

ANALISIS DEBIT BANJIR DAN TINGGI MUKA AIR SUNGAI MARISA KECAMATAN LIMBOTO BARAT KABUPATEN GORONTALO

Mohamad Isa

Jeffry S. F. Sumarauw, Liany A. Hendratta

Fakultas Teknik, Jurusan Sipil, Universitas Sam Ratulangi Manado

email: mohamadisa280@gmail.com

ABSTRAK

Sungai Marisa adalah salah satu sungai yang berada di Kecamatan Limboto Barat, Kabupaten Gorontalo, Provinsi Gorontalo. Sungai Marisa pernah meluap dan menyebabkan kerugian bagi warga yang tinggal di sekitar sungai, rusaknya areal pertanian serta mengganggu lalu lintas kendaraan. Oleh karena itu dibutuhkan perhitungan debit banjir dan elevasi tinggi muka air dari Sungai Marisa.

Analisis dimulai dengan mencari frekuensi hujan menggunakan metode Log Pearson III. Data hujan yang digunakan berasal dari dua pos hujan, yaitu pos hujan MRG DAS Limboto Datahu dan pos hujan Klimatologi DAS Limboto. Data curah hujan yang digunakan adalah data curah hujan harian maksimum tahun 2009 s/d 2018. Pemodelan hujan aliran pada program komputer HEC-HMS menggunakan metode HSS Soil Conservation Services, dan untuk kehilangan air dengan SCS Curve Number (CN). Untuk aliran dasar (baseflow) menggunakan metode recession. Dilakukan kalibrasi parameter HSS SCS sebelum melakukan simulasi debit banjir dengan menggunakan uji koefisien determinasi (r^2). Parameter yang dikalibrasi adalah lag time, curve number, recession constant, initial discharge dan ratio to peak. Untuk batasan setiap parameter disesuaikan dengan nilai standar pada program komputer HEC-HMS. Hasil uji koefisien determinasi (r^2) menunjukkan nilai 0,9799. Kemudian dilakukan analisis debit banjir dengan parameter terkalibrasi menggunakan program komputer HEC-HMS. 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 Sungai Marisa yang ditinjau tidak mampu menampung debit banjir yang terjadi untuk kala ulang 5 tahun, 10 tahun, 25 tahun, 50 tahun, dan 100 tahun.

Kata kunci: *Sungai Marisa, Debit Banjir, Tinggi Muka Air, HEC-HMS, HEC-RAS.*

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Sungai Marisa adalah salah satu sungai yang berada di Kecamatan Limboto Barat, Kabupaten Gorontalo, Provinsi Gorontalo. Pada tahun 2016 Sungai Marisa meluap dan menyebabkan banjir disertai arus deras, banjir tersebut dapat disebabkan oleh berbagai faktor salah satunya yaitu volume debit banjir yang besar dan telah melebihi kapasitas tampung sungai. Menurut informasi dari masyarakat sekitar, hampir setiap musim hujan Sungai Marisa tidak mampu menerima debit aliran yang masuk ke badan sungai.

Permasalahan banjir yang terjadi di Kecamatan Limboto Barat telah mengakibatkan rumah-rumah yang berada di sekitar Sungai Marisa terendam dan mengalami kerusakan. Selain itu, meluapnya air di Sungai Marisa mengakibatkan rusaknya areal pertanian yang merupakan urat nadi perekonomian di Kabupaten Gorontalo khususnya Kecamatan Limboto Barat dan mengganggu lalu lintas kendaraan bermotor di Jalan Provinsi yang menghubungkan Kota Gorontalo dengan Bandara Jalaludin. Berdasarkan permasalahan yang ada maka dibutuhkan penelitian berupa analisis debit banjir untuk menghitung besaran debit banjir dan tinggi muka air dari Sungai Marisa jika terjadi hujan dengan periode ulang tertentu.

Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang ada, telah terjadi peluapan air dari Sungai Marisa yang telah merugikan masyarakat sekitar.

