

Analisis Tinggi Muka Air Dan Debit Banjir Sungai Nimanga Di Desa Lelema Kabupaten Minahasa Selatan

Ruth Rebeca Tumber, Alex Binilang, Hanny Tangkudung
Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi Manado, Jl. Kampus Bahu-Unsrat Manado, 95115
ruthtumber@gmail.com; abinilang29@yahoo.com; hanny_tangkudung@unsrat.ac.id

Abstrak — Sungai Nimanga adalah sungai yang melintasi Desa Lelema Kabupaten Minahasa Selatan dan menjadi sumber air yang banyak dimanfaatkan oleh masyarakat sekitar. Sungai ini sudah sering meluap dan membanjiri kawasan yang sebagian besar merupakan lahan pertanian dan pemukiman masyarakat sehingga diperlukan upaya pengendalian banjir. Oleh karena itu dibutuhkan analisis untuk mengetahui besar debit banjir dan tinggi muka air yang dapat terjadi. Adapun data hujan yang digunakan berasal dari 2 pos hujan, yaitu MRG Ranowanko-Tarataru dan MRG Pentu-Pinaling dengan periode pencatatan tahun 2006 s/d tahun 2016. Analisis curah hujan rencana dihitung dengan menggunakan metode Log Person III. Perhitungan debit banjir menggunakan program komputer HEC-HMS dan untuk perhitungan tinggi muka menggunakan program komputer HEC-RAS. Selain penampang sungai pada sta 0 + 0 sampai 0 + 200 pada kala ulang 2 tahun, kala ulang 10 tahun dan 25 tahun maka penampang sungai sta 0 + 50 sampai sta 0 + 200 tidak dapat menampung debit banjir dengan kala ulang 50 tahun, dan 100 tahun

Kata kunci — debit banjir rencana, tinggi muka air, HEC-HMS, HEC-RAS

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Bambang Triatmodjo (2013) adalah saluran dimana air mengalir dengan muka air bebas. Pada saluran terbuka, misalnya sungai (saluran alam), variable aliran sangat tidak teratur terhadap ruang dan waktu. Sungai mempunyai peranan penting dalam kehidupan sehari-hari bagi makhluk hidup. Namun ada juga masalah-masalah yang timbul di sungai seperti permasalahan banjir. Di Indonesia masalah banjir sering terjadi bukan hanya di kota-kota besar tapi sampai di pedesaan termasuk di desa Lelema Kecamatan Tumpaan

Ruth Rebeca Tumber adalah mahasiswa tingkat akhir pada jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi (e-mail : ruthtumber@gmail.com).

Alex Binilang adalah dosen jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi pada rumpun Sumber Daya Air. (email : abinilang29@yahoo.com)

Hanny Tangkudung adalah dosen jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi pada rumpun Sumber Daya Air (email : hanny_tangkudung@unsrat.ac.id)

Kabupaten Minahasa Selatan.

DAS Sungai Nimanga melewati desa Lelema Kecamatan Tumpaan, Kabupaten Minahasa Selatan dan bermuara di laut. Pada tahun 2005 sungai tersebut pernah meluap disebabkan volume air hujan yang besar, sehingga tidak dapat menampung kelebihan air saat itu. Meluapnya air disungai menyebabkan rumah-rumah yang ada disekitar sungai tergenang air, usaha-usaha masyarakat disekitar sungai menjadi rusak dan sebagian hanyut terbawa air yang meluap, dan banyak lagi kerugian yang ditimbulkan oleh meluapnya air di sungai Nimanga. Akibat lain dari terjadinya banjir di DAS sungai Nimanga, penampang pada sungai Nimanga yang melewati desa Lelema menjadi lebih lebar dari ukuran yang semula. Berdasarkan masalah yang terjadi diatas dibutuhkan upaya pengendalian banjir. Oleh karena itu, perlu dilakukan analisis debit banjir untuk meramalkan berapa besar debit banjir yang akan terjadi, jika terjadi hujan dengan besaran tertentu.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang ada, telah terjadi peluapan air sungai di daerah pemukiman dan perkebunan masyarakat yang ada di Desa Lelema yang membutuhkan penanganan.

