

# KAJIAN TEKNIS PENAMBANGAN MATERIAL BUKAN LOGAM PASIR, KERIKIL DAN BATU KALI DI SUNGAI ONGKAG DUMOGA

Delano Eben Haezer Erungan

Sukarno, Isri R. Mangangka

Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Sam Ratulangi Manado

Email : [eben.erungan@gmail.com](mailto:eben.erungan@gmail.com)

## ABSTRAK

*Penambangan material bukan logam pasir, krikil, dan batu kali di suatu alur sungai sebelumnya telah mengakibatkan berbagai kerusakan baik pada alur sungai ini sendiri maupun pada lingkungan sekitar. Kajian teknis diperlukan untuk meminimalisir kerusakan yang dapat terjadi pada penambangan di alur sungai. Alur sungai Ongkag Dumoga direncanakan akan menjadi lokasi penambangan material bukan logam pasir, kerikil dan batu kali.*

*Metode penelitian dilakukan dengan cara melakukan pemetaan geodesi untuk mengetahui profil penampang sungai, analisis hidrologi dengan kala ulang 25, 50, 100 tahun dan analisis hidraulika pada alur sungai sepanjang 600 m. Desain profil teknis sungai pasca penambangan dilakukan untuk memperbaiki kapasitas penampang sungai existing. Perubahan profil sungai merupakan volume potensial material bukan logam berupa pasir, kerikil dan batu kali yang menjadi endapan sungai.*

*Hasil analisis debit banjir metode HSS-Snyder mendapatkan debit 1249,1692 m<sup>3</sup>/s pada kala ulang 100 tahun, 1178,8064 m<sup>3</sup>/s pada kala ulang 50 tahun, 1104,2372 m<sup>3</sup>/s pada kala ulang 25 tahun. Debit banjir disimulasikan menunjukkan terjadi luapan banjir pada sungai existing pada kala ulang banjir 25, 50 dan 100 tahun. Penampang teknis sungai baru direncanakan menggunakan tampang lintang ekonomis penampang trapezium. Perubahan profil sungai dihitung mendapatkan volume galian potensial sebesar 88.347,42 m<sup>3</sup>.*

**Kata kunci:** *Penambangan Material Bukan Logam, Debit Banjir Rencana, Tampang Lintang Ekonomis, Ongkag Dumoga.*

## PENDAHULUAN

### Latar Belakang

Sebelum tahun 2014 penambangan material bukan logam di alur sungai atau yang biasa disebut Galian C izin penambangannya diberikan oleh Pemerintah Daerah Tingkat II yaitu Bupati atau Walikota tanpa melalui kajian-kajian mengenai dampak yang dapat terjadi, oleh sebab itu terjadi kerusakan berat pada sungai-sungai khususnya terjadi pada sungai Ongkag Dumoga yang materialnya di tambang pada masa sebelum tahun 2014.

Berdasarkan kerusakan-kerusakan yang terjadi maka pemerintah pusat mengeluarkan moratorium melalui UU no. 23 tahun 2014 yang menerangkan bahwa penambangan bukan logam atau Galian C di sungai, izinnya diberikan oleh Pemerintah Daerah Tingkat I yaitu Gubernur, namun terlebih dahulu harus dilakukan kajian teknis hal-hal yang berkaitan dengan aliran air, sedimen transpor, dan morfologi sungai. Kajian ini diharapkan dapat mengendalikan kerusakan yang mungkin terjadi pada sungai Ongkag

Dumoga yang merupakan salah satu lokasi penambangan material galian pasir, kerikil dan batu kali sampai pada batas yang sudah ditentukan dan dapat mengetahui potensi material yang terdapat pada sungai Ongkag Dumoga.

### Perumusan Masalah

Penambangan material bukan logam pasir, kerikil dan batu kali di sungai Ongkag Dumoga apabila terlebih dahulu tidak dilakukan kajian teknis sesuai dengan perundang-undangan yang berlaku maka berpotensi akan merusak sungai itu sendiri dan bisa berdampak merusak lingkungan.

### Batasan Penelitian

1. Lokasi penelitian di Daerah Aliran Sungai Ongkag Dumoga, di desa Totabuan kecamatan Lolak kabupaten Bolaang Mongondow
2. Analisis debit banjir untuk periode ulang 25, 50, 100 tahun.
3. Penampang melintang sungai ditinjau sepanjang 600 m dengan interval 50 m antar potongan.

4. Analisis hidraulika yang berkaitan dengan muka air banjir rencana dan tinggi muka air banjir rencana pada penampang sungai Ongkag Dumoga dengan menggunakan software HEC-RAS.
5. Perhitungan potensi volume material bukan logam yang mungkin bisa ditambang.
6. Hal-hal yang berkaitan dengan kajian lingkungan, sosial kemasyarakatan, sedimen transpor dan morfologi sungai tidak dihitung.

### Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk memenuhi standar kaidah-kaidah teknis penambangan alur sungai, pengelolaan sempadan sungai, kapasitas penampang, debit sungai sesuai dengan perundangan-undangan penambangan material bukan logam pasir, kerikil dan batu kali yang kemudian dapat di jadikan referensi bagi penambang.

### Manfaat Penelitian

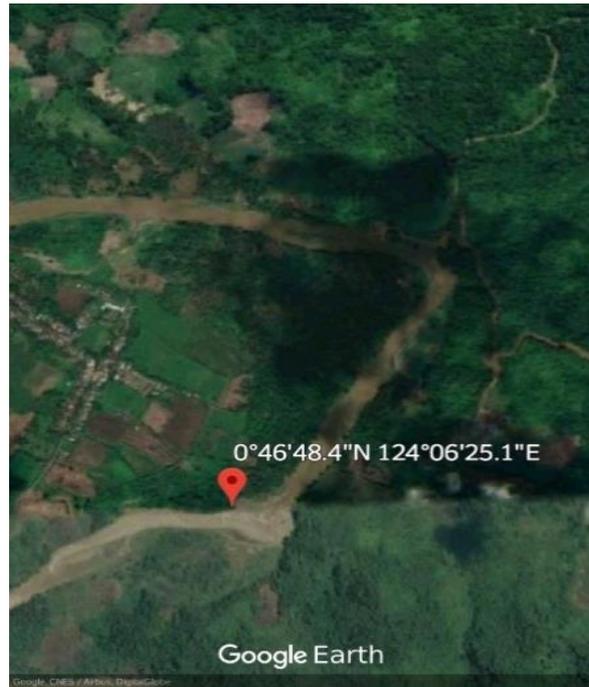
1. Sebagai referensi kajian untuk penambangan material galian bukan logam di tempat lain.
2. Sebagai informasi bagi instansi yang terkait.
3. Menjadi referensi untuk penelitian selanjutnya.

### Lokasi Penelitian

Secara administratif lokasi penelitian terletak di desa Totabuan kecamatan Lolak kabupaten Bolaang Mongondow dan secara geografis terletak pada  $0^{\circ} 46' 48,3683''$  LU dan  $124^{\circ} 6' 25,0785''$  BT. (Gambar 1)

### Pengumpulan Data

- a. Data Primer  
Survei lokasi untuk memperoleh data kondisi sungai Ongkag Dumoga melalui wawancara pada masyarakat sekitar sungai dan pemerintah setempat, dan pengamatan langsung di lapangan.
- b. Data Sekunder  
Data ini dapat diperoleh dari instansi-instansi dan pihak-pihak yang dianggap terkait dengan sungai Ongkag Dumoga, juga diperoleh dari literatur, laporan atau catatan dari pihak yang berhubungan dengan penelitian. Data tersebut antara lain:
  - Peta DAS, Peta Tata Guna Lahan, dan Peta Stasiun pencatat curah hujan DAS Ongkag Dumoga
  - Data Curah Hujan di peroleh dari Balai Wilayah Sungai Sulawesi I (BWSS I)
  - Hasil pemetaan topografi sebelumnya



Gambar 1. Lokasi Penelitian

### Analisis Data

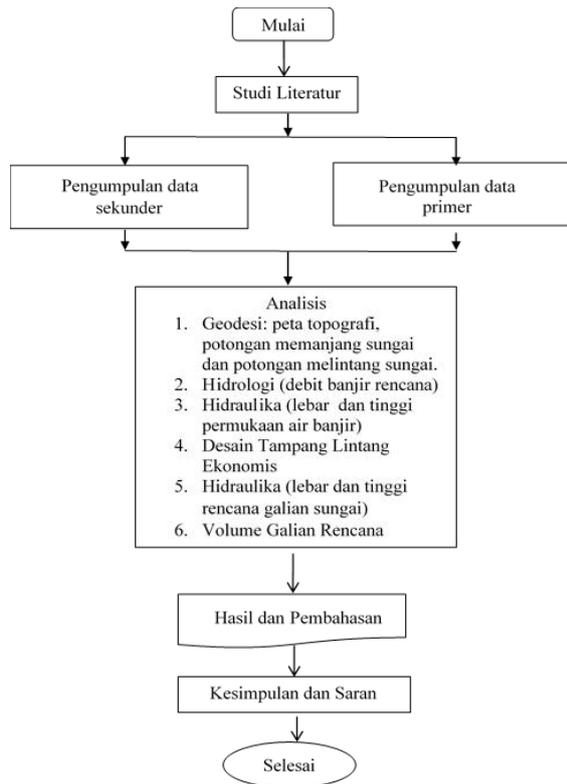
Analisis data yang dimaksud adalah melakukan analisis Frekuensi dan Distribusi hujan jam-jaman dari data curah hujan yang telah diperoleh sebelumnya berdasarkan Distribusi Probabilitas dan dilanjutkan dengan menghitung intensitas curah hujan. Dilakukan analisis debit banjir berbagai kala ulang dengan menggunakan beberapa metode yang ada, hasil dari debit banjir berdasarkan kala ulang tersebut akan dilakukan analisis hidraulika dengan menggunakan program HEC-RAS sehingga dapat diketahui profil muka air banjir, kemudian dilakukan perhitungan hidraulika profil sungai galian hingga mendapatkan volume galian rencana.