Batasan Penelitian

Dalam penelitian ini, penelitian dibatasi pada hal-hal sebagai berikut :

1. Titik tinjau terletak di Desa Tunggulo, Kecamatan Limboto Barat, tepatnya pada lokasi Jembatan Buliaa.
2. Data curah hujan yang digunakan adalah data curah hujan harian maksimum.
3. Kala ulang rencana dibatasi pada 5, 10, 25, 50 dan 100 tahun.
4. Untuk analisis dihitung dengan menggunakan bantuan program komputer. Analisis hidrologi menggunakan program HEC-HMS untuk mendapatkan besaran debit banjir rencana dan analisis hidraulika menggunakan HEC-RAS untuk mendapatkan tinggi muka air.
5. Penampang melintang sungai yang ditinjau yaitu sepanjang 250 meter ke arah hilir Jembatan Buliaa.

Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui besaran debit banjir serta elevasi tinggi muka air Sungai Marisa terhadap berbagai kala ulang.

Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini, diharapkan dapat memberikan informasi kepada pihak terkait dan dapat bermanfaat dalam penanggulangan masalah banjir di Sungai Marisa.

LANDASAN TEORI

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 Makal 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 tumbuhan-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.

Daerah Aliran Sungai (DAS)

Menurut Bambang Triatmodjo, daerah aliran sungai adalah daerah yang dibatasi oleh punggung-punggung gunung atau punggungan dimana air hujan yang jatuh di daerah tersebut akan mengalir menuju sungai utama pada satu titik (stasiun) yang ditinjau. Daerah aliran sungai ditentukan dengan menggunakan peta topografi yang dilengkapi garis-garis kontur.

Analisis Curah Hujan

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:

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

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.

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 (2008), analisis frekuensi bertujuan untuk mengetahui besarnya suatu kejadian dan frekuensi atau periode ulang kejadian tersebut dengan menggunakan distribusi probabilitas.

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.

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

(2008), 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:

1. Distribusi Normal
2. Distribusi Log-Normal
3. Distribusi Gumbel
4. Distribusi Log Pearson III

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 C_S , C_V , dan C_K . Kriteria pemilihan untuk tiap tipe distribusi berdasarkan parameter statistik adalah sebagai berikut :

- 1) Distribusi Normal
 $C_S \approx 0 ; C_K \approx 3$
- 2) Distribusi Log-Normal
 $C_S \approx C_V^3 + 3 C_V$
 $C_K \approx C_V^8 + 6 C_V^6 + 15 C_V^4 + 16 C_V^2 + 3$
- 3) Distribusi Gumbel
 $C_S \approx 1,14 ; C_K \approx 5,40$
- 4) Bila kriteria 3 (tiga) sebaran di atas tidak memenuhi, kemungkinan tipe sebaran yang cocok adalah Tipe Distribusi Log-Pearson III.

Hujan Efektif

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

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

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:

$$S = \frac{25400}{CN} - 254$$

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).

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.

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.

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

$$Waktu\ Naik = \frac{tr}{2} + t_p$$

$$Time\ base\ (t_b) = 5 \times T_p$$

$$q_p = \frac{CA}{T_p}$$

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).

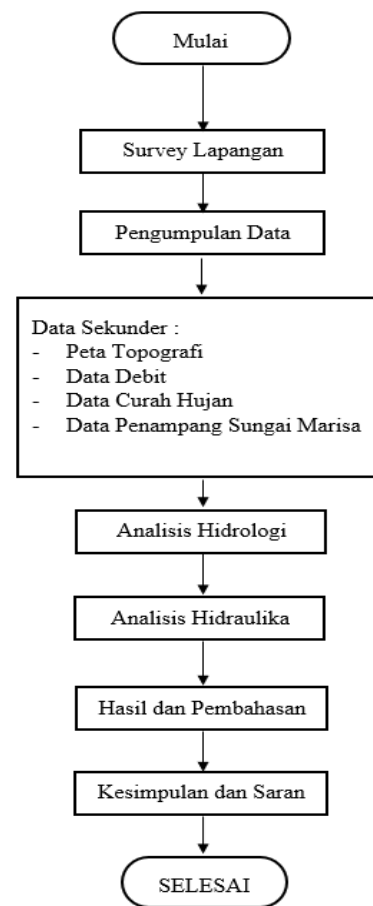
Analisis Hidraulika

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.

