



Analisis Debit Banjir dan Tinggi Muka Air Sungai Ongkaw Di Desa Ongkaw Dua Kabupaten Minahasa Selatan

Marcelina R. T. Manoppo^{#a}, Jeffry S. F. Sumarauw^{#b}, Cindy J. Supit^{#c}

[#]Program Studi Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi, Manado, Indonesia
^amrtmanoppo@gmail.com, ^bjeffrysumarauw@unsrat.ac.id, ^ccindyjeanesupit@unsrat.ac.id

Abstrak

Sungai Ongkaw terletak di Desa Ongkaw Dua, Kecamatan Sinonsayang, Kabupaten Minahasa Selatan. Sungai Ongkaw pernah meluap, oleh sebab itu dibutuhkan perhitungan debit banjir dan elevasi tinggi muka air yang dapat terjadi. Analisis debit banjir dan elevasi tinggi muka air dilakukan dengan mencari frekuensi hujan dengan menggunakan metode *Log Pearson III*. Digunakan data hujan dari pos hujan Klimatologi Nonapan-Wineru. Data yang digunakan adalah data curah hujan harian maksimum selama 10 tahun, yaitu dari tahun 2008 s/d 2021. Pemodelan hujan aliran dengan program komputer HEC-HMS menggunakan metode *HSS Soil Conservation Services* dan untuk kehilangan air dengan *SCS Curve Number (CN)*. Untuk *baseflow* akan menggunakan metode *recession*. Dilakukan kalibrasi parameter HSS SCS sebelum melakukan simulasi debit banjir dengan menggunakan uji debit puncak. Dalam kalibrasi ini, parameter yang akan dikalibrasi adalah *lag time*, *curve number*, *recession constant*, *baseflow* dan *ratio to peak*. Untuk batasan setiap parameter disesuaikan dengan nilai standar pada program komputer HEC-HMS. Hasil uji uji debit puncak menunjukkan nilai 3,0 m³/det. Kemudian dilakukan analisis debit banjir dengan parameter terkalibrasi menggunakan program komputer HEC-HMS. Analisis Hidraulika untuk prediksi elevasi tinggi muka air menggunakan program HEC-RAS. Hasil simulasi menunjukkan penampang melintang Sungai Ongkaw pada STA 0+175 dan STA 0+200 yang ditinjau tidak dapat menampung debit banjir untuk kala ulang 25 tahun, 50 tahun, dan 100 tahun.

Kata kunci: Sungai Ongkaw, debit banjir, HEC-HMS, HEC-RAS

1. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Sungai Sungai Sapalalum merupakan salah satu dari beberapa sungai yang ada di Kecamatan Tumpaan, Minahasa Selatan. Pada bulan Februari 2006, Januari 2014 dan September 2023 sungai tersebut meluap sehingga menggenangi pemukiman warga diakibatkan karena aliran air berlebihan dan ketika terjadi hujan dengan intensitas yang tinggi dan melebihi kapasitas debit air pada penampang sungai yang tersedia sehingga air meluap dan mengakibatkan banjir di area pemukiman warga.

Berdasarkan permasalahan banjir yang terjadi di Sungai Sapalalum maka perlu dilakukan pengendalian debit banjir di sungai tersebut untuk mengatasi dan mengurangi masalah akibat banjir yang nantinya dapat merugikan masyarakat.

1.2 Rumusan Masalah

Tingginya intensitas air hujan mengakibatkan meluapnya air dan menggenangi pemukiman warga serta rumah ibadah di sekitar daerah aliran sungai (DAS) sehingga perlu dilakukan kajian dalam upaya pengendalian banjir.

1.3. Batasan Penelitian

- Penampang sungai yang di tinjau yaitu sepanjang 200 meter ke arah hilir dan dimulai dengan jarak 10 meter dari Jembatan Sungai Sapalalum.
- Analisis hidrologi menggunakan data curah hujan harian maksimum.
- Analisis menggunakan komputer HEC – HMS untuk analisis hidrologi dan HEC – RAS untuk analisis hidraulika.
- Kala ulang rencana dibatasi 5, 10, 25, 50 dan 100 tahun.

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui besaran debit banjir rencana dan elevasi tinggi muka air Sungai Sapalalum di Desa Lelema.

1.5. Manfaat Penelitian

Dengan adanya penelitian ini diharapkan akan dapat bermanfaat dalam penanggulangan masalah banjir di lokasi penelitian juga mencegah dampak-dampak negatif yang akan mengakibatkan banyak kerugian terlebih untuk keselamatan masyarakat yang berada di bantaran Sungai Sapalalum.

