

Analisis Kapasitas Penampang Sungai Pompang Desa Tambelang Kabupaten Minahasa Selatan Terhadap Berbagai Kala Ulang Banjir

Renaldo F. Topah^{#1}, Jeffry S. F. Sumarauw^{*2}, Lianny A. Hendratta^{#3}

[#]Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sam Ratulangi
Jl. Kampus UNSRAT Kelurahan Bahu, Manado, Indonesia, 95115

¹civil.enal@gmail.com

²jeffrysumarauw@ymail.com

³lianyhendratta@yahoo.co.id

Abstrak

Sungai Pompang merupakan salah satu sungai di Kecamatan Maesaan yang pernah meluap dan membanjiri beberapa daerah yang dilewati oleh sungai Pompang yang sebagian besar merupakan pemukiman masyarakat dan lahan persawahan. Oleh karena itu dibutuhkan data mengenai besar debit banjir dan tinggi muka air yang dapat terjadi. Analisis dimulai dengan mencari frekuensi hujan menggunakan metode Log Pearson III. Adapun data hujan yang digunakan berasal dari pos hujan Tompaso Baru. Data curah hujan yang digunakan adalah data curah hujan harian maksimum dari tahun 2009 s/d 2018. Setelah didapat besar hujan, dilakukan simulasi hujan aliran dengan HSS SCS menggunakan program komputer HEC-HMS. Setelah itu debit puncak hasil simulasi dimasukkan dalam program komputer HEC-RAS untuk simulasi tinggi muka air pada penampang yang telah diukur. Hasil simulasi menunjukkan bahwa hampir semua penampang sungai Pompang yang ditinjau, sudah tidak mampu menampung debit banjir yang terjadi untuk kala ulang 5 tahun, 10 tahun, 25 tahun, 50 tahun dan 100 tahun. Kecuali penampang sta 0 dan sta 150 yang tidak terjadi luapan di setiap kala ulang 5 tahun, 10 tahun, 25 tahun, 50 tahun dan 100 tahun. Dan juga untuk sta 175 yang tidak terjadi luapan hanya pada kala ulang 5 tahun dan 10 tahun.

Kata Kunci — Sungai Pompang, debit banjir, kapasitas penampang sungai, tinggi muka Air, HEC-HMS, HEC-RAS

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Sungai Pompang merupakan salah satu dari beberapa sungai yang ada di Kecamatan Maesaan, Minahasa Selatan. Sungai ini mengalir melewati beberapa desa yang ada di Kecamatan Maesaan. Pada

tanggal 4 juli 2017 terjadi banjir disalah satu desa yang dilewati oleh sungai Pompang, tepatnya Desa Tambelang. Banjir terjadi karena sungai tersebut mengalami peningkatan debit yang disebabkan oleh derasnya hujan di daerah aliran sungai Pompang dan mengakibatkan kapasitas sungai Pompang yang berada di salah satu titik di Desa Tambelang tidak lagi dapat menampung besarnya debit yang terjadi. Karena debit air begitu besar sehingga kapasitas sungai tidak dapat menampung kelebihan air pada saat itu dan mengakibatkan banjir. Peristiwa itu merupakan salah satu musibah terbesar bagi warga Desa Tambelang, karena dampak dari banjir ini mengakibatkan banyak kerugian bagi warga, khususnya para petani. Dimana, sebagian lahan persawahan rusak, ternak dan salah satu rumah warga yang berada di daerah pinggiran sungai hanyut terbawah arus sungai.

Melihat kondisi yang terjadi, diperlukan suatu cara yang dapat mengatasi dan mengurangi masalah akibat banjir. Maka sangat dibutuhkan penelitian berupa studi kasus tentang analisis debit banjir untuk menghitung besarnya debit dan tinggi muka air saat terjadi banjir, sehingga kita dapat mengetahui kapasitas yang memadai untuk besarnya debit dan tinggi muka air yang terjadi.

B. Rumusan Masalah

Permasalahan yang dihadapi adalah belum adanya informasi mengenai debit banjir dan tinggi muka air serta database dari sungai Pompang yang dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan dalam perencanaan, pencegahan penanggulangan banjir.