METODOLOGI PENELITIAN

Tahapan pelaksanaan penelitian :

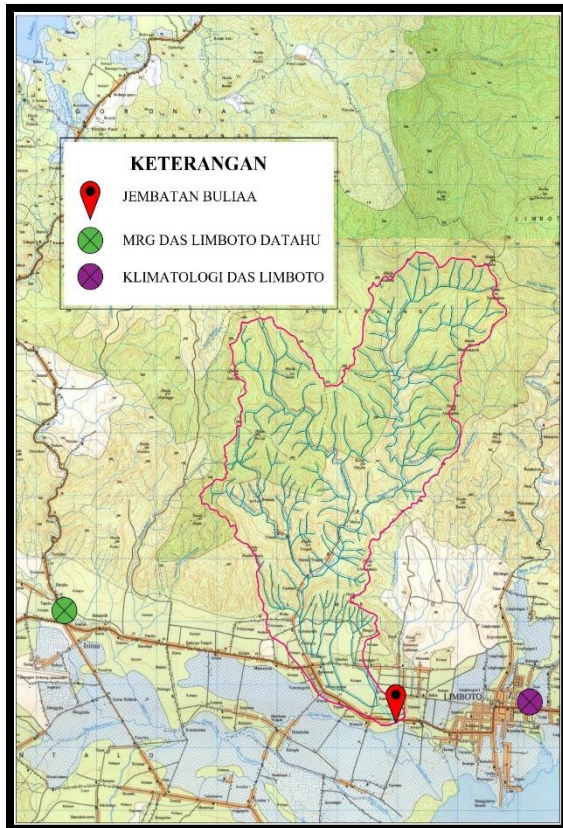


Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

ANALISIS, HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Daerah Aliran Sungai

Analisis daerah aliran sungai (DAS) dilakukan untuk mengetahui luas DAS Marisa. Perhitungan luas DAS dilakukan dengan bantuan program komputer *Autocad 2018* dengan menggunakan data yang bersumber dari Balai Wilayah Sungai Sulawesi II. Sehingga diperoleh luas DAS Marisa dari titik tinjau sebesar 60,79 Km²



Sumber: "Data Balai Wilayah Sungai Sulawesi II"

Gambar 2. Gambar DAS Marisa

Analisis Curah Hujan

Analisis curah hujan di DAS Marisa dilakukan dengan menggunakan data curah hujan harian maksimum yang bersumber dari Balai Wilayah Sungai Sulawesi II dengan periode pencatatan tahun 2009 sampai dengan tahun 2018. Pos hujan yang digunakan sebanyak 2 pos hujan, yaitu pos hujan MRG DAS Limboto Datahu dan pos hujan Klimatologi DAS Limboto. Berikut merupakan data hujan harian maksimum dari tahun 2009 sampai 2018.

Tabel 1. Curah Hujan Harian Maksimum

Tahun	MRG DAS Limboto Datahu (mm)	Klimatologi DAS Limboto (mm)
2009	43.5	42.0
2010	100.9	98.0
2011	58.8	56.3
2012	75.0	91.0
2013	67.5	100.1
2014	71.3	90.6
2015	55.2	59.0
2016	114.4	66.0
2017	67.7	103.4
2018	85.5	46.7

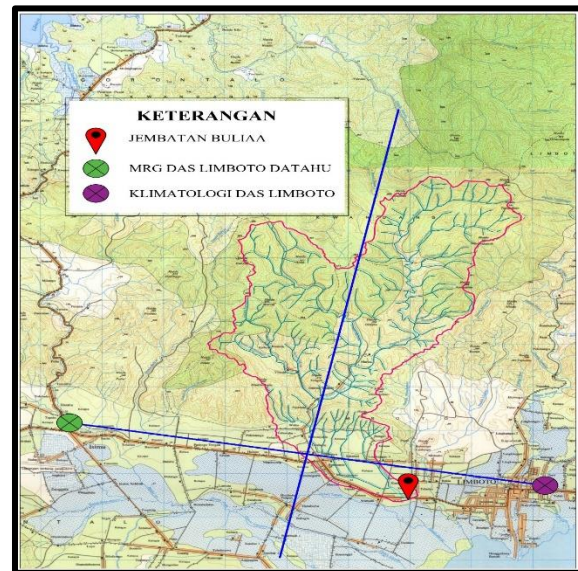
Sumber: "Balai Wilayah Sungai Sulawesi II"

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.