C. Batasan Masalah

Dari penelitian tugas akhir ini masalah dibatasi pada :

1. Titik kontrol DAS terletak di Desa Lelema Kecamatan Tumpaan tepatnya pada lokasi jembatan gantung desa Lelema.
2. Kala ulang rencana 2, 5, 10, 25, 50 dan 100 tahun.
3. Analisis hidrologi menggunakan data curah hujan harian maksimum.
4. Untuk mendapatkan besaran debit banjir digunakan program komputer HEC-HMS dan untuk mendapatkan tinggi muka air menggunakan program komputer HEC-RAS
5. Penampang sungai yang ditinjau sebanyak delapan segmen sepanjang 200 meter di sekitar lokasi jembatan desa Lelema.

D. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan besaran debit banjir dan tinggi muka air dengan berbagai kala ulang.

E. Manfaat Penelitian

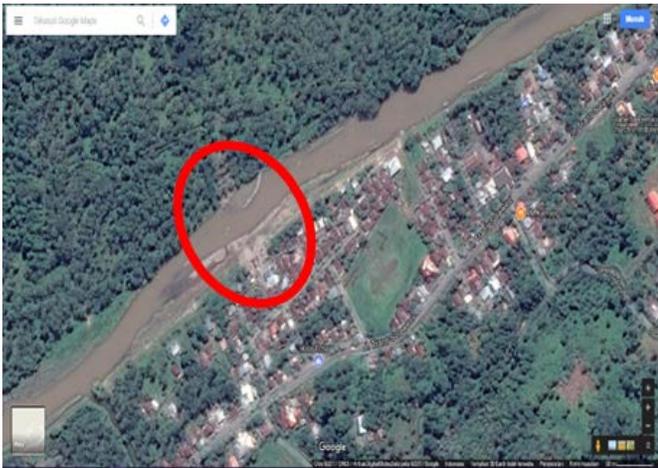
Manfaat dari penelitian ini, diharapkan dapat memberikan informasi kepada pihak yang membutuhkan sebagai referensi untuk penelitian lebih lanjut, dan dapat bermanfaat dalam penanggulangan masalah banjir di lokasi penelitian oleh pihak yang berkepentingan.

II. METODOLOGI PENELITIAN

A. Lokasi Penelitian

Sungai Nimanga berada di desa Lelema Kecamatan Tumpaan Kabupaten Minahasa Selatan Sulawesi Utara. Titik kontrol yang diambil untuk penelitian ini terletak di lokasi pembangunan jembatan desa Lelema. Jumlah penduduk yang ada di desa 1.674 jiwa dengan 488 kepala keluarga. Luas wilayah desa Lelema 2.750 Ha. Karakteristik desa Lelema adalah dataran dan perbukitan. Desa lelema memiliki batas-batas wilyah antara lain:

- Sebelah Utara : Hutan Manembo-nembo
- Sebelah Timur : Desa Tangkunej dan Desa Munte
- Sebelah Selatan : Desa Suluun, Desa Pinapalangkow dan Desa Kapoya
- Sebelah Barat : Desa Popotolen



Gambar 1. Lokasi Penelitian (Sumber : Google Map)

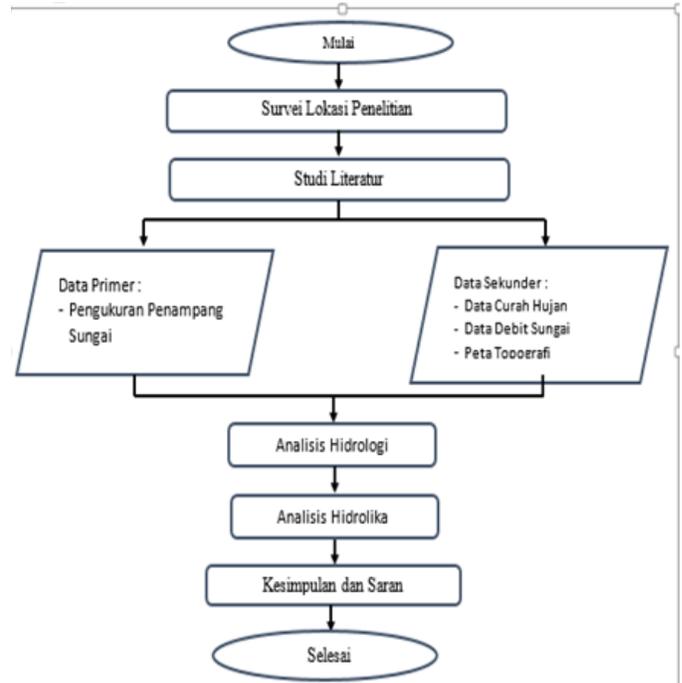
B. Prosedur Penelitian

Skripsi ini disusun berdasarkan studi kasus melalui pengamatan langsung di lapangan yang disertai dengan analisis berdasarkan metode - metode yang tersedia.