2. Metode Penelitian

2.1. Lokasi Penelitian

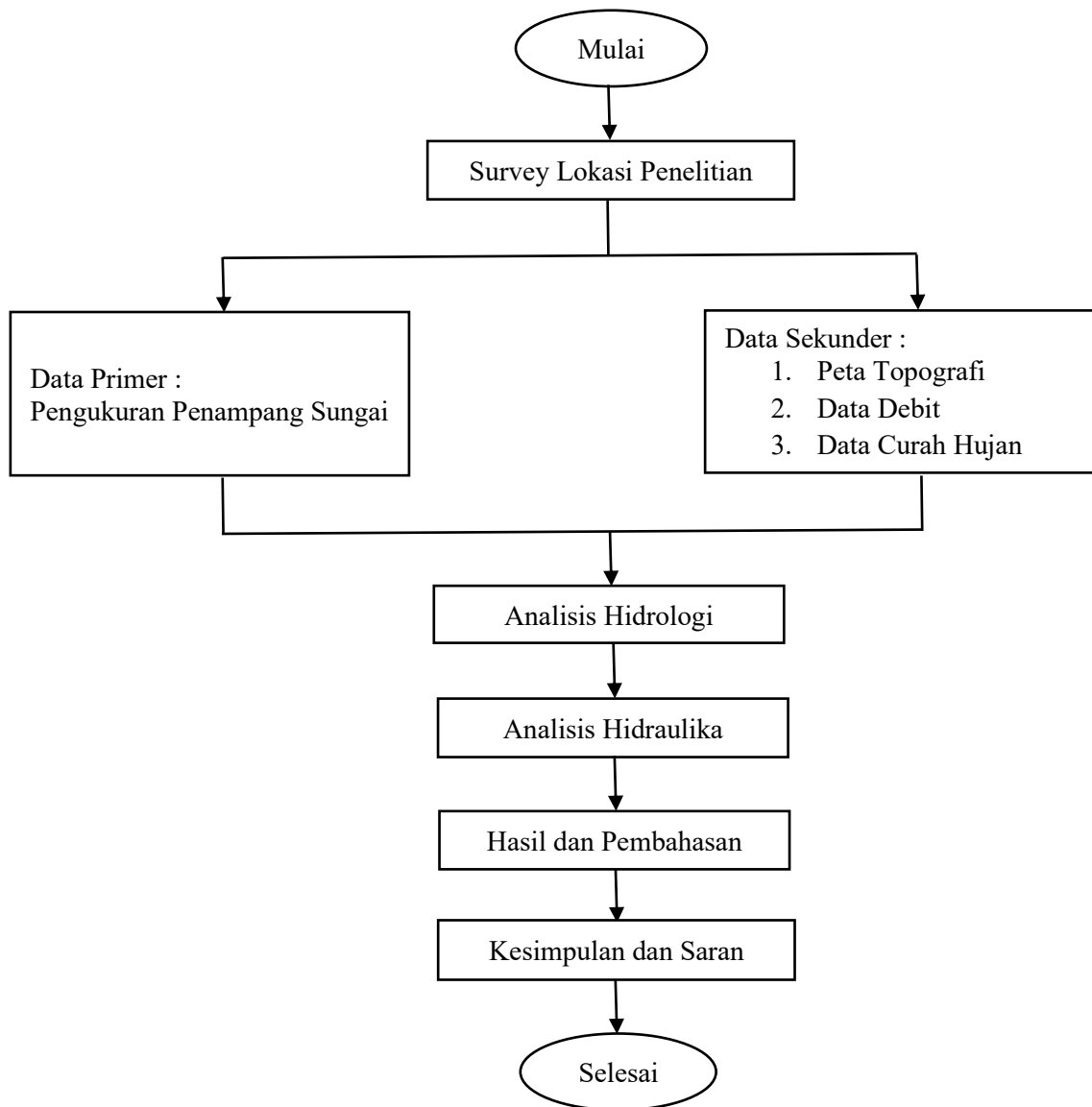
Sungai Sapalalum terletak di Desa Lelema, Kecamatan Tumpaan, Kabupaten Minahasa Selatan, Provinsi Sulawesi Utara. Titik kontrol yang diambil untuk penelitian ini terletak di Jembatan Sungai Sapalalum Desa Lelema. Lokasi penelitian berada di 1°06'03" LU dan 124°20'44" BT.



Gambar 1. Lokasi Penelitian (Google Earth)

2.2. Bagan Alir Penelitian

Kegiatan penelitian dilakukan berdasarkan alur yang disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Bagan Alir Penelitian

3. Landasan Teori

3.1 Daur Hidrologi

Daur Hidrologi merupakan proses pergerakan air yang berlangsung secara terus-menerus dari bumi ke atmosfer dan kembali lagi ke bumi. Proses ini tidak pernah berhenti melalui kondensasi, presipitasi, evaporasi, dan transpirasi.

3.2 Daerah Aliran Sungai (DAS)

Daerah Aliran Sungai (DAS) adalah daerah yang dibatasi punggung-punggung gunung dimana air hujan yang jatuh pada daerah tersebut akan ditampung oleh punggung gunung tersebut akan dialirkan melalui sungai-sungai kecil ke sungai utama (Asdak, 1995).

3.3 Analisis Data Outlier

Data *outlier* adalah data yang menyimpang terlalu tinggi ataupun terlalu rendah dari sekumpulan data. Uji *outlier* dilakukan untuk mengoreksi data sehingga baik untuk digunakan pada analisis selanjutnya. Uji data *outlier* mempunyai 3 syarat, yaitu :

1. Jika $Cslog \geq 0,4$ maka : uji *outlier* tinggi, koreksi data, uji *outlier* rendah, koreksi data.
2. Jika $Cslog \leq -0,4$ maka : uji *outlier* rendah, koreksi data, uji *outlier* tinggi, koreksi data.

3. Jika $-0,4 < Cs_{\log} < 0,4$ maka : uji *outlier* tinggi atau rendah, koreksi data.

Rumus yang digunakan:

- $\overline{\log x} = \frac{\sum \log x}{n}$
- $S_{\log} = \sqrt{\frac{\sum (\log x - \overline{\log x})^2}{n-1}}$
- $Cs_{\log} = \frac{n}{(n-1)(n-2)S_{\log}^3} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^3$
- *Outlier* tinggi : $\text{Log } x_h = \overline{\log x} + Kn \cdot S_{\log}$
- *Outlier* rendah : $\text{Log } x_l = \overline{\log x} - Kn \cdot S_{\log}$

Dengan :

Cs_{\log} = Koefisien kemencengan

S_{\log} = Simpangan baku

$\overline{\log x}$ = Nilai rata – rata

Kn = Nilai K (diambil dari *outlier* test K value) tergantung dari jumlah data yang dianalisis

$\text{Log } x_h$ = *Outlier* tinggi

$\text{Log } x_l$ = *Outlier* rendah

Nilai Kn dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

Untuk nilai Cs_{\log} lebih dari 0,4 :

$$Kn = (-0,62201) + (6,28446 \times n^{1/4}) - (2,49835 \times n^{1/2}) + (0,491436 \times n^{3/4}) - (0,037911 \times n)$$

Untuk nilai Cs_{\log} kurang dari -0,4 :

$$Kn = (-3,62201) + (6,28446 \times n^{1/4}) - (2,49835 \times n^{1/2}) + (0,491436 \times n^{3/4}) - (0,037911 \times n)$$

3.4 Parameter Statistik

Parameter statistik yang digunakan dalam analisis data hidrologi yaitu : rata-rata hitung (*mean*), simpangan baku (standar deviasi), koefisien variasi, kemencengan (*koefisien skewness*) dan koefisien kurtosis.