Hasil uji *outlier* mendapatkan bahwa data-data curah hujan dari kedua pos hujan tidak ada yang menyimpang.

Analisis Curah Hujan Rerata



Sumber: "Data Balai Wilayah Sungai Sulawesi II"

Gambar 3. Gambar Poligon Thiessen

Analisis curah hujan rerata 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 rerata dari setiap pos hujan dapat dihitung dengan cara Poligon Thiessen.

Tabel 2. Curah Hujan Rerata

Tahun	MRG DAS Limboto Datahu	Klimatologi DAS Limboto	Luas A1 (km ²)	Luas A2 (km ²)	R̄ (mm)
	(mm)	(mm)			
2009	43.5	42	23.21	37.58	42.57
2010	100.9	98			99.11
2011	58.8	56.3			57.25
2012	75	91			84.89
2013	67.5	100.1			87.65
2014	71.3	90.6			83.23
2015	55.2	59			57.55
2016	114.4	66			84.48
2017	67.7	103.4			89.77
2018	85.5	46.7			61.51

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).

Tabel 3. Penentuan Jenis Sebaran Data

Tipe Sebaran	Syarat Parameter Statistik	Parameter Statistik Data Pengamatan	Keterangan
Normal	Cs = 0	-0.52977	Tidak Memenuhi
	Ck = 3	2.97448	Tidak Memenuhi
Log Normal	Cs = Cv ³ + 3 . Cv = 0.75541	-0.52977	Tidak Memenuhi
	Ck = Cv ⁸ + 6Cv ⁶ + 15Cv ⁴ + 16Cv ² + 3 = 4.03524	2.97448	Tidak Memenuhi
Gumbel	Cs = 1,14	-0.52977	Tidak Memenuhi
	Ck = 5,40	2.97448	Tidak Memenuhi
Log Pearson III	Bila tidak ada parameter statistik yang sesuai dengan ketentuan distribusi sebelumnya	-	Memenuhi

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:

$$\bar{Y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \log X_i = \frac{1}{10} \times 18,603 = 1,86039$$

Simpangan Baku:

$$S_{\log X} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\log X_i - \log \bar{X})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{0,12566}{10-1}} = 0,11816$$

Koefisien *Skewness* (Kemencengan):

$$C_{S_{\log X}} = \frac{n}{(n-1)(n-2) \cdot (S_{\log X})^3} \sum_{i=1}^n (\log X_i - \log \bar{X})^3 = \frac{10}{(10-1)(10-2) \cdot 0,11816^3} \times (-0.01014) = -0,000000223(\text{Kemencengan Negatif})$$

Tabel 4. Hujan Rencana Tiap Kala Ulang

Kala Ulang (TR)	Log X _{TR}	X _{TR}
5 Tahun	1,96157	91,5 mm
10 Tahun	2,00351	100,8 mm
25 Tahun	2,04417	110,7 mm
50 Tahun	2,06835	117,0 mm
100 Tahun	2,08875	122,7 mm

Pola Distribusi Hujan Jam-jaman

Distribusi hujan jam – jaman merupakan pembagian intensitas hujan berdasarkan pola hujan suatu daerah. Karena belum tersedia pola hujan jam - jaman untuk daerah Gorontalo maka dalam penelitian ini digunakan pola hujan daerah terdekat yaitu pola hujan daerah Bolaang Mongondow.

Tabel 5. Distribusi Hujan Rencana untuk Setiap Kala Ulang

Jam Ke-	P (mm)				
	Kala Ulang (Tahun)				
	5	10	25	50	100
1	19.22	21.17	23.25	24.58	25.76
2	25.63	28.23	31.00	32.77	34.35
3	14.64	16.13	17.71	18.73	19.63

4	11.90	13.11	14.39	15.22	15.95
5	7.32	8.06	8.86	9.36	9.81
6	6.41	7.06	7.75	8.19	8.59
7	1.83	2.02	2.21	2.34	2.45
8	1.83	2.02	2.21	2.34	2.45
9	1.83	2.02	2.21	2.34	2.45
10	0.92	1.01	1.11	1.17	1.23

