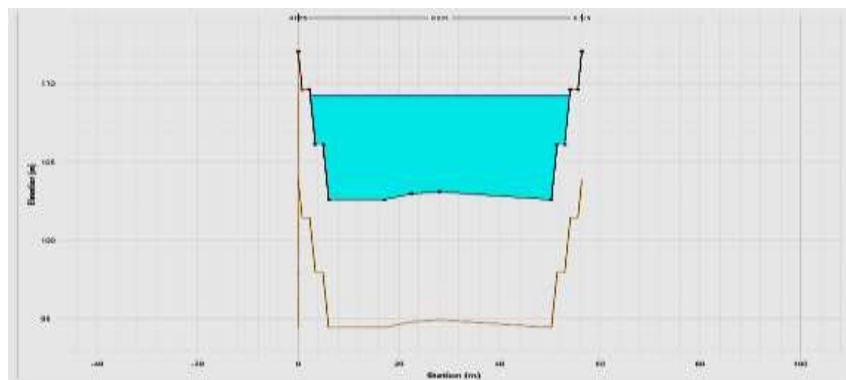
Gambar 3. Lustrasi hasil analisis kedalaman gerusan lokal



Gambar 4. Geometri *groundsill* pada software *Hec-Ras*



Gambar 5. Pola hidraulika Q50 tahun *groundsill* pada software *Hec Ras*



Gambar 6. Grafik kedalaman gerusan lokal (*local scouring*) Software *Hec Ras*

Berdasarkan Gambar 6 dapat diketahui hasil dari analisa gerusan lokal (*local scouring*) pada posisi di hilir *groundsill* menggunakan software *Hec Ras v.6.5* sebesar 8.2 m.

4. Perilaku tanah pada saat terjadi gerusan Metode Van Rijn

Menurut metode Van Rijn, digunakan 2 parameter yaitu:

a. Parameter butiran (*Particle parameter*)

Nilai viskositas kinetik air di dapat dari tabel *Viscosity of liquid water*. Suhu air di sungai berdasarkan hasil penyelidikan tanah tahun 2022 yaitu 28°C, nilai viskositas kinematik

sebesar  $0.804 \times 106 \text{ (m}^2/\text{s)}$  Kerapatan dihitung menggunakan persamaan di bawah ini:

$$s = \frac{\rho_s}{\rho}$$

$$s = \frac{2.63}{1}$$

$$s = 2.63$$

Jadi parameter butiran partikel sedimen diketahui dari persamaan berikut:

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

$$d_* = 0.085 \left( \frac{(2.63-1)9.81}{(0.804)^2} \right)^{\frac{1}{3}}$$

$$d_* = 0.248$$

Jadi nilai dari parameter butiran sedimen pada sungai Gung yaitu sebesar 0.248

b. Transport stage parameter

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

$$C' = 92.498$$

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

$$V_{*c} = 0.518 \text{ m/det}$$

$$D_m = D_{50} \left( \frac{(s-1)g}{V^2} \right)^{\frac{1}{3}}$$

$$D_m = 0.332 \text{ mm}$$

Maka,

$$q_s = \frac{0.0537^{2.1} [(s-1)g]^{0.5} d_{50}^{1.5}}{d_*^{0.3}}$$

$$q_s = 0.00032 \text{ m}^3/\text{det}$$

Diketahui

$$q_s = 0.00032 \text{ m}^3/\text{det}$$

$$W = 30 \text{ m}$$

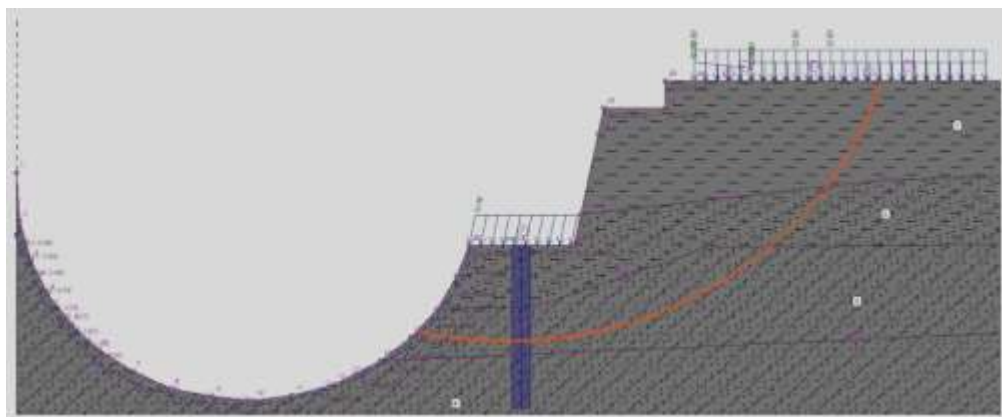
Maka,

$$Q_b = 0.00032 \times 30$$

$$Q_b = 0.0096 \text{ m}^3/\text{det}$$

Jadi besaran debit angkutan sedimen pada saat terjadi gerusan lokal yaitu  $0.0096 \text{ m}^3/\text{det}$ . Debit tersebut akan membawa sedimen hasil gerusan lokal (*local scouring*) ke hilir sungai, sehingga tanah yang terkikis tidak mengendap di dalam lubang pada gerusan lokal (*local scouring*).