3.5 Debit Banjir Rencana

Debit banjir rencana adalah debit maksimum pada suatu sungai dengan periode ulang tertentu. Data yang dibutuhkan untuk menentukan debit banjir rencana antara lain data curah hujan, luas *catchment area* dan data penutup lahan. Debit banjir rencana biasa didapatkan dengan beberapa metode antara lain :

1. Metode Analisis Probabilitas Frekuensi Banjir.
2. Metode Rasional $Q = C \cdot I \cdot A$
3. Metode Analisis Regional.
4. Metode Puncak Banjir di Atas Ambang.
5. Metode Empiris.
6. Metode Analisis Regresi.

Dalam tugas akhir ini akan digunakan metode empiris yaitu hidrograf satuan untuk menghitung besarnya debit banjir dengan bantuan program computer HEC-HMS.

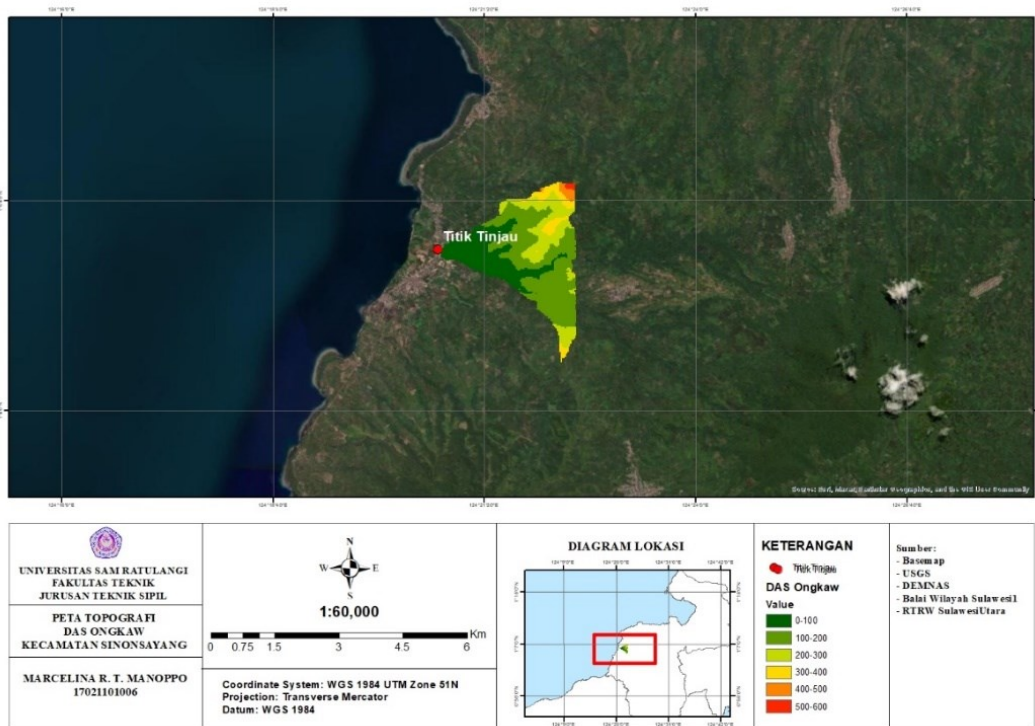
4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Analisis Daerah Aliran Sungai

Analisis daerah aliran sungai (DAS) dilakukan untuk mengetahui luas DAS Ongkaw. Perhitungan luas DAS dilakukan dengan bantuan program *ArcMap* dengan menggunakan data DEM yang bersumber dari Balai Wilayah Sungai Sulawesi-1. Sehingga diperoleh luas DAS Ongkaw sebesar 6,136025 km².

4.2 Analisis Curah Hujan

Analisis curah hujan di DAS Ongkaw dilakukan dengan menggunakan data curah hujan maksimum yang bersumber dari Balai Wilayah Sungai Sulawesi I. Pos hujan yang digunakan adalah Pos Hujan Nonapan-Wineru sepanjang periode tahun 2008 sampai tahun 2021. Data hujan harian maksimum dari tahun 2008 sampai 2021 ditampilkan pada Tabel 1.



Gambar 3. DAS Ongkaw (ArcGIS 10.8, Data DEM www.tanahair.com)

Tabel 1. Data Curah Hujan Harian Maksimum (Balai Wलयah Sungai Sulawesi I; 2024)

Nomor	Tahun	Curah Hujan Harian Maksimum (mm)
		MRG Nonapan-Wineru
1	2008	34.00
2	2009	64.00
3	2010	60.90
4	2011	62.20
5	2012	28.60
6	2013	70.40
7	2014	30.20
8	2015	100.40
9	2016	68.21
10	2017	80.00
11	2018	186.60
12	2019	48.60
13	2020	46.80
14	2021	76.40

4.3 Analisis Data Outlier

Pengujian data outlier dilakukan untuk menentukan berapa banyak data yang menyimpang terlalu tinggi dan terlalu rendah. Data yang menyimpang bisa dikarenakan kesalahan saat pencatatan data atau adanya kejadian ekstrim. Berikut adalah uji outlier data hujan harian maksimum pos hujan MRG Nonapan-Wineru.