Perhitungan Nilai SCS Curve Number

Tabel 6. Perhitungan nilai CN DAS Marisa

Jenis Tutup Lahan	Luas (Km ²)	Persentase (%)	CN Tiap Lahan	CN
Hutan (Penutupan Baik)	15.47	25.45	55	13.997
Tanah yang diolah dan ditanami (Dengan konservasi)	35.98	59.19	81	47.942
Pemukiman (20% kedap air)	1.86	3.06	68	2.081
Padang rumput (Kondisi baik)	1.09	1.79	61	1.094
Halaman Rumput (Kondisi sedang : rumput menutup 75% atau lebih luasan)	6.39	10.51	61	6.412
Total	60.79	100	-	71.525

Nilai CN rata – rata untuk DAS Marisa adalah 71,525.

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*.

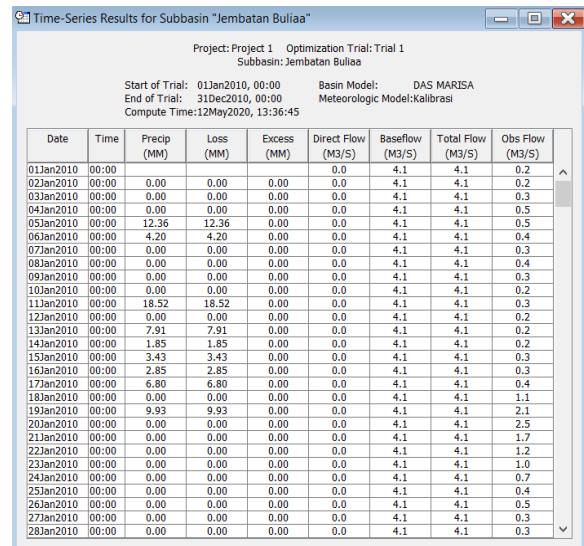
Kalibrasi Parameter HSS SCS

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.

Kalibrasi dilakukan pada DAS lokasi penelitian dengan data debit terukur dilapangan.

Dikarenakan Sungai Marisa tidak memiliki data debit terukur, maka perlu dilakukan perhitungan dengan metode analisis regional sehingga data debit Sungai Marisa 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 Alo dengan menggunakan metode analisis regional.



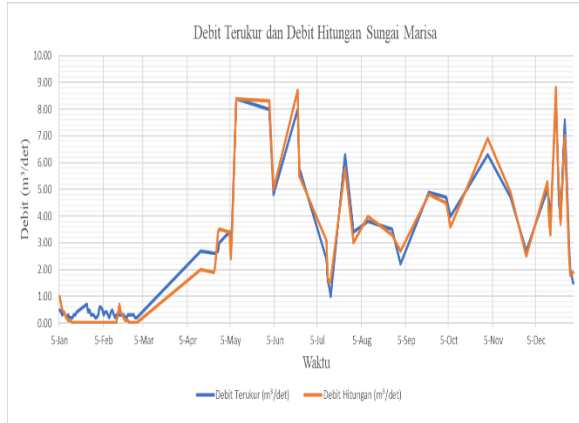
Gambar 4. Debit Hitungan Sungai Marisa

Debit hasil hitungan dan debit terukur Sungai Marisa akan diuji menggunakan uji koefisien determinasi (r^2) untuk menilai tingkat kemiripan model hidrologi antara hasil debit hitungan dan debit terukur.

Uji koefisien determinasi (r^2) dilakukan dengan membandingkan debit terukur Sungai Marisa dan debit terbaik hasil hitungan yang diperoleh dari parameter yang sudah terkalibrasi.

Tabel 7. Parameter Hasil Kalibrasi DAS Marisa

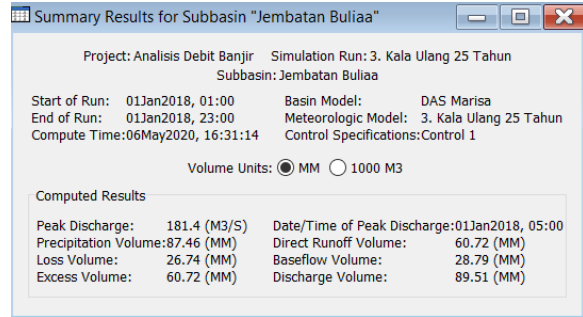
<i>Initial Discharge</i>	4.49 m ³ /det
<i>Ratio to peak</i>	0.25
<i>Recession Constant</i>	0.7
<i>CN</i>	89.95
<i>Lag time</i>	110.55 menit