### Bagan Alir Penelitian

Agar penelitian ini dapat lebih terarah untuk mencapai tujuan, maka dibuat bagan alir yang memuat tahapan-tahapan yang akan dilakukan dalam penelitian (Gambar 2.)

### Data curah hujan

Data curah hujan diperoleh dari data curah hujan harian maksimum 4 Stasiun Pengamatan Hujan terdekat yaitu Stasiun Pengamatan Hujan Toraut, Konarom, Matayangan dan Pusian. Data tersebut diperoleh dari BWSS I (Balai Wilayah Sungai Sulawesi I) Provinsi Sulawesi Utara. Pengamatan dilakukan selama 10 tahun (2008 – 2017).



Gambar 2 Bagan alir penelitian

Tabel 1 Curah Hujan Maksimum Harian

Tahun	Stasiun			
	Toraut	Konarom	Matayang	Pusian
2008	70,5	68,2	95,5	158,2
2009	70,7	109,5	71	96,3
2010	108,5	49,5	174,4	64,5
2011	92	96,7	239,6	160
2012	170,3	119,7	157,5	58
2013	115,5	126,8	206	50,2
2014	53,5	85,3	101	120,4
2015	56	72,7	53	31
2016	105	95	98,5	88,4
2017	94,4	85	113	71

Sumber : BWSS 1

**Analisis Kualitas Data**

Uji data *outlier* dilakukan sebelum menganalisis data curah hujan dengan tujuan untuk mengetahui apakah ada data curah hujan yang ekstrim karena kelalaian dalam pencatatan atau terjadi kondisi ekstrim. Uji data *outlier* ini dilakukan untuk data *outlier* tinggi dan data *outlier* rendah dengan syarat-syarat pengujian berdasarkan koefisien skewness ( $Cs_{Log}$ ). Hasil uji outlier mendapatkan tidak terdapat data outlier disetiap data curah hujan yang ada.

**Analisis Curah Hujan Rerata Metode Poligon Thiessen**

Analisis Curah Hujan Rerata dilakukan untuk mendapatkan nilai curah hujan rata-rata dengan

memperhitungkan luas daerah pengaruh berdasarkan Poligon Thiessen.

Tabel 2. Curah Hujan rerata harian maksimum

Tahun	Stasiun				$\bar{R}$
	Toraut	Konarom	Matayang	Pusian	
2008	70,5	68,2	95,5	158,2	94,45
2009	70,7	109,5	71	96,3	87,63
2010	108,5	49,5	174,4	64,5	88,19
2011	92	96,7	239,6	160	125,27
2012	170,3	119,7	157,5	58	127,13
2013	115,5	126,8	206	50,2	111,28
2014	53,5	85,3	101	120,4	83,69
2015	56	72,7	53	31	53,92
2016	105	95	98,5	88,4	97,47
2017	94,4	85	113	71	87,86

Sumber: Hasil analisis

**Analisis Data Probabilitas Curah hujan**

Penentuan jenis distribusi yang sesuai dengan data dilakukan dengan cara menguji data curah hujan dengan menggunakan parameter statistik. Analisis ini dihitung menggunakan data curah hujan yang telah terkoreksi dari hasil analisis data *outlier*. Beberapa metode distribusi probabilitas yang dapat digunakan yaitu: Gumbel, Normal, Log Normal, dan Log Person Tipe III. Dalam Perhitungan parameter-parameter statistik untuk data pengamatan adalah sebagai berikut:

a. Rata – rata (*central tendency*)

$$\bar{X} = \frac{\sum xi}{n} = 95,69 \text{ mm}$$

$$\log \bar{X} = \frac{\sum \log xi}{n} = 1,975 \text{ mm}$$

b. Standar deviasi data pengamatan

$$S = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (xi - \bar{x})^2} = 19,90$$

$$Slog = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n \log(xi - \bar{x})^2} = 0,0919$$

c. Koefisien variasi

$$CV = \frac{S}{\bar{X}} = 0,206$$

$$CVlog = \frac{Slog}{\log \bar{X}} = 0,047$$

d. Koefisien skewness data pengamatan

$$Cs = \frac{n \sum (xi - \bar{x})^3}{(n-1)(n-2)S^3} = 0,19$$

$$Cslog = \frac{n \sum \log(xi - \log \bar{x})^3}{(n-1)(n-2)Slog^3} = -0,39$$

e. Koefisien kurtosis data pengamatan

$$Ck = \frac{n^2}{(n-1)(n-2)(n-3)5^4} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^4 = 3,883$$

Hasil tinjauan berdasarkan parameter statistik pada tipe distribusi selanjutnya dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 3. Hasil analisis tipe distribusi curah hujan