Tabel 2. Parameter Uji *Outlier* Pos Hujan MRG Nonapan-Wineru (Sebelum Dikoreksi)

Tabel Analisis Parameter Statistik Nonapan-Wineru						
No.	Data (Seri X) X	Data (Seri Y) Y = log X	Data Setelah Diurutkan	(Y - \bar{Y})	(Y - \bar{Y}) ²	(Y - \bar{Y}) ³
1	34.00	1.5315	2.2709	0.4888	0.2389	0.1168
2	64.00	1.8062	2.0017	0.2196	0.0482	0.0106
3	60.90	1.7846	1.9031	0.1210	0.0146	0.0018
4	62.20	1.7938	1.8831	0.1010	0.0102	0.0010
5	28.60	1.4564	1.8476	0.0655	0.0043	0.0003
6	70.40	1.8476	1.8338	0.0517	0.0027	0.0001
7	30.20	1.4800	1.8062	0.0241	0.0006	0.0000
8	100.40	2.0017	1.7938	0.0117	0.0001	0.0000
9	68.21	1.8338	1.7846	0.0025	0.0000	0.0000
10	80.00	1.9031	1.6866	-0.0955	0.0091	-0.0009
11	186.60	2.2709	1.6702	-0.1119	0.0125	-0.0014
12	48.60	1.6866	1.5315	-0.2506	0.0628	-0.0157
13	46.80	1.6702	1.4800	-0.3021	0.0913	-0.0276
14	76.40	1.8831	1.4564	-0.3257	0.1061	-0.0346
Jumlah	957.31	24.95			0.60	0.05
Rata-rata	68.38	1.78				
S_{log}			0.215102807			
CS_{log}			0.455023608		CSlog > 0,4	

$$\overline{\log x} = \frac{\sum \log x}{n} = \frac{24,95}{14} = 1,78$$

$$S_{log} = \sqrt{\frac{\sum (\log x - \overline{\log x})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{0,60}{14-1}} = 0,215$$

$$CS_{log} = \frac{n}{(n-1)(n-2)S_{log}^3} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^3 = \frac{14}{(14-1)(14-2)0,215^3} 0,05 = 0,455$$

Setelah dilakukan uji *outlier* maka didapat nilai $CS_{log} \geq 0,4$. Sehingga harus dilakukan uji *outlier* tinggi terlebih dahulu kemudian uji *outlier* rendah. Sebelum dilakukakn uji *outlier tinggi*, dihitung terlebih dahulu nilai Kn sesuai persamaan 2.7 untuk $CS_{log} \geq 0,4$.

$$Kn = (-0,62201) + (6,28446 \times 14^{1/4}) - (2,49835 \times 14^{1/2}) + (0,491436 \times 14^{3/4}) - (0,037911 \times 14) = 2,212$$

Uji *outlier* tinggi dihitung dengan persamaan 2.5

$$\log x_h = \overline{\log x} + Kn \cdot S_{log} = 1,78 + 2,212 \times (0,215)$$

$$\log x_h = 2,26$$

$$x_h = 181,13$$

Kemudian uji *outlier* rendah dihitung dengan persamaan 2.6

$$\log x_l = \overline{\log x} - Kn \cdot S_{log} = 68,38 - 2,212 \times (0,215)$$

$$\log x_l = 1,31$$

$$x_l = 20,43$$

Karena tidak ada yang kurang dari batas terendah, maka tidak diubah. Untuk hasil uji *outlier rendah* pos hujam MRG Nonapan-Wineru dapat dilihat pada Tabel 3.

4.4 Penentuan tipe Distribusi Hujan

Jenis sebaran hujan bergantung pada nilai parameter statistik yaitu rata – rata hitung atau *mean* (\bar{X}), simpangan baku (S), koefisien kemencengan (Cs), koefisien variasi (Cv), dan koefisien kurtosis (Ck). Perhitungan parameter dan penentuan tipe distribusi disajikan dalam bentuk tabel (Tabel 4).

Tabel 3. Data Curah Hujan Harian Maksimum MRG Nonapan-Wineru (Setelah Dikoreksi)

Penguji dan Penyesuai Data			
No.	Tahun	Data Hujan Harian Maksimum (mm)	
		Sebelum Dikoreksi	Sesudah Dikoreksi
1	2008	34.00	34.00
2	2009	64.00	64.00
3	2010	60.90	60.90
4	2011	62.20	62.20
5	2012	28.60	28.60
6	2013	70.40	70.40
7	2014	30.20	30.20
8	2015	100.40	100.40
9	2016	68.21	68.21
10	2017	80.00	80.00
11	2018	186.60	181.13
12	2019	48.60	48.60
13	2020	46.80	46.80
14	2021	76.40	76.40

Tabel 4. Parameter Statistik untuk Distribusi *Log-Pearson III*

No.	Data (Seri X)	Data (Seri Y) Y = log X	Data Seri Y Setelah Diurutkan	(Y-Ybar)	(Y-Ybar) ²	(Y-Ybar) ³
1	34	1.531478917	2.257996032	0.476806356	0.227344301	0.108399208
2	64	1.806179974	2.001733713	0.220544037	0.048639672	0.01072719
3	61	1.784617293	1.903089987	0.121900311	0.014859686	0.0018114
4	62	1.793790385	1.883093359	0.101903682	0.01038436	0.001058205
5	29	1.456366033	1.847572659	0.066382983	0.0044067	0.00029253
6	70	1.847572659	1.83384805	0.052658373	0.002772904	0.000146017
7	30	1.480006943	1.806179974	0.024990298	0.000624515	1.56068E-05
8	100	2.001733713	1.793790385	0.012600709	0.000158778	2.00071E-06
9	68	1.83384805	1.784617293	0.003427616	1.17486E-05	4.02695E-08
10	80	1.903089987	1.686636269	-0.094553407	0.008940347	-0.00084534
11	181	2.257996032	1.670245853	-0.110943823	0.012308532	-0.001365556
12	49	1.686636269	1.531478917	-0.249710759	0.062355463	-0.01557083
13	47	1.670245853	1.480006943	-0.301182733	0.090711039	-0.027320599
14	76	1.883093359	1.456366033	-0.324823643	0.105510399	-0.034272272
Jumlah			24.93665547	-1.55431E-15	0.589028445	0.0430776
Rata - rata			1.781189676			

Rata – rata hitung :

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i = \frac{1}{14} \times 951,84 = 67,988$$

Simpangan Baku :

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{19132}{14-1}} = 36,967$$

Koefisien *Skewness* (Kemencengan) :

$$Cs = \frac{n}{(n-1)(n-2)} \cdot \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^3}{S^3} = \frac{14}{(14-1)(14-2)} \cdot \frac{1313042,434}{36,967^3} = 2,332$$

Koefisien Variasi :

$$Cv = \frac{S}{\bar{X}} = \frac{36,967}{67,988} = 0,543$$

Koefisien Kurtosis :

$$Ck = \frac{n^2}{(n-1)(n-2)(n-3)} \cdot \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^4}{S^4} = \frac{14^2}{(14-1)(14-2)(14-3)} \cdot \frac{171134783}{36,967^4} = 10,466$$

Penentuan tipe distribusi adalah dengan melihat kecocokan nilai dari parameter statistik Cs, Cv, dan Ck dengan syarat untuk tiap tipe distribusi. Penentuan jenis sebaran disajikan dalam Tabel 5.