Penelitian ini menggunakan metode penelitian :

- Tinjau langsung ke lapangan untuk mengamati karakteristik sungai dan masalah yang terjadi.

- Studi literatur untuk landasan teori yang akan di gunakan dalam penelitian.
- Mengumpulkan data-data yang diperlukan untuk perhitungan penulisan skripsi ini.
- Analisis dan pembahasan terhadap data yang diperoleh dan hasil analisa data.
- Kesimpulan dan Saran.



Gambar 2. Bagan Alir Penelitian

C. Survei Penelitian

Survei lokasi penelitian adalah survei untuk melihat kondisi lokasi penelitian dan melihat masalah yang terjadi.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis curah hujan di DAS Nimanga dilakukan dengan menggunakan data curah hujan harian maksimum yang bersumber dari Balai Wilayah Sungai Sulawesi I dengan periode pencatatan tahun 2006 sampai dengan tahun 2016. Stasiun pengamatan yang digunakan yaitu MRG Ranowanko – Tara-tara dan MRG Pentu – Pinaling

A. Uji Data Outlier

- Sta Ranowanko Taratara
 Nilai hujan tertinggi yaitu 323,2 dan hasil perhitungan uji outlier batas tertinggi (Xh) adalah 943,266 maka tidak dilakukan koreksi data dan dilanjutkan dengan uji outlier rendah. Nilai hasil perhitungan uji outlier batas terendah (Xl) adalah 19,417 dan nilai hujan terendah dari data yang ada adalah 80,8 jadi tidak di lakukan koreksi data.

• Sta Pentu-Pinaling

Nilai hujan tertinggi yaitu 211 dan hasil perhitungan uji outlier batas tertinggi (Xh) adalah 1611,075 maka tidak dilakukan koreksi data dan dilanjutkan dengan uji outlier rendah. Nilai hasil perhitungan uji outlier batas terendah (Xl) adalah 18,831 dan nilai hujan terendah dari data yang ada adalah 2,854 jadi tidak di lakukan koreksi data

TABEL 1
CURAH HUJAN MAKSIMUM SETELAH UJI OUTLIER

Tahun	Curah Hujan Harian Maksimum (mm)	
	MRG Ranowangko-Taratara	MRG Pentu-Pinaling
2006	323,2	48,2
2007	123	48,6
2008	117	43,2
2009	98	59,9
2010	156	49,9
2011	158	119
2012	136,4	211
2013	80,8	59
2014	196,5	156,2
2015	112,4	29,4
2016	102	

B. Curah Hujan Rata-rata

Metode yang digunakan untuk menghitung curah hujan rata-rata adalah metode Poligon Thiessen. Jumlah pos hujan yang berpengaruh pada DAS Nimanga ada 2 pos hujan, yaitu MRG Ranowangko – Taratara dan MRG Pentu – Pinaling. Curah hujan rata-rata dengan Pilogon Thiessen dapat di hitung dengan :

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

$$= \frac{48,8 \times 76,329 + 229,24 \times 323,2}{76,329 + 229,24} = 254,511 \text{ mm}$$

C. Penentuan Tipe Curah Hujan

Perhitungan Mean (rata-rata) :

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i$$

$$= \frac{1}{11} (1408,748)$$

$$= 128,067$$

Perhitungan Standar Deviasi (S)