NO	JENIS SEBARAN	PERSYARATAN	PARAMETER	KETERANGAN	
1	Normal	Cs = 0	0	-0,1466	Tidak Memenuhi
		Ck = 3	3	4,3748	
2	Log Normal	Cs = Cv <sup>3</sup> + 3Cv	0,0679	-0,1466	Tidak Memenuhi
		Ck = Cv <sup>8</sup> + Cv <sup>6</sup> + 15Cv <sup>4</sup> + 16Cv <sup>2</sup> + 3	3,0082	4,3748	
3	Gumbel	Cs = 1,14	1,14	-0,1466	Tidak Memenuhi
		Ck = 5,4	5,4	4,3748	
4	Log Person Type III	Cs = selain nilai di atas		-0,1466	Memenuhi
		Ck = selain nilai di atas		4,3748	

Sumber: Hasil analisis

### Analisis curah hujan rancangan

Perhitungan analisis curah hujan rancangan dihitung menggunakan metode Log Pearson tipe III dengan persamaan sebagai berikut.

$$\log X_{tr} = \log \bar{X} + Kt \times Slog$$

$$X_{tr} = 10^{\log X_{tr}}$$

Analisis curah hujan rancangan untuk kala ulang 25, 50 dan 100 dilakukan dengan perhitungan dalam bentuk tabel sebagai berikut.

Tabel 4 Hasil analisis curah hujan rancangan

Tr	1/Tr (%)	Kt	Log Xtr	Xtr
25	4	1,699	2,088476	122,596
50	2	1,974	2,118503	131,372
100	1	2,217	2,145038	139,649

Sumber: Hasil analisis

### Distribusi Hujan Jam-Jaman

Berdasarkan pengamatan di sekitar stasiun hujan, lamanya durasi hujan yang sering terjadi diperkirakan selama 7 jam/hari, selanjutnya dilakukan analisis distribusi hujan jam-jaman dengan menggunakan pola hujan dari daerah sekitar yaitu pola hujan daerah Bolmong dan sekitarnya (Kairupan, 2017).

Tabel 5 Pola distribusi hujan daerah Bolmong dan sekitarnya

Jam ke -	1	2	3	4	5	6	7
% Hujan	33	28	15	9	6	5	4

Tabel 6. Distribusi hujan jam-jaman rencana tiap kala ulang

Kala Ulang	Jam ke -							
	1	2	3	4	5	6	7	
25	122,5959529	40,457	34,327	18,389	11,034	7,356	6,130	4,904
50	131,3720724	43,353	36,784	19,706	11,823	7,882	6,569	5,255
100	139,6489486	46,084	39,102	20,947	12,568	8,379	6,982	5,586

Sumber: (Kairupan, 2017)

Nilai CN rata-rata DAS Ongkag Dumoga adalah 70,352, selanjutnya dilakukan perhitungan hujan efektif dengan menggunakan metode SCS - CN pada tabel berikut.

Tabel 7. Hujan efektif tiap kala ulang

Kala Ulang 25 tahun			Kala Ulang 50 tahun			Kala Ulang 100 tahun		
Hujan Jam-jaman	Hujan Efektif (Pe)		Hujan Jam-jaman	Hujan Efektif (Pe)		Hujan Jam-jaman	Hujan Efektif (Pe)	
Jam ke-	(mm)	(mm)	Jam ke-	(mm)	(mm)	Jam ke-	(mm)	(mm)
1	40,457	29,9492	1	43,353	32,7149	1	46,084	35,3360
2	34,327	24,1534	2	36,784	26,4660	2	39,102	28,6606
3	18,389	9,7956	3	19,706	10,9140	3	20,947	11,9851
4	11,034	4,0355	4	11,823	4,5988	4	12,568	5,1456
5	7,356	1,7084	5	7,882	2,0045	5	8,379	2,2969
6	6,130	1,0830	6	6,569	1,2956	6	6,982	1,5079
7	4,904	0,5669	7	5,255	0,7018	7	5,586	0,8389

Sumber: Hasil Analisis

### Analisis Debit Banjir Metode HSS-Snyder

Analisis debit banjir menggunakan metode HSS-Snyder dilakukan pada kala ulang 25, 50 dan 100 tahun. Hasil debit banjir yang didapatkan dengan parameter Ct = 2,1 dan Cp = 0,9 adalah seperti pada Tabel 8.

Tabel 8. Debit Banjir HSS-Snyder

Kala Ulang	Debit Banjir
25 Tahun	1104,2372 m <sup>3</sup> /s
50 Tahun	1178,8064 m <sup>3</sup> /s
100 Tahun	1249,1336 m <sup>3</sup> /s

Sumber: Hasil Analisis

### Kalibrasi Debit Terukur

Kalibrasi dilakukan untuk mengetahui parameter yang digunakan dalam analisis debit banjir sudah benar.