Tabel 5. Penentuan Jenis Sebaran

1. Tipe Distribusi Normal			
Syarat: $C_s \approx 0$; $C_k \approx 3$			
Cs	2.332546035	Kontrol:	Tidak Memenuhi
Ck	10.4666518	Kontrol:	Tidak Memenuhi
Jadi, data di atas tidak memenuhi kriteria sebagai Tipe Distribusi Normal.			
2. Tipe Distribusi Log Normal			
Syarat: $C_s \approx C_v^3 + 3 \cdot C_v$; $C_k \approx C_v^8 + 6 \cdot C_v^6 + 15 \cdot C_v^4 + 16 \cdot C_v^2 + 3$			
Cs (hitung)	1.791925187	Kontrol:	Tidak Memenuhi
Ck (hitung)	9.20391778	Kontrol:	Tidak Memenuhi
Jadi, data di atas tidak memenuhi kriteria sebagai Tipe Distribusi Normal.			
3. Tipe Distribusi Gumbell			
Syarat: $C_s \approx 1,14$; $C_k \approx 5,40$			
Cs	2.332546035	Kontrol:	Tidak Memenuhi
Ck	10.4666518	Kontrol:	Tidak Memenuhi
Jadi, data di atas tidak memenuhi kriteria sebagai Tipe Distribusi Normal.			
4. Tipe Distribusi Log Pearson-III			
Karena tidak satupun tipe distribusi yang memenuhi kriteria di atas, maka digunakan tipe distribusi Log Pearson-III.			

4.5 Analisis Curah Hujan Rencana

Analisis curah hujan rencana dengan tipe sebaran *Log-Pearson III* menggunakan rumus yang memerlukan perhitungan parameter statistik yaitu nilai S_{logX} , dan data dalam bentuk log. Nilai C_{Slogx} juga diperlukan untuk mencari nilai K. Perhitungan dilakukan dengan terlebih dahulu menghitung parameter statistik.

Rata – rata hitung :

$$\bar{Y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \log X_i = \frac{1}{14} \times 24,93 = 1,781$$

Simpangan Baku :

$$S_{logx} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\log X_i - \bar{\log X})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{0,58}{14-1}} = 0,205$$

Koefisien *Skewness* (Kemencengan) :

$$C_{Slog} = \frac{n}{(n-1)(n-2) \cdot (S_{logx})^3} \sum_{i=1}^n (\log X_i - \bar{\log X})^3 = \frac{14}{(14-1)(14-2) \cdot 0,205^3} \times (0,043) = 0,447$$

Nilai $K_{TR,CS}$ untuk tiap kala ulang adalah sebagai berikut :

- 5 Tahun : 0,812
- 10 Tahun : 1,319
- 25 Tahun : 1,894
- 50 Tahun : 2,284
- 100 Tahun : 2,649

Tabel 6. Curah Hujan Rencana

Kala Ulang (Tahun)	Log XTR	XTR
		Hujan Rencana (mm)
5	1.947779042	88.67047648
10	2.051920586	112.6991359
25	2.169763273	147.8302371
50	2.249880928	177.7791922
100	2.324558775	211.1342913

4.6 Pola Distribusi Hujan Jam-jaman

Distribusi hujan jam – jaman merupakan pembagian intensitas hujan berdasarkan pola

hujan suatu daerah. Dalam penelitian ini digunakan pola hujan Kabupaten Minahasa Selatan. Pola distribusi hujan jam-jaman di Kabupaten Minahasa Selatan dan sekitarnya terjadi dalam waktu 6 – 10 jam.

Tabel 7. Distribusi Hujan Minahasa Selatan dan Sekitarnya

Jam	P (mm)				
	Kala Ulang				
	5	10	25	50	100
1	55.86	71.00	93.13	112.00	133.01
2	7.09	9.02	11.83	14.22	16.89
3	16.85	21.41	28.09	33.78	40.12
4	6.21	7.89	10.35	12.44	14.78
5	1.77	2.25	2.96	3.56	4.22
6 - 10	0.89	1.13	1.48	1.78	2.11
Total (mm)	88.67	112.70	147.83	177.78	211.13

4.7 Perhitungan Nilai SCS Curve Number (CN)

Tabel 8. Perhitungan Nilai Curve Number Rata – Rata DAS Ongkaw

Jenis Tutup Lahan	Luas (km)	Presentase (%)	CN Tiap Lahan	CN
Hutan	6.013	97.99504	70	68.59653
Pemukiman	0.123	2.00496	90	1.804466
Total	6.136025	100	-	70.40

Nilai CN rata – rata untuk DAS Ongkaw adalah 70,40.

4.8 Analisis Debit Banjir Rencana

Pemodelan hujan aliran pada program komputer HEC-HMS akan menggunakan metode HSS *Soil Conservation Services*, dan untuk kehilangan air dengan *SCS Curve Number (CN)*. Untuk aliran dasar (*baseflow*) akan menggunakan metode *recession*.

Pertama, akan dihitung asumsi *lag time* awal dari DAS Ongkaw dengan data parameter DAS sebagai berikut :

$$L = 6,136025 \text{ km}$$

$$s = 0,144$$

$$CN = 70,40$$

Perhitungan dilakukan dengan persamaan 2.20 sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 T_1 &= \frac{L^{0,8} (2540 - 22,86 \text{ CN})^{0,7}}{14,104 \text{ CN} \times s^{0,5}} \\
 &= \frac{6,136^{0,8} (2540 - 22,86 \times 70,40)^{0,7}}{14,104 \times 70,40 \times 0,144^{0,5}} \\
 &= 3,30 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

Debit rata – rata Sungai Ongkaw pada tahun 2015 adalah 0,359 m³/s. Debit ini akan digunakan sebagai *initial discharge* pada program komputer HEC-HMS.