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

$$= \sqrt{\frac{30288,466}{11-1}}$$

$$= 55,034$$

Perhitungan Koefisien Skewness (Cs)

$$Cs = \frac{n}{(n-1)(n-2) \cdot S^3} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^3$$

$$= \frac{11}{(11-1)(11-2) \cdot 55,034^3}$$

$$\times 1815634,923 = 1,331$$

Perhitungan Koefisien Kurtosis (Ck)

$$Ck = \frac{n^2}{(n-1)(n-2)(n-3) \cdot S^4} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^4$$

$$= \frac{11^2}{(11-1)(11-2)(11-3) \cdot 55,034^4}$$

$$\times 287971994,513 = 5,275$$

Perhitungan Koefisien Variasi (Cv)

$$Cv = \frac{S}{\bar{X}}$$

$$= \frac{55,034}{128,067} = 0,429$$

TABEL 2
ENENTUAN JENIS SEBARAN DATA

Tipe Sebaran	Syarat Parameter Statistik	Parameter Statistik Data Pengamatan	Keterangan
Normal	Cs = 0	1,331	Tidak Memenuhi
	Ck = 3	5,257	Tidak Memenuhi
Log Normal	Cs = Cv ³ - 3 . Cv	1,331	Tidak Memenuhi
	Ck = Cv ⁴ - 6Cv ³ + 15Cv ² - 16Cv + 3	5,257	Tidak Memenuhi
		14,645	
Gumbel	Cs = 1,14	1,331	Tidak Memenuhi
	Ck = 5,40	5,257	Tidak Memenuhi
Log Pearson III	Bila tidak ada parameter statistik yang sesuai dengan ketentuan distribusi sebelumnya	-	Memenuhi

Hasil penentuan tipe sebaran menunjukkan tidak ada parameter statistik dari data pengamatan yang memenuhi

syarat untuk distribusi normal, log normal dan distribusi gumbel. Maka akan digunakan distribusi Log Pearson tipe III.

E. Hasil Simulasi Debit Banjir dengan Perangkat Lunak HEC-HMS

Hasil simulasi dengan HEC-HMS ditampilkan pada Gambar 3 sd. Gambar 8.

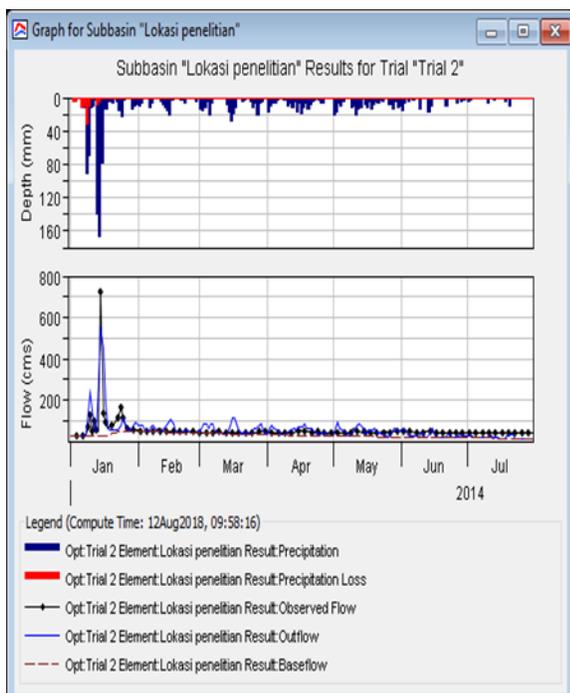
TABEL 3
CURAH HUJAN RENCANA MENGGUNAKAN LOG PERSON III

Kala Ulang	Kt	Log Xn	Xn
2 Tahun	-0,11095	2,056907	114,0006
5 Tahun	0,792973	2,209814	162,1115
10 Tahun	1,331514	2,300913	199,9463
25 Tahun	1,956001	2,406551	255,0066
50 Tahun	2,39273	2,480429	302,2933
100 Tahun	2,803488	2,549912	354,7416

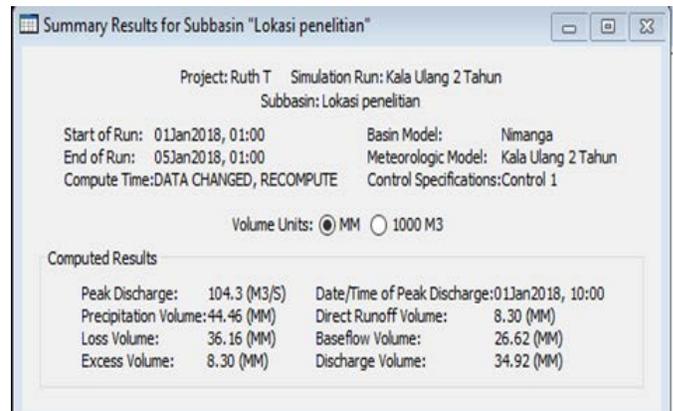
D. Kalibrasi Menggunakan HEC-HMS

Dari hasil-hasil kalibrasi yang sudah dihitung dengan program HEC-HMS dengan data terukur di lapangan di dapatkan :