### Analisis Debit Regional

Kalibrasi dilakukan dengan menggunakan data debit terukur dilapangan, karena data debit terukur tidak tersedia maka digunakan analisis debit regional untuk mencari debit terukur dari sungai terdekat. Sungai yang diambil data debitnya adalah sungai Ongkag Lombagin pada tahun 2011 dilakukan dengan cara:

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

dengan :

Q<sub>2</sub> = Debit DAS Ongkag Dumoga

A<sub>2</sub> = Luas DAS Ongkag Dumoga

A<sub>1</sub> = Luas DAS Ongkag Komangaan

Q<sub>1</sub> = Debit Terukur DAS Ongkag Komangaan

### Kalibrasi Parameter HSS-Snyder

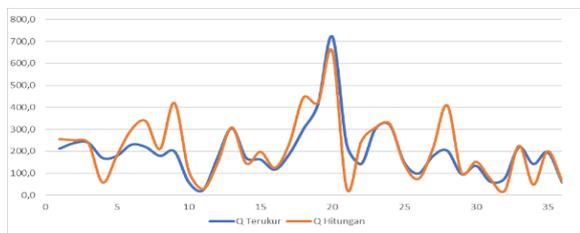
Kalibrasi dilakukan dengan cara uji koefisien determinasi untuk mengetahui tingkat kemiripan model dari hasil debit hitungan dan debit terukur.

Nilai uji koefisien determinasi yang >0,6 dianggap sudah bisa memenuhi ketentuan untuk tingkat kemiripan.

Tabel 9. Uji Koefisien Determinasi

No	Tgl	Q Terukur (X)	Q Hitungan (Y)	XY	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>	r	r <sup>2</sup>
1	13-Jan	212,2	255,9	54304,8	45033,1	65485,4	0,927	0,860
2	23-Jan	237,2	250,9	59509,2	56278,1	62925,9		
3	24-Jan	239,2	239,6	57318,4	57232,4	57404,5		
4	25-Jan	52,1	58,9	3069,2	2715,6	3468,8		
5	29-Jan	29,0	182,1	5279,6	841,0	33144,5		
6	02-Feb	262,2	298,7	78315,6	68759,3	89199,9		
7	03-Feb	103,2	338,3	34922,3	10658,5	114422,1		
8	04-Feb	179,2	211,2	37859,6	32119,8	44625,0		
9	06-Feb	200,2	420,7	84223,9	40084,4	176967,9		
10	09-Feb	60,2	111,6	6724,5	3627,7	12464,9		
11	12-Feb	24,2	28,7	694,1	586,8	821,1		
12	17-Feb	170,2	146,2	24887,0	28975,9	21375,2		
13	20-Feb	304,8	309,2	94258,2	92907,9	95628,2		
14	24-Feb	170,2	145,5	24774,5	28978,3	21180,6		
15	02-Mar	163,2	198,4	32377,9	26637,5	39355,4		
16	03-Mar	117,2	125,7	14735,7	13747,3	15795,2		
17	14-Mar	187,2	235,2	44038,2	35052,1	55328,0		
18	05-Jun	302,3	446,5	135003,7	91404,6	199399,1		
19	06-Jun	414,4	421,9	174819,1	171727,7	177966,2		
20	13-Jun	721,2	654,2	471833,3	520175,6	427983,7		
21	25-Jun	23,5	31,0	728,6	553,1	959,7		
22	28-Jun	142,2	242,9	34550,2	20229,9	59007,4		
23	18-Jul	302,7	307,9	93176,9	91600,1	94780,9		
24	21-Jul	320,1	325,3	104105,4	102437,9	105800,1		
25	22-Jul	150,2	144,0	21634,9	22569,1	20739,5		
26	28-Agu	99,3	75,3	7484,1	9868,4	5675,9		
27	29-Agu	178,2	212,7	37919,7	31770,2	45259,4		
28	13-Sep	203,2	409,7	83259,2	41303,2	167834,2		
29	14-Sep	96,4	101,8	9814,2	9295,5	10361,8		
30	16-Sep	134,5	153,6	20665,3	18096,6	23598,7		
31	22-Okt	62,4	75,1	4685,8	3896,8	5634,6		
32	04-Nov	14,1	21,4	301,7	199,6	456,1		
33	21-Nov	218,6	225,8	49361,0	47780,6	50993,6		
34	03-Des	142,2	48,8	6947,2	20232,8	2385,4		
35	04-Des	196,0	201,3	39447,7	38401,3	40522,7		
36	29-Des	59,4	64,7	3840,8	3523,8	4186,3		

Sumber: Hasil Analisis



Gambar 2. Kurva Debit  
Sumber: Hasil Analisis

Nilai uji koefisien determinasi ( $r^2$ ) mendapatkan hasil 0,86 dianggap sudah memenuhi nilai kemiripan dari data debit terukur, maka parameter HSS-Snyder dapat digunakan dalam perhitungan debit banjir rencana.

### Analisis Hidraulika Penampang Sungai Existing

Analisis dilakukan terhadap kondisi sungai existing untuk mendapatkan informasi tinggi muka air, lebar permukaan air, kemiringan dasar saluran dan informasi-informasi lainnya pada kondisi banjir dengan kala ulang yang ditentukan. Sungai dimodelkan akan dilewati debit banjir metode HSS Snyder pada kala ulang 25, 50, dan 100 tahun dengan menggunakan software HEC-RAS.

