



Kajian Potensi Banjir Sungai Lobu Desa Lolak Kabupaten Bolaang Mongondow

Jimmy Y. Kalumata^{#a}, Jeffry S. F. Sumarauw^{#b}, Liany A. Hendratta^{#c}

^{#a}Program Studi Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi, Manado, Indonesia
^ajimmy.y.kalumata@gmail.com, ^bjeffrysumarauw@ymail.com, ^clianyhendratta@yahoo.co.id

Abstrak

Sungai Lobu adalah salah satu sungai yang berada di Lolak, Kabupaten Bolaang Mongondow. Sungai Lobu pernah meluap menyebabkan kerugian bagi warga yang tinggal di sekitar sungai. Analisis dimulai dengan mencari frekuensi hujan menggunakan metode *Log Pearson III*. Data hujan yang digunakan berasal dari pos hujan MRG Ayong Bumbung, MRG Lolak Solog, MRG Pusian dan MRG Pindol. Data curah hujan yang digunakan adalah data curah hujan harian maksimum tahun 2008 s/d 2021. Pemodelan hujan aliran pada program komputer HEC-HMS menggunakan metode HSS *Soil Conservation Services*, untuk kehilangan air dengan SCS *Curve Number (CN)*, dan aliran dasar (*baseflow*) menggunakan metode *recession*. Dilakukan kalibrasi parameter HSS SCS sebelum melakukan simulasi debit banjir dengan menggunakan uji debit puncak. Hasil uji debit puncak kalibrasi 23,4 m³/detik mendekati debit puncak observasi. Kemudian dilakukan analisis debit banjir dengan parameter terkalibrasi. Debit puncak hasil simulasi setiap kala ulang dimasukkan dalam program komputer HEC-RAS untuk simulasi elevasi tinggi muka air pada penampang. Hasil simulasi menunjukkan bahwa semua penampang disetiap STA sungai Lobu yang ditinjau tidak mampu menampung debit banjir rencana pada setiap kala ulang. Maka, dilakukan redimensi untuk setiap penampang sehingga mampu menampung besaran debit banjir Q_{100} .

Kata kunci: Sungai Lobu; debit banjir; tinggi muka air, HEC-HMS, HEC-RAS

1. Pendahuluan

1.1. Latar Belakang

Sungai Lobu mengalir melalui beberapa desa dan kota di Kecamatan Lolak diantaranya: kota Lolak, desa Tombolango, desa Lolak 2, dan desa Pindol. Sungai Lobu yang berada di kecamatan Lolak menjadi salah satu sungai yang memiliki peranan penting bagi masyarakat sekitar. Sungai Lobu ini menjadi salah satu sungai yang dimanfaatkan untuk mengairi daerah persawahan yang ada di kecamatan Lolak, akan tetapi ketika terjadi hujan dengan intensitas tinggi dalam kurun waktu yang cukup panjang menyebabkan air sungai meluap ke desa-desa sekitar sehingga merugikan banyak warga. Salah satu bencana banjir yang terakhir terjadi di ruas sungai Lobu ini terjadi pada 3 Februari 2023. Banjir yang disebabkan oleh curah hujan yang tinggi dalam kurun waktu yang panjang mengakibatkan banjir yang menggenangi beberapa desa di kecamatan Lolak.

Kajian Pengendalian banjir diperlukan untuk mengatasi masalah luapan air di sungai Lobu sehingga dapat mencegah berbagai resiko yang nantinya mengakibatkan berbagai kerugian bagi masyarakat.

1.2. Rumusan Masalah

Tingginya intensitas hujan sehingga menyebabkan luapan air maka perlu dilakukan upaya pengendalian banjir dengan menganalisis debit banjir dan tinggi muka air.

1.3. Batasan Penelitian

Lokasi yang akan ditinjau terletak di titik amblesnya bantaran sungai Lobu di Desa Lolak 2, 100 meter ke arah hulu dan 100 meter ke arah hilir dengan interval STA 25 meter. Data curah hujan yang digunakan adalah data curah hujan harian maksimum. Analisis Hidrologi menggunakan program HEC-HMS dan analisis hidraulika menggunakan HEC-RAS. Kala Ulang rencana dibatasi pada 5, 10, 25, 50, dan 100 tahun. Penampang melintang sungai yang ditinjau sebanyak 8 (delapan) segmen sepanjang 25 m ke arah hulu dan hilir dari titik tinjau.

1.4. Tujuan Penelitian

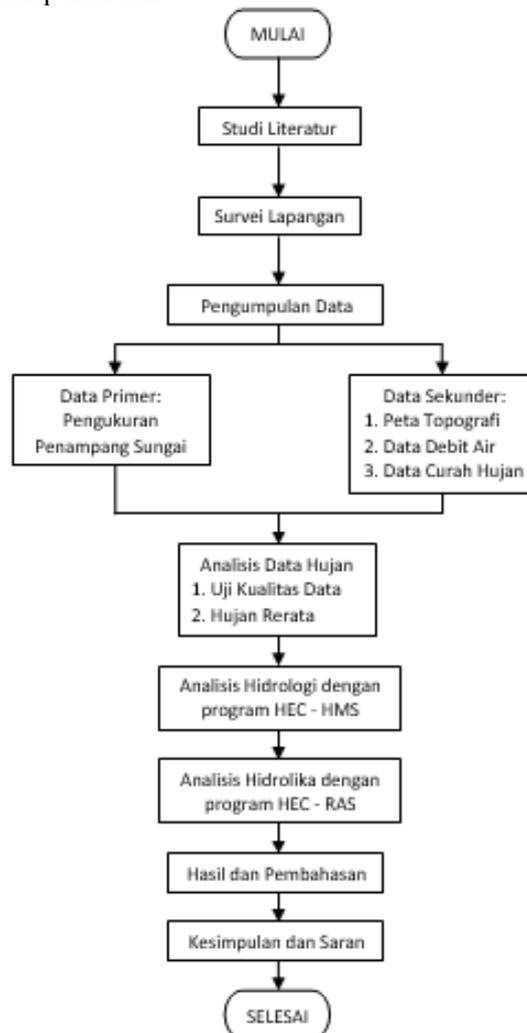
Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk mengetahui besaran debit banjir rencana dan tinggi muka air banjir Sungai Lobu di di desa Lolak 2, Kecamatan Lolak, Kabupaten Bolaang Mongondow

1.5. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat menjadi bahan informasi maupun referensi untuk penelitian lebih lanjut dan juga bagi pihak terkait yang berwenang melakukan penanggulangan masalah banjir di sungai Lobu di desa Lolak 2.