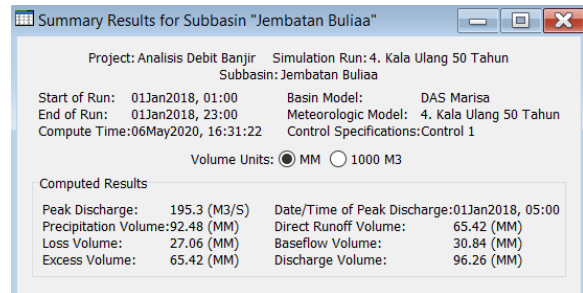
Gambar 5. Grafik Perbandingan Debit Hasil Perhitungan dan Debit Terukur

Simulasi Debit Banjir dengan Program Komputer HEC-HMS

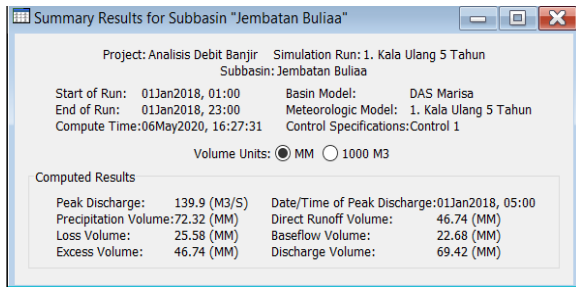
Semua parameter terkalibrasi digunakan sebagai parameter pada komponen sub-DAS untuk perhitungan debit banjir. Dengan data hujan rencana jam-jaman yang telah dihitung maka diperoleh hasil simulasi program komputer HEC-HMS sebagai berikut:



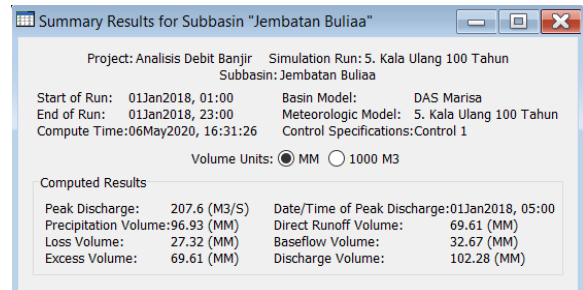
Gambar 8. Summary Result Kala Ulang 25 Tahun



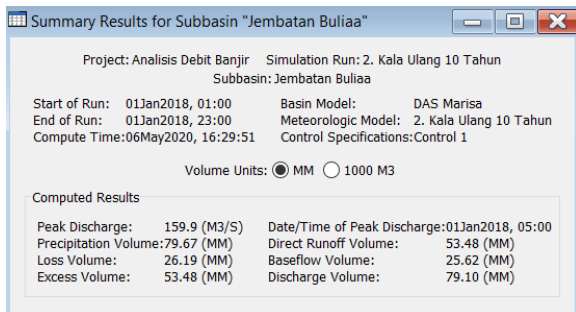
Gambar 9. Summary Result Kala Ulang 50 Tahun



Gambar 6. Summary Result Kala Ulang 5 Tahun



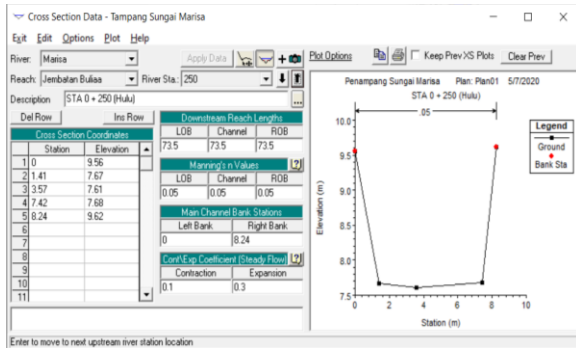
Gambar 10. Summary Result Kala Ulang 100 Tahun