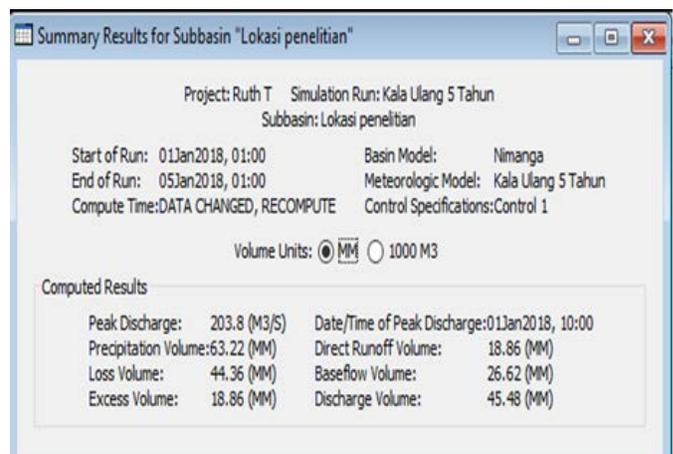
- Loss Method
Curve Number : 77,2
Impervious : 0 %
- Transform Method
Standar Lag (HR) : 6,756
Peaking Coefficient : 0,8
- Baseflow
Initial Discharge (m³/s) : 28,838
Recession Constant : 0,9
Ratio : 0.1



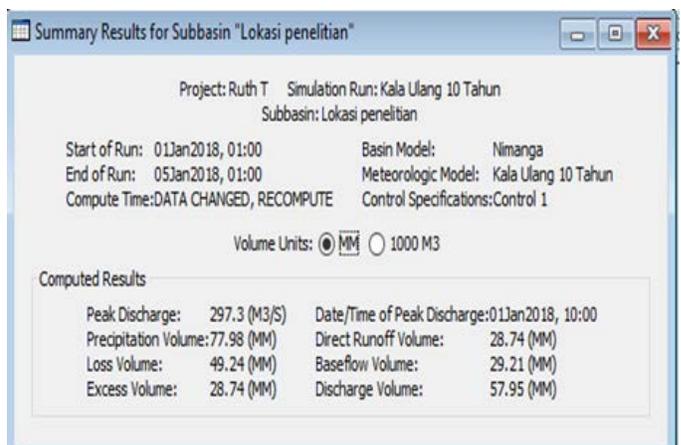
Gambar 2. Hasil Kalibrasi Perhitungan Debit dan Debit Terukur



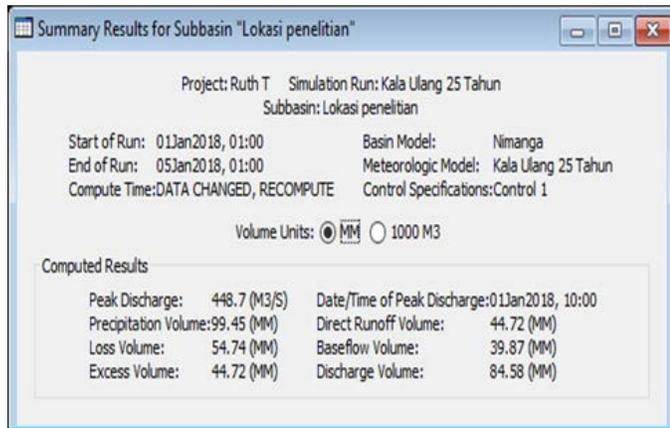
Gambar 3. Hasil Summary Result Kala Ulang 2 Tahun