2. Metode Penelitian

Tahapan pelaksanaan penelitian :



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

3. Landasan Teori

3.1. Daur Hidrologi

Hidrologi adalah ilmu yang mempelajari peredaran air di atmosfer, di permukaan bumi dan di bawah permukaan bumi baik dalam bentuk uap air maupun dalam bentuk cair. Daur Hidrologi adalah sirkulasi air yang tidak pernah berhenti dari atmosfer ke bumi dan kembali lagi ke atmosfer melalui kondensasi, presipitasi, evaporasi, dan transpirasi. Menurut Bambang Triatmodjo (dikutip dalam Fajar dkk., 2020), daur hidrologi merupakan proses kontinyu dimana air bergerak dari bumi ke atmosfer dan kemudian kembali lagi ke bumi. Neraca air tahunan diberikan dalam nilai relatif terhadap hujan yang jatuh di daratan (100%). Air di permukaan tanah, sungai, danau dan laut menguap menjadi uap air. Uap air tersebut bergerak dan naik ke atmosfer, yang kemudian mengalami kondensasi dan berubah menjadi titik-titik air yang berbentuk awan. Selanjutnya titik-titik air tersebut jatuh sebagai hujan ke permukaan laut dan daratan. Hujan yang jatuh sebagian tertahan oleh tumbuh-tumbuhan (intersepsi) dan selebihnya sampai ke permukaan tanah. Sebagian air hujan yang sampai ke permukaan tanah akan meresap ke dalam tanah (infiltrasi) dan sebagian lainnya mengalir di atas permukaan tanah (aliran permukaan atau *surface runoff*) mengisi cekungan tanah, danau, dan masuk ke sungai dan akhirnya mengalir ke laut. Air yang meresap ke dalam tanah sebagian mengalir ke dalam tanah (perkolasi) mengisi air tanah yang kemudian keluar sebagai mata air atau mengalir ke sungai. Air yang tertinggal di permukaan tanah sebagian menguap menjadi embun, tapi sebagian besar dari air ini bergabung menjadi aliran dan mengalir sebagai air limpasan permukaan menuju sungai. Permukaan air sungai, air laut, danau, dan air yang tertahan oleh tumbuhan-tumbuhan juga menguap. Akhirnya aliran air di sungai akan sampai ke laut. Proses tersebut berlangsung terus menerus yang disebut siklus hidrologi.

3.2. Daerah Aliran Sungai (DAS)

Untuk mendapatkan perkiraan besaran banjir yang terjadi di suatu penampang sungai tertentu, maka kedalaman hujan yang terjadi harus diketahui pula. Diperlukan besaran kedalaman hujan yang terjadi di seluruh DAS. Tidak hanya besaran hujan yang terjadi di suatu stasiun pengukuran hujan, melainkan data kedalaman hujan dari beberapa stasiun hujan yang tersebar di seluruh DAS.

Curah hujan rata – rata dari hasil pengukuran hujan di beberapa stasiun pengukuran dapat dihitung dengan metode Poligon *Thiessen*. Metode ini dipandang cukup baik karena memberikan koreksi terhadap kedalaman hujan sebagai fungsi luas daerah yang dianggap mewakili. Curah hujan rata – rata dengan cara Poligon *Thiessen* dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$\bar{R} = \frac{A_1R_1 + A_2R_2 + \dots + A_nR_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n} \quad (1)$$

dengan :

\bar{R} = Curah hujan rata-rata.

R_1, R_2, \dots, R_n = Curah hujan di tiap titik pengamatan dan n adalah jumlah titik – titik pengamatan.

A_1, A_2, \dots, A_n = Luas daerah yang mewakili tiap stasiun pengamatan.

3.3. Analisis Frekuensi

Dalam sistem hidrologi, ada waktu – waktu terjadinya kejadian ekstrim seperti hujan badai, banjir, dan kekeringan. Besarnya kejadian ekstrim berbanding terbalik dengan frekuensi kejadiannya. Menurut Triatmodjo (dikutip dalam Kamase dkk., 2017), analisis frekuensi bertujuan untuk mengetahui besarnya suatu kejadian dan frekuensi atau periode ulang kejadian tersebut dengan menggunakan distribusi probabilitas.

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. Distribusi Probabilitas

Distribusi probabilitas atau distribusi peluang adalah suatu distribusi yang menggambarkan peluang dari sekumpulan varian sebagai pengganti frekuensinya. Salah satu tujuan dalam analisa distribusi peluang adalah menentukan periode ulang (*return period*). Menurut Bambang Triatmodjo (2009), Periode ulang didefinisikan sebagai waktu hipotetik dimana debit atau hujan dengan suatu besaran tertentu (x_T) akan disamai atau dilampaui satu kali dalam jangka waktu tertentu. Fungsi distribusi peluang yang dipergunakan dalam penulisan ini adalah : Distribusi Normal, Distribusi Log-Normal, Distribusi *Gumbel*, Distribusi Log *Pearson* III.