### Analisis Hidraulika Penampang Teknis Sungai Pasca Penambangan

Analisis penampang sungai pasca penambangan dilakukan untuk mendapatkan penampang teknis sungai baru berdasarkan metode tampang lintang ekonomis dengan mempertahankan kemiringan dasar sungai asli. Penampang Sungai akan dianalisis untuk dilewati debit banjir HSS-Snyder dengan kala ulang 100 tahun.

### Desain Penampang Teknis Sungai Pasca Penambangan

Perancangan tampang teknis sungai yang baru memerlukan informasi lebar rata-rata dasar sungai existing, kemiringan dasar sungai, koefisien kecepatan berdasarkan kondisi dinding sungai, kedalaman potensi galian pasir, kerikil dan batu kali dan informasi lainnya. Informasi-informasi tersebut akan dimasukkan dalam metode tampang lintang ekonomis penampang trapezium sungai.

Tabel 10. Desain Penampang Teknis Sungai

STA	Segmen	V	A (m <sup>2</sup> )	m	h (m)	B (m)	P (m)	R (m)	a	I	Q
600	o0	4,10103	311,217	1/√3	4,60	65	75,623	4,115	0,035	0,00312	1276,31
550	o1	3,94278	339,434	1/√3	5,00	65	76,547	4,434	0,035	0,00261	1338,31
500	o2	3,45466	367,836	1/√3	5,40	65	77,471	4,748	0,035	0,00183	1270,75
450	o3	5,56611	234,573	1/√3	3,50	65	73,083	3,210	0,035	0,00802	1305,66
400	o4	3,9817	318,254	1/√3	4,70	65	75,854	4,196	0,035	0,00287	1267,19
350	o5	5,18313	248,404	1/√3	3,70	65	73,545	3,378	0,035	0,00649	1287,51
300	o6	3,25592	389,288	1/√3	5,70	65	78,164	4,980	0,035	0,00153	1267,39
250	o7	3,63518	353,612	1/√3	5,20	65	77,009	4,592	0,035	0,00212	1285,44
200	o8	4,34049	290,175	1/√3	4,30	65	74,930	3,873	0,035	0,0038	1259,5
150	o9	3,61049	346,517	1/√3	5,10	65	76,778	4,513	0,035	0,00214	1251,09
100	o10	4,25561	325,302	1/√3	4,80	65	76,085	4,276	0,035	0,0032	1384,36
50	o11	5,06799	255,337	1/√3	3,80	65	73,776	3,461	0,035	0,00601	1294,05
0	o12	5,61138	227,674	1/√3	3,40	65	72,852	3,125	0,035	0,00844	1277,57

Sumber: Hasil Analisis

### Analisis Tinggi dan Lebar Muka Air Banjir Penampang Teknis Sungai Pasca Penambangan

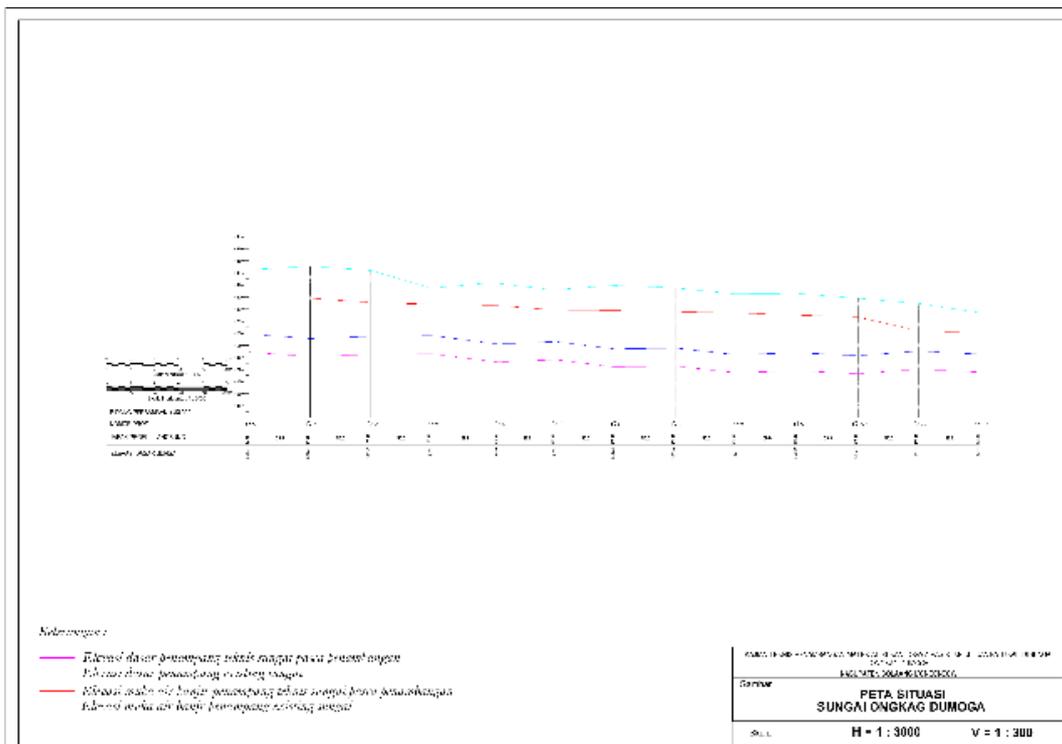
Penampang Teknis Sungai Pasca Penambangan selanjutnya dianalisis dengan program HEC-RAS untuk mengetahui apakah kapasitas penampang sungai baru sudah mampu menampung debit banjir kala ulang 100 tahun.