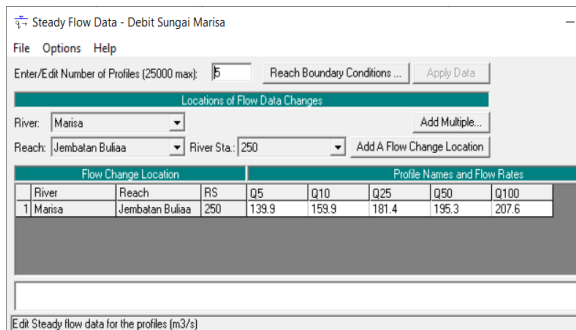
Gambar 7. Summary Result Kala Ulang 10 Tahun

Analisis Tinggi Muka Air

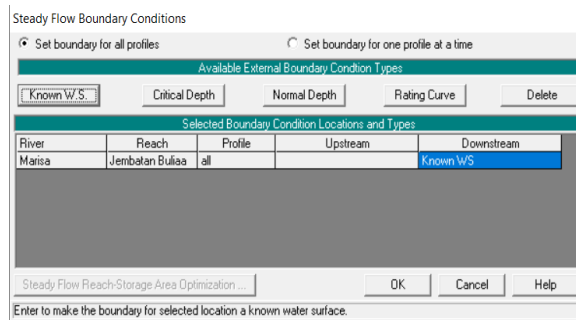
Analisis tinggi muka air menggunakan program komputer HEC-RAS membutuhkan data masukan yaitu penampang sungai, karakteristik saluran untuk nilai koefisien n Manning, dan data debit banjir untuk perhitungan aliran langgeng.



Gambar 11. Data Penampang Sungai



Gambar 12. Pengisian Data Debit

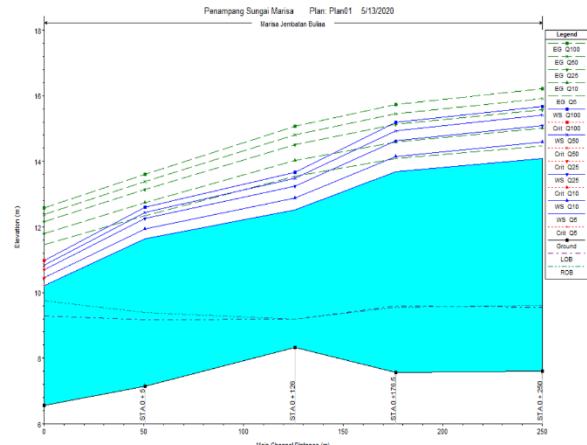


Gambar 13. Pengisian Reach Boundary Conditions

Simulasi Tinggi Muka Air Dengan Program Komputer HEC-RAS

Hasil simulasi menunjukkan bahwa semua penampang Sungai Marisa sudah tidak mampu menampung debit banjir untuk kala ulang 5

tahun, 10 tahun, 25 tahun, 50 tahun dan 100 tahun.



Gambar 14. Rangkuman Tinggi Muka Air Potongan Memanjang Sungai Marisa

PENUTUP

Kesimpulan

Debit banjir yang di peroleh dari hasil simulasi untuk masing-masing kala ulang adalah sebagai berikut:

- Kala ulang 5 tahun adalah 139,9 m³/det.
- Kala ulang 10 tahun adalah 159,9 m³/det.
- Kala ulang 25 tahun adalah 181,4 m³/det.
- Kala ulang 50 tahun adalah 195,3 m³/det.
- Kala ulang 100 tahun adalah 207,6 m³/det.

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

Saran

Perlu dibuatkan tanggul pada semua daerah penampang sungai yang ditinjau agar tidak terjadi luapan dari sungai tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

-*Data Hujan Harian Pos Hujan MRG DAS Limboto Datahu*. Balai Wilayah Sungai Sulawesi II, Gorontalo.
-*Data Hujan Harian Pos Hujan Klimatologi DAS Limboto*. Balai Wilayah Sungai Sulawesi II, Gorontalo.
-*Data Debit Harian Sungai Alo*. Balai Wilayah Sungai Sulawesi II, Gorontalo.

- _____.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.
- Chow, V.T., Maidment, D.R., Mays, L.W., 1988. *Applied Hydrology*. Singapore: McGraw-Hill.
- 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 No.3 Mei 2020 (283-292) ISSN: 2337-6732, 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.
- Triatmodjo, Bambang. 2008. *Hidrologi Terapan*. Betta Offset, Yogyakarta.