3.6. Pemilihan Tipe Distribusi

Tipe distribusi yang sesuai dapat diketahui berdasarkan parameter-parameter statistik data pengamatan. Hal ini dilakukan dengan melakukan tinjauan terhadap syarat batas parameter statistik tiap distribusi dengan parameter data pengamatan. Secara teoritis, langkah awal penentuan tipe distribusi dapat dilihat dari parameter-parameter statistik data pengamatan lapangan yaitu CS, CV, dan CK. Kriteria pemilihan untuk tiap tipe distribusi berdasarkan parameter statistik adalah sebagai berikut :

Distribusi Normal :

$$CS \approx 0 ; CK \approx 3 \quad (2)$$

Distribusi Log-Normal :

$$CS \approx CV^3 + 3 CV \quad (3)$$

$$CK \approx CV^8 + 6 CV^6 + 15 CV^4 + 16 CV^2 + 3 \quad (4)$$

Distribusi *Gumbel* :

$$CS \approx 1,14 ; CK \approx 5,40 \quad (5)$$

Bila kriteria 3 (tiga) sebaran di atas tidak memenuhi, kemungkinan tipe sebaran yang cocok adalah Tipe Distribusi Log-*Pearson* III.

3.7. Daur Hidrologi

The Soil Conservation Service (SCS, 1972, dalam Chow 1988) telah mengembangkan metode untuk menghitung hujan efektif dari hujan deras, dalam bentuk persamaan berikut :

$$P_e = \frac{(P-0,2 S)^2}{P+0,8 S} \quad (6)$$

dengan :

P_e = Kedalaman hujan efektif (mm).

P = Kedalaman hujan (mm).

S = Retensi potensial maksimum air oleh tanah, yang sebagian besar adalah karena infiltrasi.

Persamaan diatas merupakan persamaan dasar untuk menghitung kedalaman hujan efektif. Retensi potensial maksimum mempunyai bentuk berikut :

$$S = \frac{25400}{CN} - 254 \quad (7)$$

Dengan CN adalah Curve Number yang dapat memperhitungkan total hujan untuk berbagai karakteristik DAS dengan tipe tanah dan tata guna lahan yang berbeda (Supit, 2013).

3.8. 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. Dalam tugas akhir ini akan digunakan metode empiris yaitu hidrograf satuan untuk menghitung besarnya debit banjir.

3.9. HSS-SCS

Hidrograf tidak berdimensi SCS (*Soil Consevation Services*) adalah hidrograf satuan sintetis dimana debit dinyatakan sebagai nisbah debit q terhadap debit puncak q_p dan waktu dalam

nisbah waktu t terhadap waktu naik dari hidrograf satuan T_p . Jika debit puncak dan waktu keterlambatan dari suatu durasi hujan efektif (*Lag Time*) diketahui, maka hidrograf satuan dapat diestimasi dari UH sintesis SCS.

$$\text{Lag Time} = \frac{L^{0,8} (2540 - 22,86 \text{ CN})^{0,7}}{14,104 \text{ CN} \times s^{0,5}} \quad (8)$$

$$\text{Waktu Naik} = \frac{tr}{2} + t_p \quad (9)$$

$$\text{Time base } (t_b) = 5 \times T_p \quad (10)$$

$$q_p = \frac{CA}{T_p} \quad (11)$$

Dengan CN adalah *Curve Number* yang dapat memperhitungkan total hujan untuk berbagai karakteristik DAS dengan tipe tanah dan tata guna lahan yang berbeda (Supit, 2013).

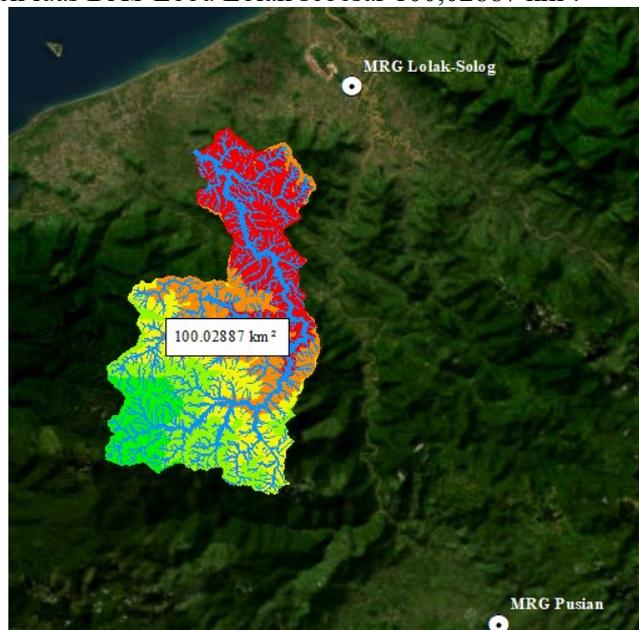
3.10. Analisis Hidraulika

Aliran dikatakan langgeng (*steady*) jika kecepatan tidak berubah selama selang waktu tertentu. Aliran alami umumnya bersifat tidak tetap, ini disebabkan karena bentuk geometris hidroliknya saluran, sungai – sungai di lapangan tidak teratur, adanya tanaman pada tebing saluran, adanya bangunan air, perubahan dasar saluran, dan lainnya. Komponen pada model ini digunakan untuk menghitung profil muka air pada kondisi aliran langgeng (*steady*). Komponen pada *steady flow* dapat memodelkan profil muka air pada kondisi aliran subkritis, superkritis dan sistem gabungan.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1. Analisis Daerah Aliran Sungai

Analisis daerah aliran sungai (DAS) dilakukan untuk mengetahui luas DAS Lobu Lolak di Titik Tinjau. Perhitungan luas DAS dilakukan dengan bantuan program ArcMap dengan menggunakan data DEM (*Digital Elevation Map*) yang bersumber dari Balai Wilayah Sungai Sulawesi-1. Diperoleh luas DAS Lobu Lolak sebesar 100,02887 km².



Gambar 2. DAS Lobu Lolak (Balai Wilayah Sungai Sulawesi I, 2023)

4.2. Analisis Curah Hujan

Analisis curah hujan di DAS Lobu Lolak dilakukan dengan menggunakan data curah hujan maksimum yang bersumber dari Balai Wilayah Sungai Sulawesi I dengan periode pencatatan tahun 2008 sampai dengan tahun 2021. Pos hujan yang digunakan sebanyak 4 pos hujan MRG ARR Ayong Bumbang, MRG ARR Lolak Solog, MRG ARR Pusian dan MRG Pindol. Berikut merupakan data hujan harian maksimum dari tahun 2008 sampai 2021.