4.9 Kalibrasi Parameter HSS-SCS

Untuk kalibrasi ini di titik beratkan pada keseragaman nilai debit puncak antara Debit Terukur dan Debit Hitungan. Dengan nilai debit terukur 3,0 m³/det dan nilai debit hitungan 3,0m³/det. Debit Terukur dan Debit Hitungan di Sungai Ponto ditunjukkan pada Gambar 4.

Time-Series Results for Subbasin "DAS Ongkaw"

Project: Kalibrasi S.Ongkaw Optimization Trial: Optimization 1
Subbasin: DAS Ongkaw

Start of Trial: 01Jan2015, 00:00 Basin Model: Basin 1
End of Trial: 31Dec2015, 00:00 Meteorologic Model: Kalibrasi
Compute Time: 06Aug2024, 02:26:06

Date	Time	Precip (MM)	Loss (MM)	Excess (MM)	Direct Flow (M3/S)	Baseflow (M3/S)	Total Flow (M3/S)	Obs Flow (M3/S)
01Jan2015	00:00				0.0	0.0	0.0	0.7
02Jan2015	00:00	10.20	10.20	0.00	0.0	0.0	0.0	0.6
03Jan2015	00:00	0.80	0.80	0.00	0.0	0.0	0.0	0.6
04Jan2015	00:00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.6
05Jan2015	00:00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.2
06Jan2015	00:00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.2
07Jan2015	00:00	14.40	14.40	0.00	0.0	0.0	0.0	0.2
08Jan2015	00:00	34.80	34.67	0.13	0.0	0.0	0.0	0.1
09Jan2015	00:00	70.20	53.58	16.62	0.9	0.0	0.9	0.1
10Jan2015	00:00	100.40	47.41	52.99	3.0	0.0	3.0	0.1
11Jan2015	00:00	0.00	0.00	0.00	0.8	0.0	0.8	0.1
12Jan2015	00:00	0.00	0.00	0.00	0.2	0.0	0.2	0.7
13Jan2015	00:00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.8
14Jan2015	00:00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.9
15Jan2015	00:00	10.20	3.65	6.55	0.3	0.0	0.3	1.0
16Jan2015	00:00	14.80	5.02	9.78	0.6	0.0	0.6	1.0
17Jan2015	00:00	0.00	0.00	0.00	0.2	0.0	0.2	1.2
18Jan2015	00:00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	1.4
19Jan2015	00:00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.5
20Jan2015	00:00	10.20	3.28	6.92	0.4	0.0	0.4	0.3
21Jan2015	00:00	0.00	0.00	0.00	0.1	0.0	0.1	0.2
22Jan2015	00:00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.4
23Jan2015	00:00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.4
24Jan2015	00:00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.4
25Jan2015	00:00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.4
26Jan2015	00:00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.2
27Jan2015	00:00	10.40	3.20	7.20	0.4	0.0	0.4	0.3
28Jan2015	00:00	14.80	4.33	10.47	0.7	0.0	0.7	0.3
29Jan2015	00:00	0.00	0.00	0.00	0.2	0.0	0.2	0.3
30Jan2015	00:00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.3

Gambar 4. Hasil Data Debit Sungai Ongkaw

4.10 Analisis Debit Banjir (HSS-SCS)

Summary Results for Subbasin "DAS Ongkaw"

Project: Simulasi Sungai Ongkaw Simulation Run: Kala Ulang 5 Tahun
Subbasin: DAS Ongkaw

Start of Run: 08Feb2015, 00:00 Basin Model: Basin 1
End of Run: 08Feb2015, 12:00 Meteorologic Model: Kala Ulang 5 Tahun
Compute Time: DATA CHANGED, RECOMPUTE Control Specifications: Control 1

Volume Units: MM 1000 M3

Computed Results

Peak Discharge: 4.4 (M3/S)	Date/Time of Peak Discharge: 08Feb2015, 07:00
Precipitation Volume: 92.23 (MM)	Direct Runoff Volume: 18.31 (MM)
Loss Volume: 68.80 (MM)	Baseflow Volume: 0.00 (MM)
Excess Volume: 23.43 (MM)	Discharge Volume: 18.31 (MM)

Summary Results for Subbasin "DAS Ongkaw"

Project: Simulasi Sungai Ongkaw Simulation Run: Kala Ulang 10 Tahun
Subbasin: DAS Ongkaw

Start of Run: 08Feb2015, 00:00 Basin Model: Basin 1
End of Run: 08Feb2015, 12:00 Meteorologic Model: Kala Ulang 10 Tahun
Compute Time: DATA CHANGED, RECOMPUTE Control Specifications: Control 1

Volume Units: MM 1000 M3

Computed Results

Peak Discharge: 6.6 (M3/S)	Date/Time of Peak Discharge: 08Feb2015, 07:00
Precipitation Volume: 117.22 (MM)	Direct Runoff Volume: 27.76 (MM)
Loss Volume: 81.81 (MM)	Baseflow Volume: 0.00 (MM)
Excess Volume: 35.41 (MM)	Discharge Volume: 27.76 (MM)

Gambar 5. Summary Results Kala Ulang 5 Tahun (kiri) dan Summary Results Kala Ulang 10 Tahun (kanan)

Summary Results for Subbasin "DAS Ongkaw"

Project: Simulasi Sungai Ongkaw Simulation Run: Kala Ulang 25 Tahun
Subbasin: DAS Ongkaw

Start of Run: 08Feb2015, 00:00 Basin Model: Basin 1
End of Run: 08Feb2015, 12:00 Meteorologic Model: Kala Ulang 25 Tahun
Compute Time: DATA CHANGED, RECOMPUTE Control Specifications: Control 1