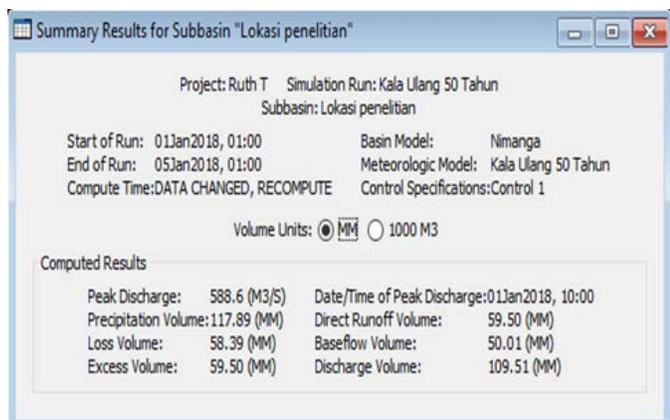
Gambar 4. Hasil Summary Result Kala Ulang 5 Tahun



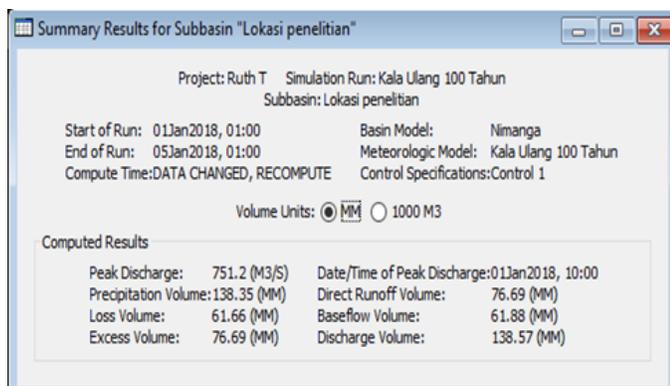
Gambar 5. Hasil Summary Result Kala Ulang 10 Tahun



Gambar 6. Hasil Summary Result Kala Ulang 25 Tahun



Gambar 7. Hasil Summary Result Kala Ulang 50 Tahun

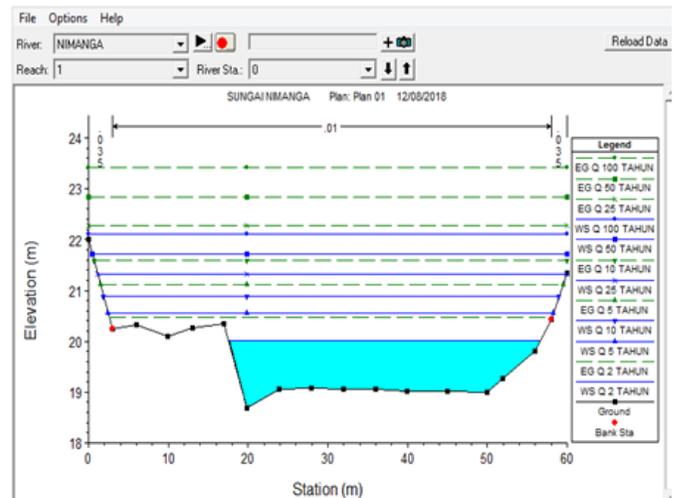


Gambar 8. Hasil Summary Result Kala Ulang 100 Tahun

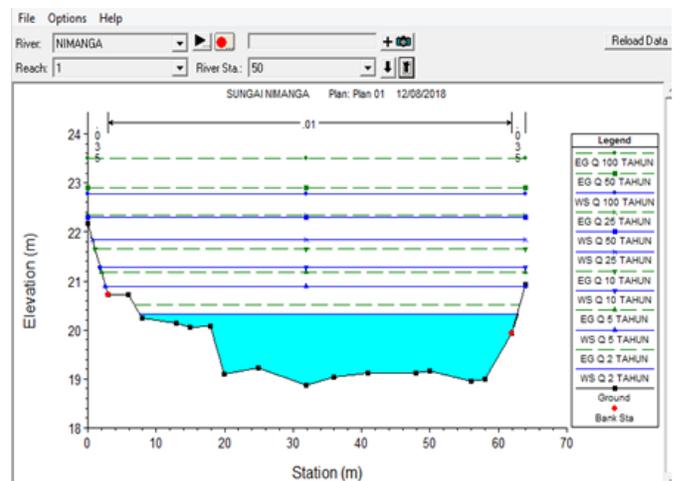
F. Simulasi Tinggi Muka Air dengan Perangkat Lunak HEC-RAS