Tabel 1. Curah Hujan Harian Maksimum (Balai Wilayah Sungai Sulawesi I, 2023)

Tahun	MRG ARR Ayong Bumbang (mm)	MRG ARR Lolak Solog (mm)	MRG ARR Pusian (mm)	MRG Pindol (mm)
2008	47.20	49.00	158.20	
2009	72.30	49.00	96.30	
2010	74.60	42.00	66.00	
2011	86.20	52.00	160.00	
2012		37.00		
2013	62.70	63.00	52.90	
2014	51.60	67.00	120.40	
2015		211.00	31.00	
2016	135.30	67.00	88.20	
2017	101.70	91.00	71.00	
2018	47.50	88.00	65.30	
2019	143.20	95.00	41.00	32.00
2020	49.50	97.00	60.00	30.50
2021	52.30	98.00	59.00	37.40

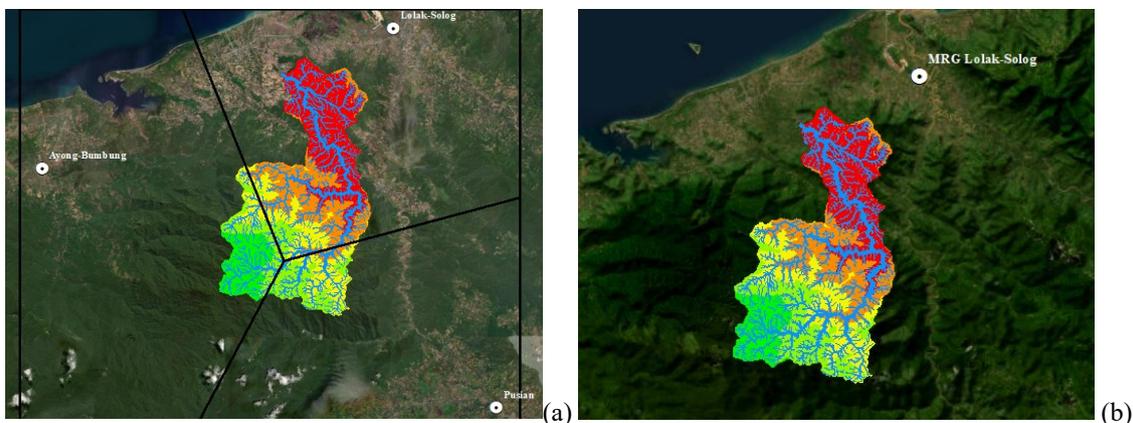
4.3. Uji Data Outlier

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.

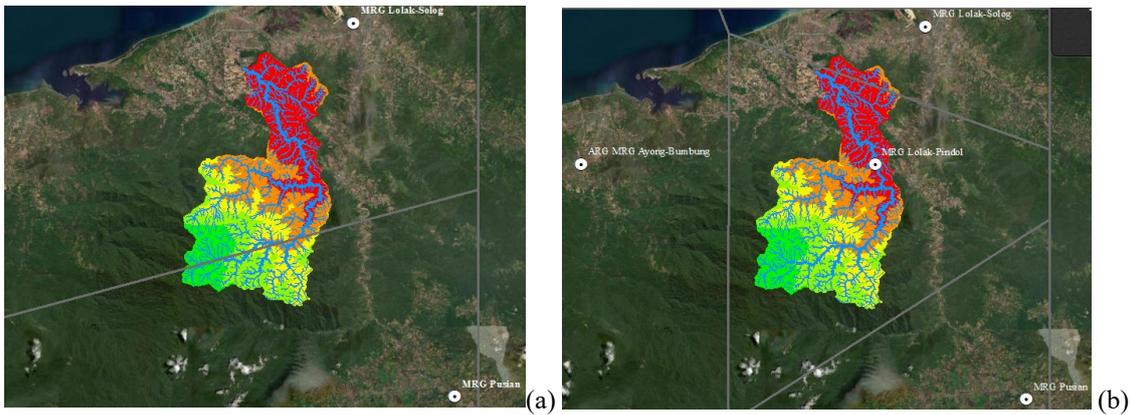
Tabel 2. Curah Hujan Harian Maksimum Setelah Uji *Outlier*

Tahun	Data Hujan Harian Maksimum setelah dikoreksi, R (mm)			
	MRG ARR Ayong	MRG ARR Lolak Solog	MRG ARR Pusian (mm)	MRG Pindol (mm)
2008	47.20	49.00	158.20	
2009	72.30	49.00	96.30	
2010	74.60	42.00	66.00	
2011	86.20	52.00	160.00	
2012		37.00		
2013	62.70	63.00	52.90	
2014	51.60	67.00	120.40	
2015		193.80	31.00	
2016	135.30	67.00	88.20	
2017	101.70	91.00	71.00	
2018	47.50	88.00	65.30	
2019	143.20	95.00	41.00	32.00
2020	49.50	97.00	60.00	30.50
2021	52.30	98.00	59.00	37.40

4.4. Analisis Curah Hujan Rerata



Gambar 3. (a) Poligon Thiessen 2008-2011,2013-2014,2016-2018; (b) Poligon Thiessen 2012.



Gambar 4. (a) Poligon Thiessen 2015; (b) Poligon Thiessen 2019-2021.

Analisis curah hujan merata dilakukan untuk mendapat rata-rata dari hasil pengukuran hujan di dua pos hujan yang ada. Dengan mengetahui luas pengaruh dari tiap pos hujan yang ada, maka curah hujan merata dari setiap pos hujan dapat dihitung dengan cara Poligon Thiessen.

Tabel 3. (a) Luas DAS Terbagi Pos Hujan; (b) Curah Hujan Rerata.