Rekapitulasi simulasi HEC-RAS penampang baru diperlihatkan pada Tabel 12.

Tabel 12. Rekapitulasi simulasi HEC-RAS penampang baru

River STA	Profile	Q total	Min, Ch Elev	W,S, Elev	Crit W,S,	E,G, Elev	E,G, Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude #
		(m³/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m²)	(m)	Chl
600	100 Tahu	1249,13	35,44	39,95		40,81	0,00319	4,09	305,11	70,21	0,63
550	100 Tahu	1249,13	35,05	39,9		40,63	0,00252	3,8	328,76	70,61	0,56
500	100 Tahu	1249,13	35,19	39,54		40,46	0,00361	4,26	293,29	70,03	0,66
450	100 Tahu	1249,13	34,95	39,4		40,28	0,00334	4,16	300,56	70,14	0,64
400	100 Tahu	1249,13	34,62	39,3		40,1	0,00283	3,94	316,87	70,41	0,59
350	100 Tahu	1249,13	34,7	38,93		39,91	0,00394	4,38	285,17	69,87	0,69
300	100 Tahu	1249,13	34,22	38,89		39,69	0,00285	3,95	316,07	70,39	0,6
250	100 Tahu	1249,13	33,99	38,79		39,54	0,0026	3,84	325,25	70,53	0,57
200	100 Tahu	1249,13	33,8	38,68		39,41	0,00249	3,78	330,55	70,98	0,56
150	100 Tahu	1249,13	33,77	38,49		39,27	0,00273	3,9	320,29	70,47	0,58
100	100 Tahu	1249,13	33,64	38,35		39,13	0,00278	3,92	318,72	70,44	0,59
50	100 Tahu	1249,13	33,89	37,2	37,2	38,82	0,00883	5,64	221,38	68,81	1
0	100 Tahu	1249,13	33,29	37	36,6	38,28	0,00607	5,02	248,96	69,3	0,85

Sumber: Hasil Analisis



Gambar 3. Potongan memanjang sungai Ongkag Dumoga

**Pembahasan**

Tinggi dan lebar muka air banjir didapatkan dari hasil analisis hidraulika pada penampang sungai existing. Analisis Hidraulika mendapatkan hasil bahwa dari debit yang disimulasikan terjadi luapan air banjir pada penampang STA 0, STA 50, STA 100, STA 150, STA 200, STA 250, STA 300, STA 400, STA 500, STA 550 dan STA 600, sedangkan luapan tidak terjadi hanya pada penampang STA 350 dan STA 450. Perencanaan profil sungai baru diperlukan untuk memperbaiki kapasitas penampang sungai existing.

Desain penampang sungai baru dibuat pada kondisi penampang sungai yang lebih teknis

menggunakan metode tampang lintang ekonomis bentuk trapesium (Triatmodjo, 1996). Analisis tinggi dan lebar muka air banjir mendapatkan hasil kapasitas seluruh penampang teknis sungai baru sudah mampu untuk menampung besaran debit banjir yang disimulasikan.

Volume potensi galian pasca penambangan sungai dengan memperhitungkan perubahan profil dari sungai existing ke penampang teknis sungai pasca penambangan. Perubahan elevasi dasar sungai dan tinggi muka air antara penampang sungai *existing* dan penampang teknis sungai pasca penambangan dapat dilihat pada gambar 3.

**Perhitungan Volume Galian Material Pasir, Kerikil dan Batu Kali Pasca Penambangan**

Perhitungan volume potensi galian pasir, kerikil dan batu kali di ruas sungai Ongkag Dumoga dilakukan pada kondisi sungai pasca penambangan. Luas galian setiap segmen akan dihitung, kemudian didapat volume galian antara dua segmen dengan membandingkan luas galian kedua segmen dikalikan dengan panjang interval antar segmen.