C. Batasan Masalah

Dalam tugas akhir ini, masalah yang akan diteliti dibatasi pada hal – hal sebagai berikut:

1. Data hujan yang digunakan adalah data hujan harian maksimum;

2. Kala ulang rencana dibatasi pada 5, 10, 25, 50 dan 100 tahun;
3. Analisis dihitung dengan bantuan program computer yaitu Hydrologic Engineering Center - The Hydrologic Modeling System (HEC- HMS) untuk analisis hidrologi dan Hydrologic Engineering Center-River Analysis System (HEC-RAS) untuk analisis hidraulika;
4. Penampang melintang sungai yang ditinjau adalah sepanjang 200 meter menuju hulu dari titik awal pengukuran yaitu di sekitar jembatan Pompang di Desa Tambelang yang terbagi atas beberapa segmen.

D. Tujuan Penelitian

Permasalahan yang dihadapi adalah belum adanya informasi mengenai debit banjir dan tinggi muka air serta database dari sungai Pompang yang dapat

digunakan sebagai bahan pertimbangan dalam perencanaan, pencegahan penanggulangan banjir.

E. Manfaat Penelitian

Dengan adanya penelitian ini manfaat yang diharapkan yaitu, dapat menjadi bahan informasi untuk instansi terkait yang berwenang dalam melakukan penanggulangan atau pencegahan masalah banjir setelah diketahui debit banjir maksimum berdasarkan kala ulang tertentu di sungai Pompang.

II. METODOLOGI PENELITIAN

A. Gambaran Umum Lokasi Penelitian

Sungai Pompang yang menjadi tempat penelitian berada di Desa Tambelang Kecamatan Mesaan Kabupaten Minahasa Selatan, yang terletak di garis lintang $0^{\circ}52'33.89''N$ dan garis bujur $124^{\circ}28'27.26''E$.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

B. Survei Lokasi dan Pengumpulan Data

1. Mengumpulkan Data Primer

Survei lokasi sangat diperlukan untuk mengetahui kondisi sungai Pompang. Wawancara dilakukan dengan masyarakat yang tinggal di sekitar sungai Pompang dan pemerintah desa setempat. Dari hasil wawancara dengan masyarakat sekitar, sungai Pompang pernah meluap dan membanjiri pemukiman dan perkebunan dibagian hilir sungai. Bahkan menghanyutkan beberapa kandang ternak dan rumah warga. Penampang yang akan diukur berada di sekitar hilir sungai Pompang.

2. Mengumpulkan Data Sekunder

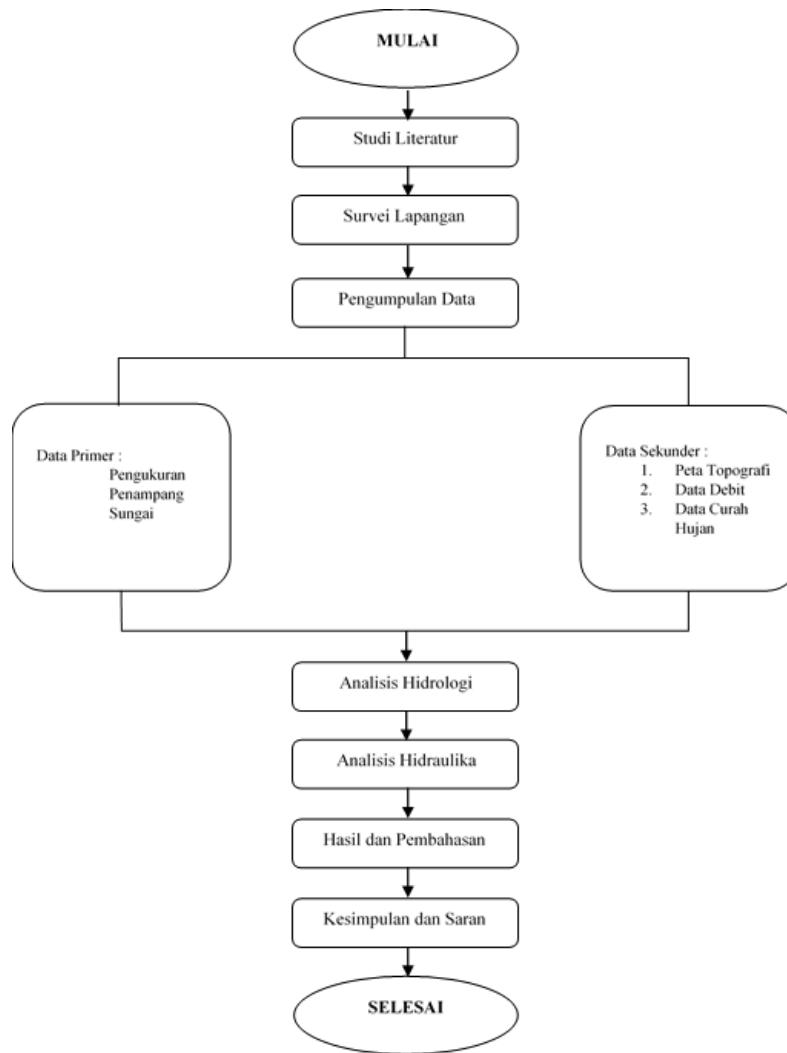
Data sekunder diperlukan sebagai data yang mendukung mengenai sungai Pompang seperti, peta rupa bumi daerah Maesaan, data hidrologi, dan klimatologi untuk Kab. Minahasa Selatan yaitu data curah hujan dan data debit.