Tahun	Data Luas DAS Terbagi Pos Hujan (Km ²)				RxA				ΣRxA	Hujan Rerata DAS, \bar{R}
	MRG ARR Ayong	MRG ARR Lolak Solog	MRG ARR Pusian (mm)	MRG Pindol (mm)	MRG ARR Ayong	MRG ARR	MRG ARR Pusian (mm)	MRG Pindol (mm)		
2008	20.39	62.676007	16.96		962.426125	3071	2683.4648	0	6717.01528	67.1507637
2009	20.39	62.676007	16.96		1474.22476	3071	1633.4871	0	6178.83622	61.7705266
2010	20.39	62.676007	16.96		1521.12265	2632	1119.5239	0	5273.03882	52.7151672
2011	20.39	62.676007	16.96		1757.6511	3259	2713.9973	0	7730.80074	77.285692
2012		100.02887			0	3701	0	0	3701.0683	37
2013	20.39	62.676007	16.96		1278.47708	3949	897.31535	0	6124.38087	61.2261303
2014	20.39	62.676007	16.96		1052.14381	4199	2042.283	0	7293.71924	72.9161386
2015		77.217812	22.81		0	14965	707.14289	0	15671.9648	156.674411
2016	20.39	62.676007	16.96		2758.81896	4199	1496.091	0	8454.20242	84.5176206
2017	20.39	62.676007	16.96		2073.70205	5704	1204.3363	0	8981.55498	89.789624
2018	20.39	62.676007	16.96		968.54324	5515	1107.6501	0	7591.682	75.8949061
2019		4.064261		95.96	0	386.1	0	3070.86758	3456.97238	34.5597454
2020		4.064261		95.96	0	394.2	0	2926.92067	3321.15398	33.2019534
2021		4.064261		95.96	0	398.3	0	3589.07649	3987.37407	39.8622312

4.5. Penentuan Tipe Distribusi Hujan

Jenis sebaran hujan bergantung pada nilai parameter statistik yaitu rata – rata hitung atau mean (X), simpangan baku (S), koefisien kemencengan (Cs), koefisien variasi (Cv), dan koefisien kurtosis (Ck).

Tabel 4. Penentuan Jenis Sebaran Data.

1. Tipe Distribusi Normal			
Syarat: Cs ≈ 0; Ck ≈ 3			
Cs	1.860294177	Kontrol:	Tidak Memenuhi
Ck	8.726178271	Kontrol:	Tidak Memenuhi
Jadi, data di atas tidak memenuhi kriteria sebagai Tipe Distribusi Normal.			
2. Tipe Distribusi Log Normal			
Syarat: Cs ≈ Cv ³ + 3*Cv; Ck ≈ Cv ⁸ + 6*Cv ⁶ + 15*Cv ⁴ + 16*Cv ² + 3			
Cs (hitung)	1.458385892	Kontrol:	Tidak Memenuhi
Ck (hitung)	7.005678228	Kontrol:	Tidak Memenuhi
Jadi, data di atas tidak memenuhi kriteria sebagai Tipe Distribusi Normal.			
3. Tipe Distribusi Gumbell			
Syarat: Cs ≈ 1,14; Ck ≈ 5,40			
Cs	1.860294177	Kontrol:	Tidak Memenuhi
Ck	8.726178271	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.			

4.6. Analisis Curah Hujan Rencana

Analisis curah hujan rencana dihitung menggunakan tipe sebaran Log Pearson tipe III. Perhitungan dilakukan dengan menghitung parameter statistik terlebih dahulu. Rata – rata hitung :

$$\bar{Y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \log X_i = \frac{1}{14} \times 25,06 = 1,79 \quad (12)$$

Simpangan Baku :

$$S_{\log X} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\log X_i - \log \bar{X})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{0,46}{14-1}} = 0,18 \quad (13)$$

Koefisien *Skewness* (Kemencengan) :

$$C_{S_{\log X}} = \frac{n \sum_{i=1}^n (\log X_i - \log \bar{X})^3}{(n-1)(n-2) \cdot (S_{\log X})^3} = 0,33 \text{ (Negatif)} \quad (14)$$

Tabel 5. Hujan Rencana Tiap Kala Ulang

Kala Ulang (Tahun)	Hujan Rencana (mm)
5	80.3150501
10	106.6353246
25	154.4366283
50	203.9077938
100	268.912738

4.7. Pola Distribusi Hujan Jam-jaman

Distribusi hujan jam – jaman merupakan pembagian intensitas hujan berdasarkan pola hujan suatu daerah. Dalam penelitian ini digunakan pola hujan Kota Manado dan sekitarnya.

Tabel 6. Distribusi Hujan Rencana untuk Setiap Kala Ulang

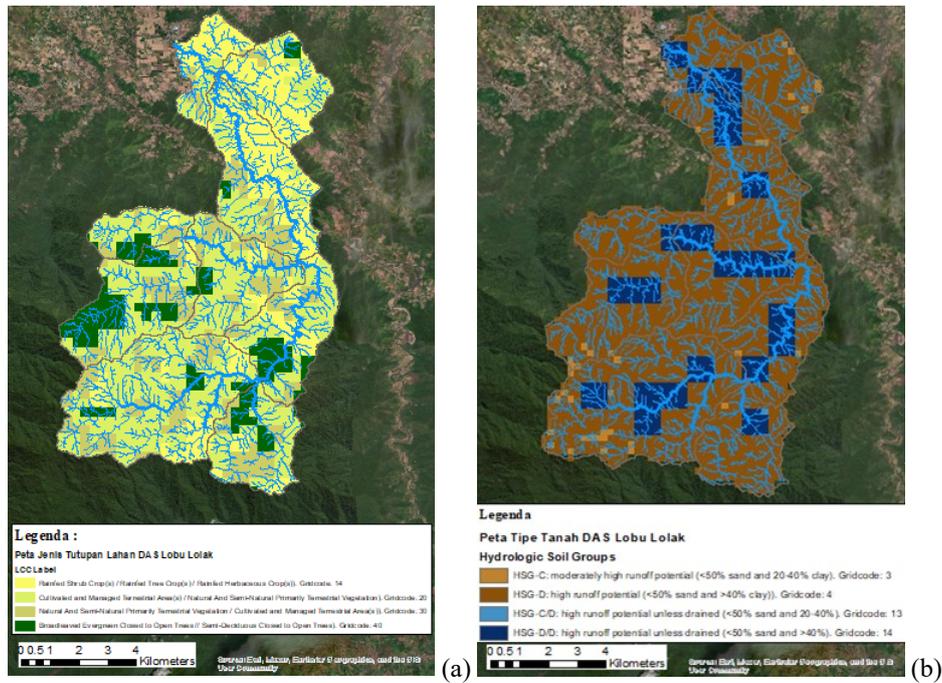
Jam ke-	Distribusi Hujan (%)	P per Kala Ulang (mm)				
		5 tahun	10 tahun	25 tahun	50 tahun	100 tahun
1	21	16.86616	22.39342	32.43169	42.82064	56.47167
2	28	22.48821	29.85789	43.24226	57.09418	75.29557
3	16	12.85041	17.06165	24.70986	32.62525	43.02604
4	13	10.44096	13.86259	20.07676	26.50801	34.95866
5	8	6.425204	8.530826	12.35493	16.31262	21.51302
6	7	5.622054	7.464473	10.81056	14.27355	18.82389
7	2	1.606301	2.132706	3.088733	4.078156	5.378255
8	2	1.606301	2.132706	3.088733	4.078156	5.378255
9	2	1.606301	2.132706	3.088733	4.078156	5.378255
10	1	0.803151	1.066353	1.544366	2.039078	2.689127
Jumlah	100	80.31505	106.6353	154.4366	203.9078	268.9127