Volume Units: MM 1000 M3

Computed Results

Peak Discharge: 10.5 (M3/S)	Date/Time of Peak Discharge: 08Feb2015, 07:00
Precipitation Volume: 153.76 (MM)	Direct Runoff Volume: 43.80 (MM)
Loss Volume: 98.07 (MM)	Baseflow Volume: 0.00 (MM)
Excess Volume: 55.69 (MM)	Discharge Volume: 43.80 (MM)

Summary Results for Subbasin "DAS Ongkaw"

Project: Simulasi Sungai Ongkaw Simulation Run: Kala Ulang 50 Tahun
Subbasin: DAS Ongkaw

Start of Run: 08Feb2015, 00:00 Basin Model: Basin 1
End of Run: 08Feb2015, 12:00 Meteorologic Model: Kala Ulang 50 Tahun
Compute Time: DATA CHANGED, RECOMPUTE Control Specifications: Control 1

Volume Units: MM 1000 M3

Computed Results

Peak Discharge: 14.1 (M3/S)	Date/Time of Peak Discharge: 08Feb2015, 07:00
Precipitation Volume: 184.90 (MM)	Direct Runoff Volume: 59.17 (MM)
Loss Volume: 109.88 (MM)	Baseflow Volume: 0.00 (MM)
Excess Volume: 75.02 (MM)	Discharge Volume: 59.17 (MM)

Gambar 6. Summary Results Kala Ulang 25 Tahun (kiri) dan Summary Results Kala Ulang 50 Tahun (kanan)

Summary Results for Subbasin "DAS Ongkaw"

Project: Simulasi Sungai Ongkaw Simulation Run: Kala Ulang 100 Tahun
Subbasin: DAS Ongkaw

Start of Run: 08Feb2015, 00:00 Basin Model: Basin 1
End of Run: 08Feb2015, 12:00 Meteorologic Model: Kala Ulang 100 Tahun
Compute Time: DATA CHANGED, RECOMPUTE Control Specifications: Control 1

Volume Units: MM 1000 M3

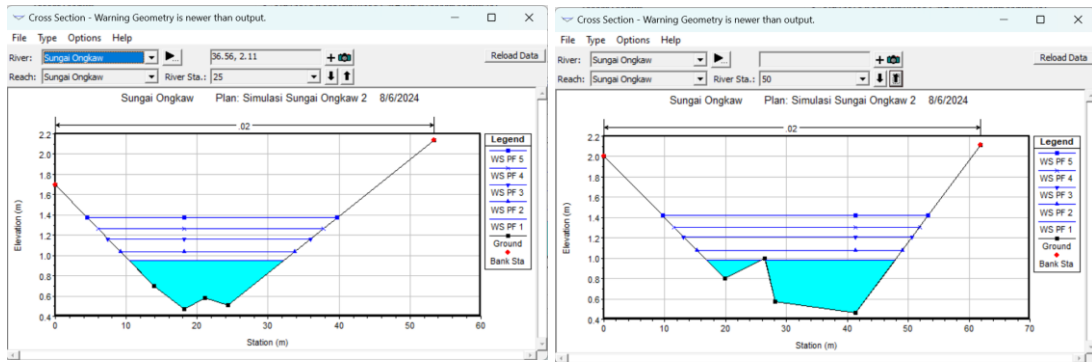
Computed Results

Peak Discharge: 18.6 (M3/S)	Date/Time of Peak Discharge: 08Feb2015, 07:00
Precipitation Volume: 219.57 (MM)	Direct Runoff Volume: 77.74 (MM)
Loss Volume: 121.25 (MM)	Baseflow Volume: 0.00 (MM)
Excess Volume: 98.32 (MM)	Discharge Volume: 77.74 (MM)

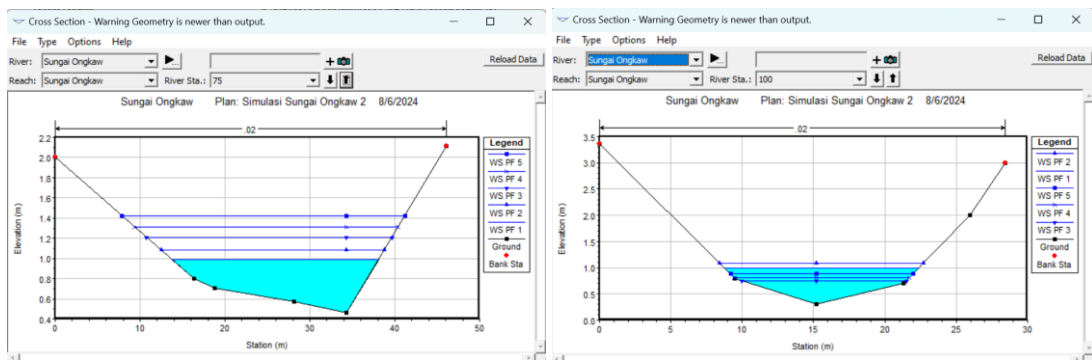
Gambar 7. Summary Results Kala Ulang 100 Tahun

4.11 Analisis Tinggi Muka Air (Simulasi HEC-HMS)

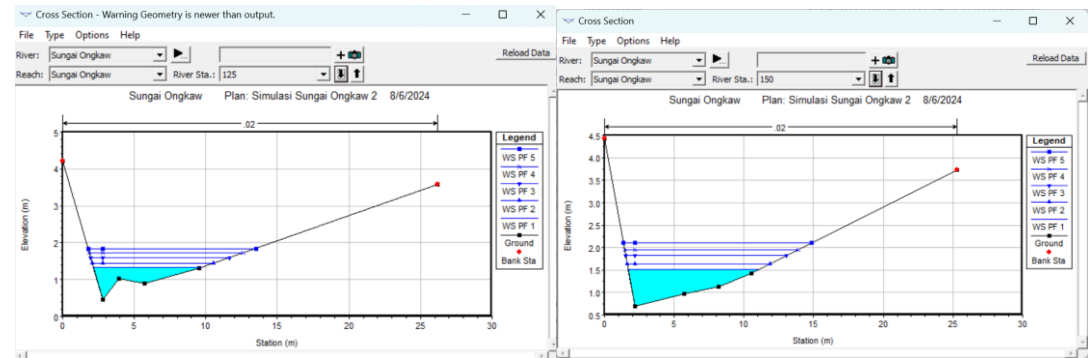
Hasil simulasi tinggi muka air untuk tiap penampang dengan menggunakan program komputer HEC-RAS.