C. Prosedur Penelitian

1. Survei lokasi penelitian.
2. Pengumpulan data.
3. Analisis data yang diperoleh dengan metode sebagai berikut:
 - Analisis frekuensi dan distribusi hujan jam – jaman;
 - Perhitungan debit banjir dengan program komputer HEC-HMS;
 - Analisis tinggi muka air pada penampang sungai dengan program komputer HEC-RAS.

D. Bagan Alir Penelitian

Kegiatan penelitian ini mengikuti bagan alir seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 2. Bagan Alir Penelitian

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Analisis Curah Hujan

Analisis curah hujan di DAS Pompang dilakukan dengan menggunakan data curah hujan harian maksimum yang bersumber dari Balai Wilayah Sungai Sulawesi I dengan periode pencatatan tahun 2009 sampai dengan tahun 2018. Pos hujan yang digunakan sebanyak 1 Pos Hujan MRG Tompaso Baru. Berikut merupakan data hujan harian maksimum dari tahun 2009 sampai 2018.

1. 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.

Hasil perhitungan outlier rendah = 56,08 masih lebih tinggi dari nilai hujan terendah yaitu 55 maka data

berubah. Untuk hasil uji outlier pos hujan lainnya dapat dilihat pada Tabel 2.

2. Analisis Frekuensi Hujan

Analisis frekuensi hujan dilakukan untuk menentukan besarnya hujan yang terjadi pada periode ulang tertentu. Tahapan analisis frekuensi hujan meliputi penentuan tipe distribusi hujan, kemudian dilakukan perhitungan besarnya hujan berdasarkan kala ulang menggunakan persamaan yang sesuai dengan tipe distribusi.

3. 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).

4. Analisis Curah Hujan Rencana

Analisis curah hujan rencana dengan tipe sebaran Log Pearson Tipe III, diperoleh $C_{S-\log x} = -1,019567274$

TABEL 1
Data Curah Hujan Harian Maksimum

| Tahun | Curah Hujan Harian Maksimum (mm) |
|-------|----------------------------------|
| | MRG Tompaso Baru |
| 2009 | 55 |
| 2010 | 68 |
| 2011 | 96 |
| 2012 | 83 |
| 2013 | 82 |
| 2014 | 93 |
| 2015 | 100,4 |
| 2016 | 81 |
| 2017 | 95 |
| 2018 | 75 |

TABEL 2
Data Curah Hujan Harian Maksimum Hasil Outlier

| Tahun | Curah Hujan Harian Maksimum (mm) |
|-------|----------------------------------|
| | MRG Tompaso Baru |
| 2009 | 56,08 |
| 2010 | 68 |
| 2011 | 96 |
| 2012 | 83 |
| 2013 | 82 |
| 2014 | 93 |
| 2015 | 100,4 |
| 2016 | 81 |
| 2017 | 95 |
| 2018 | 75 |

TABEL 3
Penentuan Jenis Sebaran Data

| Jenis Sebaran | Syarat Parameter Statistik | Parameter Statistik Data | | Kesimpulan |
|----------------------|---|--------------------------------------|-------|-----------------------|
| | | Cs | Ck | |
| Normal | $Cs \approx 0$ | Cs | -0,67 | Tidak Memenuhi |
| | $Ck \approx 3$ | Ck | 3,89 | |
| Log Normal | $Cs \approx Cv^3 + 3 Cv$ | Cs | -0,67 | Tidak Memenuhi |
| | | $Cv^3 + 3 Cv$ | 0,51 | |
| | $Ck \approx Cv^8 + 6Cv^6 + 15Cv^4 + 16Cv^2 + 3$ | Ck | 3,89 | |
| | | $Cv^8 + 6Cv^6 + 15Cv^4 + 16Cv^2 + 3$ | 3,46 | |
| Gumbell | $Cs \approx 1.14$ | Cs | -0,67 | Tidak Memenuhi |
| | $Ck \approx 5.4$ | Ck | 3,89 | |
| Log Pearson Tipe III | Jika tidak memenuhi ketiga syarat di atas | - | - | OK |

B. Pola Distribusi Hujan Jam-jaman

Distribusi hujan jam-jaman merupakan pembagian intensitas hujan berdasarkan pola hujan suatu daerah. Dalam penelitian ini digunakan pola hujan dari daerah sekitar yaitu pola hujan daerah Bolaang Mongondow dan sekitarnya.