4.8. Perhitungan Nilai SCS Curve Number

Peta gabung melalui ArcGis kemudian dibagi setiap subbasin. Nilai CN diambil dari SCS TR-55 Tabel 2-2b & 2-2c untuk *Runoff curve numbers for cultivated agricultural lands* dan Tabel 2-2c untuk *Runoff curve numbers for other agricultural lands*. Hasil CN per subbasin ditampilkan pada Tabel 7.

4.9. 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*.



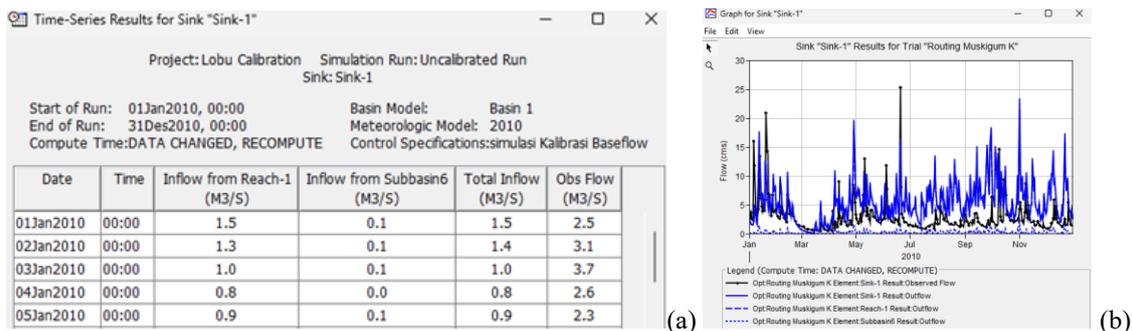
Gambar 5. (a) Peta Jenis Tutupan Lahan; (b) Peta Jenis Tanah.

Tabel 7. Distribusi Hujan Rencana untuk Setiap Kala Ulang

Subbasin	CN
Subbasin 1	87.82287
Subbasin 2	85.88789
Subbasin 3	86.06116
Subbasin 4	86.1931
Subbasin 5	86.24093
Subbasin 6	87.77788
Subbasin 7	87.42223
Subbasin 8	84.91658
Subbasin 9	85.61255

4.10. Kalibrasi Parameter HSS SCS

Kalibrasi merupakan suatu proses dimana nilai hasil perhitungan dibandingkan dengan nilai hasil observasi lapangan. Kalibrasi Parameter HSS SCS perlu dilakukan untuk mencari nilai parameter HSS SCS teroptimasi dengan membandingkan hasil simulasi HEC – HMS dengan data debit terukur. Dikarenakan Titik Tinjau tidak memiliki data debit terukur, maka perlu dilakukan perhitungan dengan metode analisis regional sehingga data debit Sungai Lobu Lolak di titik tinjau dapat diketahui. Data hujan dan data debit dimasukkan ke komponen Time-Series Data. Data hujan dan data debit yang digunakan adalah data tahun 2010. Data debit yang digunakan adalah data debit perbandingan Sungai Lobu Lolak dengan menggunakan metode analisis regional.



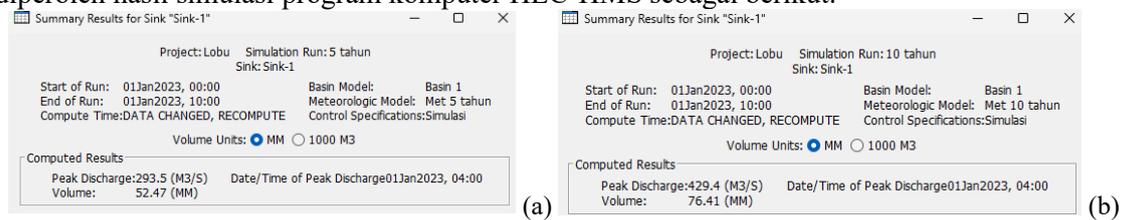
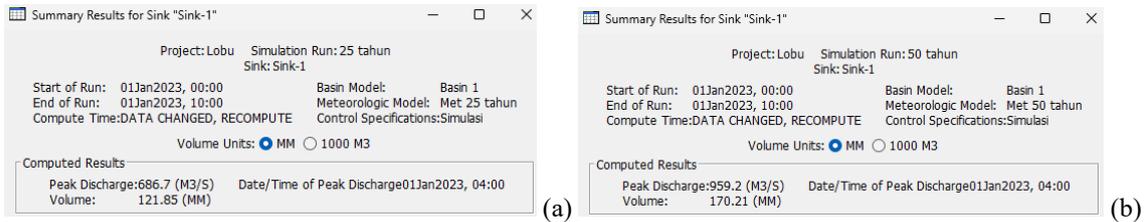
Gambar 6. (a) Debit Hitungan Sungai Lobu; (b) Grafik Perbandingan Debit Terukur dan Debit Hitungan.