## 5. Analisa Stabilitas Tanah Menggunakan Software Geo5



Gambar 7. kurva gaya stabilitas tanah di bawah *groundsill*

Total weight of soil above the slip surface: 1430.67 kN/m	
<b>Slope stability verification (Bishop)</b>	
Sum of active forces :	$F_a = 614.23$ kN/m
Sum of passive forces :	$F_p = 1059.02$ kN/m
Sliding moment :	$M_a = 8224.51$ kNm/m
Resisting moment :	$M_p = 14180.32$ kNm/m
Factor of safety = 1.72 > 1.50	
<b>Slope stability ACCEPTABLE</b>	
<b>Piles verification 1</b>	
Anti-Slide pile :	Anti-Slide Pile No. 1 (17.36; 5.69 [m])
Analysis :	Calculation 1 (slip surface circular)
Method :	Bishop

Gambar 8. Hasil Perhitungan stabilitas tanah *software Geo5*

Berdasarkan Gambar 8 dijelaskan bahwa pada saat tanah di hilir bangunan *gorundsill* mengalami gerusan lokal (*local scouring*). Kesatabilan tanah masih tetep terjaga karena adanya perkuatan dari pondasi bored pile dimana pondasi tersebut berperan sebagai anti slide piles yaitu memperkuat tanah dari gaya geser yang dapat terjadi. Jadi peran pondasi pada bangunan ini sangat penting dalam menjaga kestabilan bangunan dalam menerima beban sehingga bangunan aka naman dan meminimalisir terjadinya kerusakan pada struktur bangunan.

## SIMPULAN

Hasil dari analisis karakteristik tanah berdasarkan *Unified System Classification Soil* (USCS) tanah berjenis *Low plasticity Clay* atau Lempung berplastisitas rendah (CL) memiliki ukuran butiran <0.085 mm. dengan berat isi tanah kering ( $\gamma_d$ ) 1.36 gr/cm<sup>3</sup> dan nilai kadar air 32.5%. tanah jenis tersebut merupakan tanah berkohesi (c) dengan nilai 7 – 9.5 kN/m<sup>2</sup> dan sudut geser ( $\phi$ ) sebesar 21.6 – 24.81 °

Analisis gerusan lokal (*local scouring*) menggunakan metode Lacey

dengan nilai debit banjir periode Q50 tahun, gerusan lokal (*local scouring*) terjadi di bagian hilir bangunan *Groundsill* sedalam 7.95 m. Dalam permodelan pola hidraulika menggunakan *software Hec Ras v.6.5*, menghasilkan nilai kedalaman gerusan lokal (*local scouring*) yaitu sebesar 8.2 m.

Besaran debit angkutan sedimen pada saat terjadi gerusan lokal yaitu 0.0096 m<sup>3</sup>/det. Debit tersebut akan membawa sedimen hasil gerusan lokal (*local scouring*) ke hilir sungai, sehingga tanah yang terkikis tidak mengendap di dalam lubang pada gerusan lokal (*local scouring*).

Setelah terjadi gerusan lokal (*local scouring*) pada hilir bangunan *Groundsill*, hasil dari analisis *software Geo5* menunjukkan kestabilan tanah tetap terjaga karena pengaruh dari pondasi *bored pile* yang tersusun dengan jarak antar pondasi 2 m. sehingga bangunan *Groundsill* terminimalisir dari terjadinya kerusakan pada struktur bangunan.

## DAFTAR PUSTAKA

Chow, V.T., 1959, *Open-Channel Hydraulics*, McGraw-Hill Book Company, New York.



- Das, Draja, M., 2010, Principles of Geotechnical Engineering, 7<sup>th</sup> Edition, Cengage Learning, Stamford, USA.
- Fuad, Hendratta, 2018, Analisis Gerusan Lokal pada Pilar Jembatan Kuwil Kabupaten Minahasa Utara Menggunakan Metode Empiris, Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- Martini, Rivai, 2018, Pengaruh Kecepatan Aliran Sungai Terhadap Erosi Tanah pada Lereng di Belokan Sungai Enim Desa Karang Raja Kabupaten Muara Enim, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Palembang, Palembang.
- Santi, 2022, Analisa Erosi pada DAS Noelmina Menggunakan Metode USLE, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Katolik Widya Mandira, Kupang.
- Silvia, Azwanda, 2020, Analisis Gerusan Lokal dengan Metode Colorado State University (CSU) dan Metode Froehlich, Universitas Teuku Umar, Aceh Barat.
- Tungga, Suprijanto Asmaranto, 2018, Perencanaan *Groundsill* pada Sungai Tinga-Tinga Desa Tukad Tinga-Tinga Kecamatan Gerokgak Kabupaten Buleleng Bali, Jurusan Teknik Pengairan Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, Malang.