C. Perhitungan Nilai SCS Curve Number

Hasil perhitungan nilai CN DAS Pompang ditampilkan pada Tabel 5. Nilai CN gabungan untuk DAS Pompang adalah 81,0.

TABEL 4
Curah Hujan Rencana

| Kala Ulang (TR) | Log X _{TR} | X _{TR} |
|-----------------|---------------------|-----------------|
| 5 Tahun | 1,9793 | 95,3368 |
| 10 Tahun | 2,0005 | 100,1267 |
| 25 Tahun | 2,0188 | 104,4267 |
| 50 Tahun | 2,0284 | 106,7628 |
| 100 Tahun | 2,0357 | 108,5717 |

TABEL 5
Perhitungan Nilai CN DAS Pompang

| Jenis Tutup Lahan | Persentase (%) | CN Tiap Lahan | CN |
|--|----------------|---------------|---------|
| Hutan | 39,78 | 77 | 30,6328 |
| Tanah yang diolah dan ditanami (dengan konservasi) | 15,27 | 91 | 13,8920 |
| Pemukiman (kedap air 25%) | 1,46 | 85 | 1,2416 |
| Tanah yang diolah dan ditanami (tanpa konservasi) | 43,49 | 81 | 35,2273 |
| Gabungan | 100 | - | 81,0 |

D. 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 (base flow) akan menggunakan metode recession.

E. 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 hasil perhitungan.

Dikarenakan sungai Pompang tidak memiliki data debit terukur, maka perlu dilakukan perhitungan

dengan metode analisis regional sehingga data debit sungai Pompang dapat diketahui. Uji koefisien determinasi (r^2) dilakukan dengan membandingkan

debit terukur sungai Kalawing dan debit terbaik hasil hitungan yang diperoleh dari parameter yang sudah terkalibrasi.

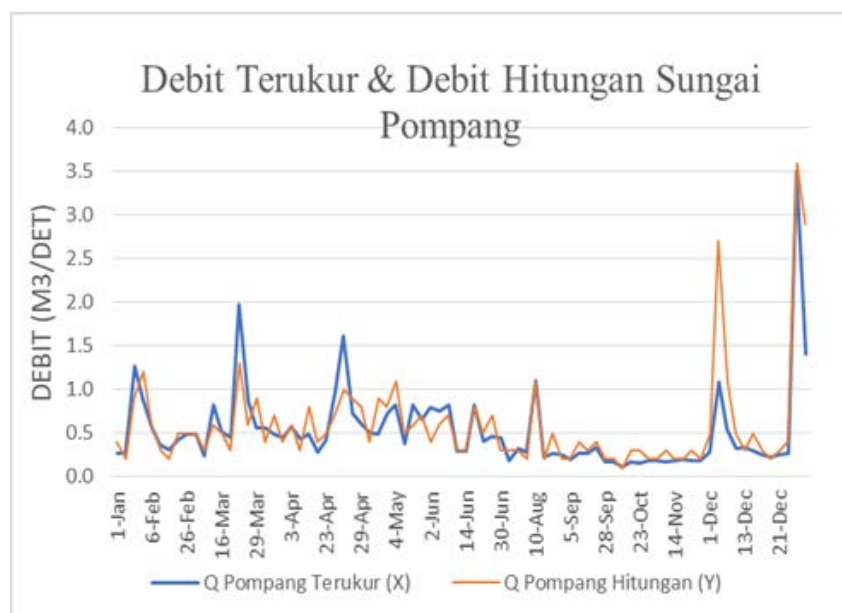
Time-Series Results for Subbasin "JEMBATAN POMPANG"