Tabel 8. Parameter Hasil Kalibrasi DAS Lobu

Nama Basin	Loss			Recession		
	Initial Abstraction (mm)	Curve Number	Lag Time (min)	Initial Discharge (m ³ /s)	Recession Constant	Ratio to Peak
Subbasin1	0	87.823	24.99	0.84423	0.92408	0.2
Subbasin2	0	85.888	18.54	0.32787	0.25757	0.2
Subbasin3	0	86.061	24.4	0.4702	0.76907	0.2
Subbasin4	0	86.193	31.26	0.17261	1	0.2
Subbasin5	0	86.241	36.41	0.3889	0.84356	0.2
Subbasin6	0	87.778	23.46	0.3881	1	0.2
Subbasin7	0	87.422	45.11	0.54291	0.87854	0.2
Subbasin8	0	84.917	29.33	0.32962	0.87236	0.2
Subbasin9	0	85.613	23.29	0.1901	0.64859	0.2

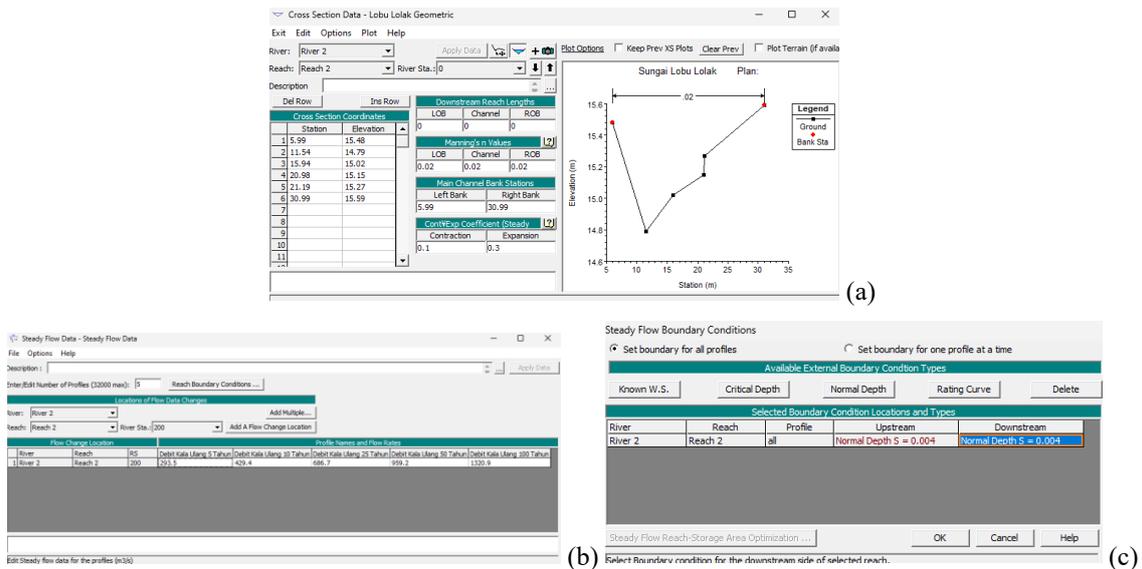
4.11. Simulasi Debit Banjir dengan Program Komputer HEC-HMS

Semua parameter terkalibrasi digunakan sebagai parameter pada komponen sub-DAS untuk perhitungan debit banjir. Dengan data hujan rencana jam-jaman yang telah dihitung maka diperoleh hasil simulasi program komputer HEC-HMS sebagai berikut.

**Gambar 7.** Summary Result untuk (a) Kala Ulang 5 Tahun; (b) Kala Ulang 10 Tahun**Gambar 8.** Summary Result untuk (a) Kala Ulang 25 Tahun; (b) Kala Ulang 50 Tahun**Gambar 9.** Summary Result untuk Kala Ulang 100 Tahun

4.12. Analisis Tinggi Muka Air

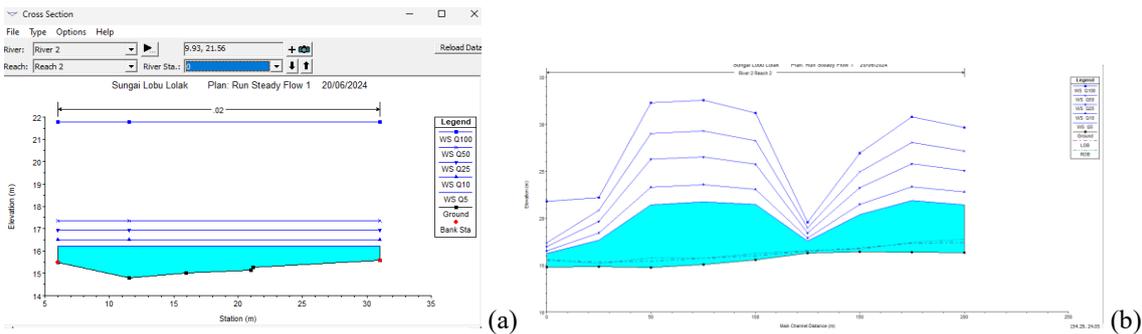
Analisis tinggi muka air menggunakan program komputer HEC-RAS membutuhkan data masukan yaitu penampang sungai, karakteristik saluran untuk nilai koefisien n Manning, dan data debit banjir untuk perhitungan aliran langgeng.