Simulasi dilakukan dengan masuk pada tampilan *Perform a steady flow simulation*. Pengaturan untuk simulasi hanya memasukkan nama simulasi yaitu "Plan 01" pada pojok kanan atas dan memilih subcritical sebagai asumsi untuk Flow Regime karena berdasarkan observasi lapangan, aliran sungai

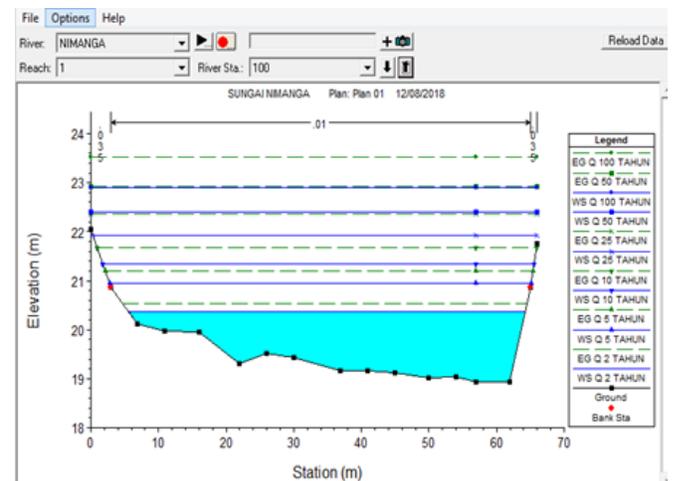
Nimanga pada lokasi penelitian termasuk aliran yang tenang dengan kelandaian yang kecil.



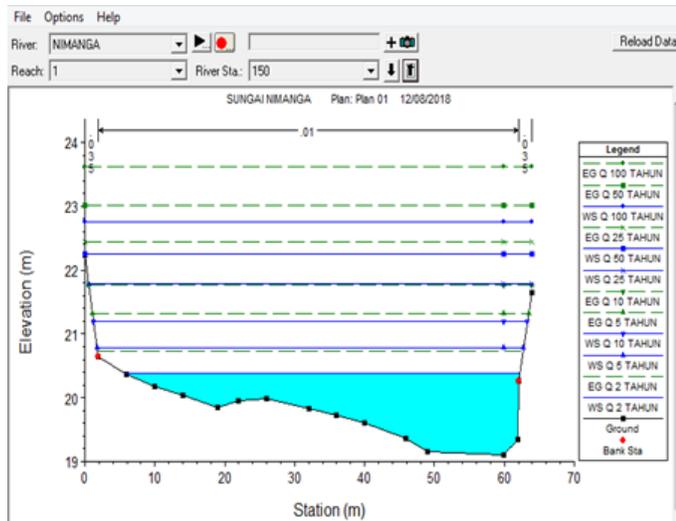
Gambar 9. Profil Melintang STA 0 + 0



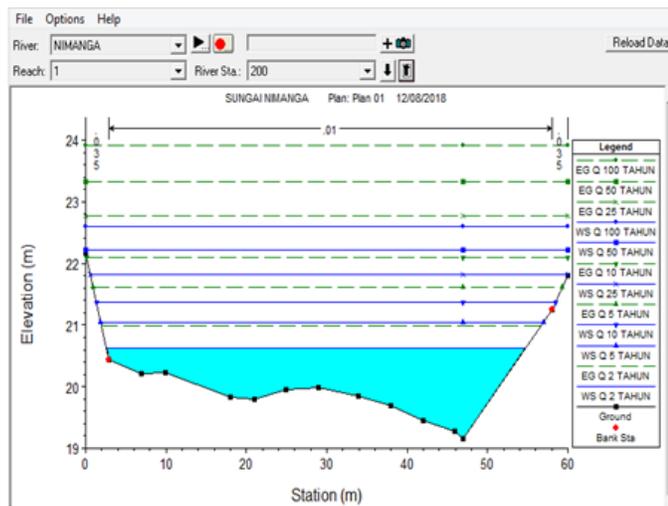
Gambar 10. Profil Melintang STA 0 + 50 m



Gambar 11. Profil Melintang STA 0 + 100 m



Gambar 12. Profil Melintang STA 0 + 150 m



Gambar 13. Profil Melintang STA 0 + 200 m

TABEL 4
REKAPITULASI TINGGI MUKA AIR (Q50)