Tabel 13. Volume galian dan timbunan

Segmen	Luas Galian (m <sup>2</sup> )	Luas Timbunan (m <sup>2</sup> )	Panjang Interval (m)	Volume Galian (m <sup>3</sup> )	Volume Timbunan (m <sup>3</sup> )
O0	170,891	0,624	50	7827	1163,9
O1	142,189	45,932	50	7938	1930,7
O2	175,329	31,296	50	8924,2	782,42
O3	181,639	-	50	7832,6	146,54
O4	131,665	5,861	50	6510,9	146,54
O5	128,772	-	50	7053,7	2718,3
O6	153,374	108,73	50	7447	3590,1
O7	144,503	34,875	50	7601	871,88
O8	159,537	-	50	7121,5	605,56
O9	125,322	24,222	50	6913,3	997,17
O10	151,207	15,664	50	6594	666,16
O11	112,552	10,9818	50	6584,2	274,55
O12	150,815	-			
Jumlah				88347,42	13893,85

Sumber: Hasil Analisis

**PENUTUP**

**Kesimpulan**

1. Analisis debit banjir mendapatkan debit banjir HSS Snyder yang digunakan sebagai debit banjir rencana.
2. Hasil analisis tinggi dan lebar muka air banjir mendapatkan keadaan air meluap pada

beberapa segmen sungai *existing* pada kala ulang 25, 50 dan 100 tahun.

3. Kajian teknis dilakukan mendapatkan profil penampang sungai baru pasca penambangan, Analisis tinggi dan lebar muka air banjir dilakukan pada kondisi debit banjir 100 tahun profil sungai yang baru, hasil analisis mendapatkan keadaan air sudah tidak meluap pada setiap segmen penampang sungai baru.
4. Luas perubahan profil sungai baru dengan kondisi *existing* sungai diperhitungkan menjadi potensi galian material pasir, kerikil dan batu kali, didapatkan volume galian pada sungai sepanjang 600 m yaitu 88.347,42 m<sup>3</sup> sedangkan volume timbunan yang digunakan untuk memperbaiki kapasitas penampang sungai yaitu 13.893,85 m<sup>3</sup>.

**Saran**

1. Penambangan material galian pasir, kerikil dan batu kali agar dapat memperhatikan kajian teknis yang ada untuk meminimalisir kerusakan sungai yang mungkin terjadi sampai pada batas yang telah ditentukan.
2. Volume timbunan yang diperlukan untuk memperbaiki penampang sungai sebaiknya menggunakan volume galian yang ada pada alur sungai tersebut.
3. Galian material yang dapat diperoleh dari penambangan sungai Ongkag Dumoga harus berupa endapan yang bukan merupakan tanah asli sungai.

**DAFTAR PUSTAKA**

Chow V. T. 1988. *Applied Hydrology*, McGraw- Hill, Singapore.

Chow V. T., 1992. *Hidrolika Saluran Terbuka (Open Channel Hydraulic)*

Harto. S. 1993. *Analisis Hidrologi*, Gramedia Pustaka, Jakarta

Istiarto. 2012. *Simulasi Aliran 1 Dimensi Dengan Bantuan Paket Program Hidrodinamika HEC-RAS, UGM*, Yogyakarta

Kairupan, Reynaldo C. Tiny Mananoma, Jeffry S. F. Sumarauw., 2017. *Pola Distribusi Hujan Jam-jaman Wilayah Bolaang Mongondow*, Jurnal Tekno Vol.15/No. 68/ Desember 2017 (109-113) ISSN: 0215-9617, Universitas Sam Ratulangi. Manado.

Kamase. Malinda., Liany A, Hendratta, Jeffry S. F. Sumarauw. 2017. *Analisis Debit dan Tinggi Muka Air Sungai Tondano di Jembatan Desa Kuwil Kecamatan Kalawat*, Jurnal Sipil Statik Vol. 5 Juni 2017 (175-185) ISSN:2337-6732. Universitas Sam Ratulangi, Manado.

Mangangka, Isri. 2018. *Studi Pemanfaatan 'Constructed Wetland' (Rawa Buatan) Sebagai Komponen Eko-Drainase Sesuai Sifat-Sifat Hujan di Wilayah Manado*, Jurnal Sipil Statik Vol. 6 No.1 Januari 2018 (35-46) ISSN:2337-6732, Manado

- Rahim, F. 1995. *Sistem dan Alat Tambang*. Akademi Teknik Pertambangan Nasional Banjarbaru, Jakarta
- Snyder, F. F. 1938. *Synthetic Unitgraph*. Trans Am Geophys Union. Report Paper in Hidrolog., USA
- Soewarno. 1995. *Hidrologi Aplikasi Metode Statistik Untuk Analisa Data*, Nova, Bandung.
- Soil Conservation Service. 1972. Section 4: *Hydrology In National Engineering Handbook*, SCS, USA
- Triadmodjo, Bambang., 1996. *Hidraulika II*. Beta Offset, Yogyakarta.
- Triadmodjo, Bambang., 2008. *Hidrologi Terapan*, Yogyakarta.
- Welliang, Aditya Hadipradana, Jeffry S. F. Sumarauw, Tiny Mananoma, *Analisis Debit Banjir dan Tinggi Muka Air Sungai Lombagin Kabupaten Bolaang Mongondow*, Jurnal Tekno, Vol.17/No.71/April 2019 (100-109) ISSN: 0215-9617. Universitas Sam Ratulangi, Manado.