Gambar 10. (a) Data Penampang Sungai; (b) Pengisian Data Debit; (c) Pengisian Reach Boundary

4.13. Simulasi Tinggi Muka Air Penampang Eksisting dengan Program Komputer HEC-RAS

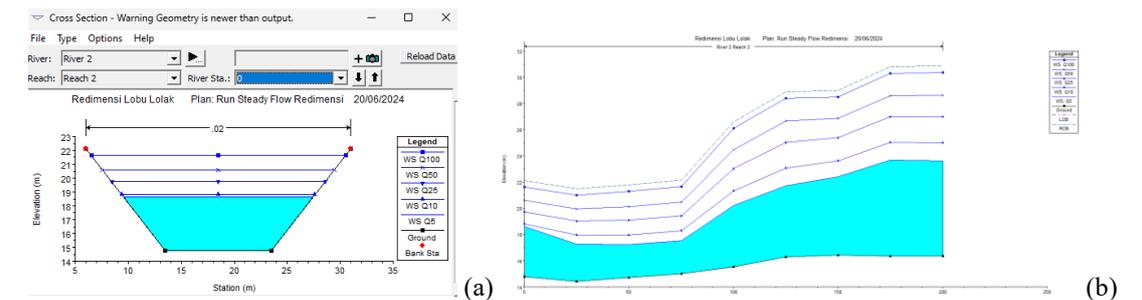
Hasil simulasi menunjukkan bahwa pada semua penampang Sungai Lobu yang ditinjau sudah tidak mampu menampung debit banjir yang terjadi untuk kala ulang 5 tahun, 10 tahun, 25 tahun, 50 tahun, dan 100 tahun.



Gambar 11. (a) Penampang Eksisting STA 0; (b) Potongan Memanjang Penampang Eksisting

4.14. Simulasi Tinggi Muka Air Penampang Redimensi Rencana dengan Program Komputer HEC-RAS

Karena semua penampang sungai Lobu Lolak tidak mampu menampung debit banjir atau meluap, maka dilakukan redimensi pada semua penampang alur sungai Lobu Lolak. Setelah dilakukan redimensi untuk semua penampang alur sungai Lobu Lolak hasil simulasi neunjukan sungai mampu menampung besaran debit Banjir Q5 sampai Q100.



Gambar 12. (a) Penampang Redimensi STA 0; (b) Potongan Memanjang Penampang Redimensi

5. Kesimpulan

Debit banjir yang diperoleh dari hasil simulasi untuk masing-masing kala ulang adalah sebagai berikut : Kala ulang 5 tahun adalah 80,3 m³/det, Kala ulang 10 tahun adalah 106.6 m³/det, Kala ulang 25 tahun adalah 154.4 m³/det, Kala ulang 50 tahun adalah 203.9 m³/det, Kala ulang 100 tahun adalah 268.9 m³/det.

Hasil simulasi menunjukkan bahwa pada semua penampang Sungai Lobu yang ditinjau sudah tidak mampu menampung debit banjir yang terjadi untuk kala ulang 5 tahun, 10 tahun, 25 tahun, 50 tahun, dan 100 tahun. Dengan redimensi sungai potensi terjadinya banjir dapat ditanggulangi.

Referensi

- _____.2000. HEC-HMS Technical Reference Manual. Hydrologic Engineering Center, U.S Army Corps of Engineers, USA.
- _____.2016. HEC-RAS 5.0 Reference Manual. Hydrologic Engineering Center, U.S Army Corps of Engineers, USA.
- _____.2016. HEC-RAS 5.0 Users Manual. Hydrologic Engineering Center, U.S Army Corps of Engineers, USA.
- Bambang, Triatmodjo. 2008. Hidrologi Terapan. Beta Offset, Yogyakarta.
- Chow, V.T., Maidment, D.R., Mays, L.W., 1988. Applied Hydrology. Singapore: McGraw-Hill.
- Fransiska, Lidya., Ziana, Azmeri. 2017. Perbaikan Bantaran Sungai Secara Eko Hidraulik Untuk Menanggulangi Banjir di Sungai Lae Soraya Kota Subulussalam. Pertemuan Ilmiah Tahunan XXXV HATHI, Universitas Syiah Kuala, Medan.
- Isa, Mohamad., Jeffry S. F. Sumarauw, Liany A. Hendratta. 2020. Analisis Debit Banjir dan Tinggi Muka Air Sungai Marisa Kecamatan Limboto Barat Kabupaten Gorontalo. Jurnal Sipil Statik Vol. 8 No. 4 Juli 2020 (591-600) ISSN: 2337-6732, Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- Kairupan, Reynaldo C., Tiny Mananoma, Jeffry S.F. Sumarauw. 2017. Pola Distribusi Hujan Jam – Jaman Wilayah Bolaang Mongondow. Jurnal Sipil Tekno Vol.15 No.68 Desember 2017, ISSN: 0215-9617, Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- Karim, Intan., Cindy J. Supit, Liany A. Hendratta. 2016. Perencanaan Sistem Penyediaan Air Bersih di Desa Motongkad Utara Kecamatan Nuangan Kabupaten Bolaang Mongondow Timur. Jurnal Sipil Statik Vol.4 No.11 November 2016 (705-714) ISSN:2337-6732, Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- Lengkey, Anggielina Priska., Tiny Mananoma, Jeffry S. F. Sumarauw. 2019. Analisis Debit Banjir dan Tinggi Muka Air Sungai Molinow di Desa Radey Kabupaten Minahasa Selatan. Jurnal Sipil Statik Vol.7 No.8 Agustus 2019 (965-974) ISSN: 2337-6732, Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- Makahinsade, Imanuel., Tiny Mananoma, Jeffry S. F. Sumarauw. 2020. Analisis Debit Banjir dan Tinggi Muka Air Sungai Maen Kecil di Desa Maen Kabupaten Minahasa Utara. Jurnal Sipil Statik Vol.8 No.3 Mei 2020 (337-344) ISSN: 2337-6732, Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- Makal, Ariel Pribady., Tiny Mananoma, Jeffry S. F. Sumarauw. 2020. Analisis Debit Banjir dan Tinggi Muka Air Sungai Kawangkoan di Desa Kawangkoan Kecamatan Kalawat Kabupaten Minahasa Utara. Jurnal Sipil Statik Vol.8