Kala Ulang 50 Tahun			
Titik	Elevasi Muka Air	Elevasi Tebing Kiri	Elevasi Tebing Kanan
Sta 0	21,65	20,25	21,33
Sta 50	22,23	22,17	20,93
Sta 100	22,40	22,05	21,76
Sta 150	22,24	22,23	21,65
Sta 200	22,20	22,17	21,81

TABEL 5
REKAPITULASI TINGGI MUKA AIR (Q100)

Kala Ulang 100 Tahun			
Titik	Elevasi Muka Air	Elevasi Tebing Kiri	Elevasi Tebing Kanan
Sta 0	22,435	20,25	21,33
Sta 50	22,79	22,17	20,93
Sta 100	22,90	22,05	21,76
Sta 150	22,77	22,23	21,65
Sta 200	22,60	22,17	21,81

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

1. Debit banjir yang di peroleh dari hasil simulasi untuk masing-masing kala ulang adalah sebagai berikut :
Kala ulang 2 tahun adalah 104,3 m3/det,
Kala ulang 5 tahun adalah 203,8 m3/det
Kala ulang 10 tahun adalah 297,8 m3/det
Kala ulang 25 tahun adalah 448,7 m3/det,
Kala ulang 50 tahun adalah 588, 6 m3/det
Kala ulang 100 tahun adalah 751,2 m3/det.
2. Untuk kala ulang 2 tahun, 5 tahun, 10 tahun dan 25 tahun pada penampang 0 + 0 sampai 0 + 200 tinggi muka air tidak melewati
3. Untuk kala ulang 50 tahun selain sta 0 + 0 maka tinggi muka air melewati
4. Untuk kala ulang 100 tahun tinggi muka air melewati

B. Saran

- Perlu menjaga kebersihan sungai dari pembungan sampah
- Perlu adanya perawatan rutin pada sungai seperti pengerukan dasar saluran karena hal tersebut dapat mempengaruhi kapasitas tampung

V. KUTIPAN

A. Buku

- [1] Anggrahini, *Hidrolika Saluran Terbuka*. Surabaya: CV. Citra Media, 1997.
- [2] C. Asdak, *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press, 1995.
- [3] Bambang Triatmodjo, *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta: Beta Offset, 2008.
- [4] I. R. Calder, *Hydrologic Effects of Land Use Change*, In: Maidment DR (Editor) Handbook of Hydrology. New York: McGraw-Hil, Inc, 1992
- [5] V. T. Chow, *Hidrolika Saluran Terbuka (Open Channel Hydraulics)*. Jakarta: Erlangga, 1985.
- [6] R. H. McCuen, *Modeling Hydrologic Change: Statistical Methods*. Lewis Publishers, 2002.
- [7] C. D. Soemarto, *Hidrologi Teknik*, Edisi Kedua. Jakarta: Erlangga, 1987.
- [8] Sri Harto, *Analisis Hidrologi*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama, 2017.

B. Jurnal

- [9] K. J. Beven, "Changing ideas in hydrology: the case of physically-based models" *J. Hydrol*, vol. xx, no. 105, hal. 157-172. 1989.
- [10] Billy Kapantouw, "Analisis Debit Dan Tinggi Muka Air Sungai Paniki Di Kawasan Holland Village" *Jurnal Sipil Statik*, vol. 5, no. xx, hal. 21-29, Februari. 2017.

- [11] J. C. Refsgaard, "Parameterisation, Calibration and Validation of Distributed Hydrological Models". *J. Hydrol*, vol. xx, no. 198, hal. 69-97. 1997.
- [12] Dewi Suadnya, "Analisis Banjir dan Tinggi Muka Air Banjir Sungai Sario di Titik Kawasan Citraland" *Jurnal Sipil Statik*, vol. 3, no. xx, hal. 143-150, Mei. 2017.

C. Skripsi

- [13] Novia Ros Rante, "Analisis Debit Banjir Anak Sungai Tikala Pada Titik Tinjauan Kelurahan Banjer Link. V Kecamatan Tikala Dengan Menggunakan HEC-HMS Dan HEC-RAS", Skripsi, Universitas Sam Ratulangi, Manado. 2016.