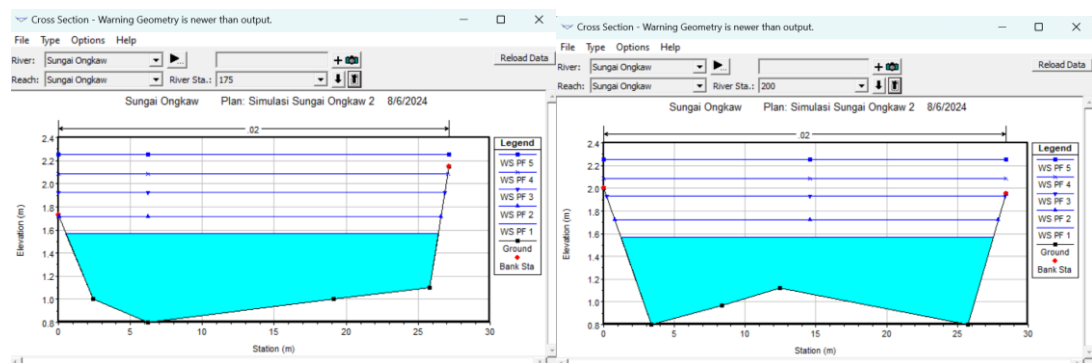
Gambar 8. Rangkuman Tinggi Muka Air STA 0+25 (kiri) dan Rangkuman Tinggi Muka Air STA 0+50 (kanan)



Gambar 9. Rangkuman Tinggi Muka Air STA 0+75 (kiri) dan Rangkuman Tinggi Muka Air STA 0+100 (kanan)



Gambar 10. Rangkuman Tinggi Muka Air STA 0+125 (kiri) dan Rangkuman Tinggi Muka Air STA 0+150 (kanan)



Gambar 11. Rangkuman Tinggi Muka Air STA 0+175 (kiri) dan Rangkuman Tinggi Muka Air STA 0+200 (kanan)

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis, debit banjir yang terjadi untuk kala ulang 5 tahun adalah 4,4 m³/det, kala ulang 10 tahun adalah 6,6 m³/det, kala ulang 25 tahun adalah 10,5 m³/det, kala ulang 50 tahun adalah 14,1 m³/det, kala ulang 100 tahun adalah 18,6 m³/det.

Hasil simulasi program HEC-RAS menunjukkan penampang pada STA 0+175 tidak mampu menampung debit banjir untuk kala ulang 25 tahun, 50 tahun, 100 tahun dan cenderung meluap pada bantaran kiri sungai. Untuk STA 0+200 tidak mampu menampung debit banjir untuk kala ulang 50 tahun dan 100 tahun. Dan sepanjang penampang pada STA 0+025 hingga STA 0+150 yang dapat menampung debit banjir untuk semua kala ulang.

6. Saran

Setelah melihat, meneliti, dan menganalisa, maka perlu ditambahkan talud di sepanjang STA 0+175 hingga STA 0+200 agar tidak terjadi luapan.

Referensi

- _____. 2000. *HEC-HMS 6.3.1 Technical Reference Manual*, Hydrologic Engineering Center, U.S Army Corps of Engineers, USA
- _____. 2016. *HEC-RAS 6.3.1 Reference Manual*, Hidrologic Engineering Center, U.S Army Corps of Engineers, USA
- _____. Data Debit Harian Sungai Nonapan - Wineru. Balai Wilayah Sungai Sulawesi I, Manado.
- _____. Data Hujan Harian Pentu - Pinarling. Balai Wilayah Sungai Sulawesi I, Manado.
- Bambang Triatmodjo. 2008. *Hidrologi Terapan*. Beta Offset, Yogyakarta
- Makahinsade, Imanuel. Tiny Mananoma, Jeffry S. F. Sumarauw. 2020. *Analisis Debit Banjir dan Tinggi Muka Air Sungai Maen Kecil di Desa Maen Kabupaten Minahasa*. Jurnal Sipil Statik Vol.8 No.3 Mei 2020 (337-344) ISSN: 2337-6732, Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- Seyhan, Ersin. 1990. *Dasar-dasar Hidrologi*. Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Slat, Queen Sukma. Tiny Mananoma, Jeffry S. F. Sumarauw. 2020. *Analisis Debit Banjir dan Tinggi Muka Air Sungai Pinateduan di Desa Tatelu Kabupaten Minahasa Utara*. Jurnal Sipil Statik Vol.8 No.3 Mei 2020 (403-408) ISSN: 2337-6732, Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- Sumarauw, Jeffry. 2013., *Hujan*. Bahan Ajar Mahasiswa, Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- Sumarauw, Jeffry. 2017., *Analisis Frekwensi Hujan*. Bahan Ajar Mahasiswa, Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- Sumarauw, Jeffry. 2017., *Hidrograf Satuan Sintesis*. Bahan Ajar Mahasiswa, Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- Sumarauw, Jeffry. 2016., *Pola Distribusi Hujan Jam – Jaman Daerah Minahasa Selatan dan Tenggara*. Jurnal Sipil Statik Vol.4 No.11 November 2016 (675-686) ISSN: 2337-6732, Manado.
- Sumarauw, Jeffry. 2018., *HEC-HMS*. Bahan Ajar Mahasiswa, Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- Supit, Cindy J. 2013., *The Impact Of Water Projects On River Hydrology*. Jurnal Tekno-Sipil Vol. 11 No. 59 Agustus 2013 (56-61) ISSN: 0215- 9617, Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- Talumepa, Marcio Yosua. Lambertus Tanudjaja, Jeffry S. F. Sumarauw. 2017. *Analisis Debit Banjir dan Tinggi Muka Air Sungai Sangkub Kabupaten Bolaang Mongondow Utara*. Jurnal Sipil Statik Vol.5 No.10 Desember 2017 (699-710) ISSN: 2337-673, Universitas Sam Ratulangi, Manado.