Project: kalibrasi 2011 Optimization Trial: Trial 1
Subbasin: JEMBATAN POMPANG

Start of Trial: 01Jan2011, 00:00 Basin Model: DAS POMPANG TABELANG
End of Trial: 31Dec2011, 00:00 Meteorologic Model: Met 1
Compute Time: 11Nov2019, 00:00:22

| Date | Time | Precip (MM) | Loss (MM) | Excess (MM) | Direct Flow (M3/S) | Baseflow (M3/S) | Total Flow (M3/S) | Obs Flow (M3/S) |
|-----------|-------|-------------|-----------|-------------|--------------------|-----------------|-------------------|-----------------|
| 25Jan2011 | 00:00 | 9.00 | 7.70 | 1.30 | 0.1 | 0.4 | 0.5 | 0.2 |
| 26Jan2011 | 00:00 | 8.50 | 7.03 | 1.47 | 0.1 | 0.4 | 0.5 | 0.2 |
| 27Jan2011 | 00:00 | 5.00 | 4.03 | 0.97 | 0.1 | 0.4 | 0.5 | 0.2 |
| 28Jan2011 | 00:00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.0 | 0.4 | 0.4 | 0.3 |
| 29Jan2011 | 00:00 | 14.00 | 10.87 | 3.13 | 0.2 | 0.4 | 0.6 | 0.6 |
| 30Jan2011 | 00:00 | 36.00 | 25.52 | 10.48 | 0.8 | 0.4 | 1.2 | 0.7 |
| 31Jan2011 | 00:00 | 6.00 | 3.94 | 2.06 | 0.4 | 0.4 | 0.8 | 1.8 |
| 01Feb2011 | 00:00 | 35.00 | 21.46 | 13.54 | 1.0 | 0.4 | 1.4 | 1.1 |
| 02Feb2011 | 00:00 | 13.50 | 7.64 | 5.86 | 0.7 | 0.4 | 1.1 | 0.8 |
| 03Feb2011 | 00:00 | 1.40 | 0.77 | 0.63 | 0.2 | 0.4 | 0.6 | 0.8 |
| 04Feb2011 | 00:00 | 26.00 | 13.76 | 12.24 | 0.9 | 0.4 | 1.3 | 1.3 |
| 05Feb2011 | 00:00 | 28.00 | 13.64 | 14.36 | 1.2 | 0.4 | 1.6 | 0.9 |
| 06Feb2011 | 00:00 | 7.00 | 3.24 | 3.76 | 0.6 | 0.4 | 1.0 | 0.6 |
| 07Feb2011 | 00:00 | 1.00 | 0.46 | 0.54 | 0.2 | 0.4 | 0.6 | 0.5 |
| 08Feb2011 | 00:00 | 3.50 | 1.59 | 1.91 | 0.2 | 0.4 | 0.6 | 0.6 |
| 09Feb2011 | 00:00 | 36.00 | 15.46 | 20.54 | 1.4 | 0.4 | 1.9 | 0.0 |
| 10Feb2011 | 00:00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.4 | 0.4 | 0.8 | 0.0 |
| 11Feb2011 | 00:00 | 18.00 | 7.17 | 10.83 | 0.8 | 0.4 | 1.2 | 0.0 |
| 12Feb2011 | 00:00 | 18.00 | 6.84 | 11.16 | 1.0 | 0.4 | 1.4 | 0.0 |
| 13Feb2011 | 00:00 | 9.00 | 3.30 | 5.70 | 0.6 | 0.4 | 1.1 | 0.0 |
| 14Feb2011 | 00:00 | 2.50 | 0.90 | 1.60 | 0.3 | 0.4 | 0.7 | 0.4 |
| 15Feb2011 | 00:00 | 2.00 | 0.72 | 1.28 | 0.1 | 0.4 | 0.6 | 0.3 |
| 16Feb2011 | 00:00 | 1.00 | 0.36 | 0.64 | 0.1 | 0.4 | 0.5 | 0.3 |
| 17Feb2011 | 00:00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.0 | 0.4 | 0.4 | 0.5 |

Gambar 3. Debit Hitungan Sungai Pompang



Gambar 4. Grafik Debit Hasil Perhitungan dan Debit Terukur

TABEL 6
Parameter Hasil

| | |
|-------------------|----------------|
| CN | 60 |
| Recesion Constant | 0,5 |
| Ratio to Peak | 0,5 |
| Initial discharge | 0.44269 m3/det |
| Lag Time | 150 |

F. Simulasi Debit Banjir Dengan Program Komputer HEC-HMS

Setelah kalibrasi, semua parameter terkalibrasi akan digunakan sebagai parameter pada komponen sub-DAS untuk perhitungan debit banjir. Hasil simulasi untuk

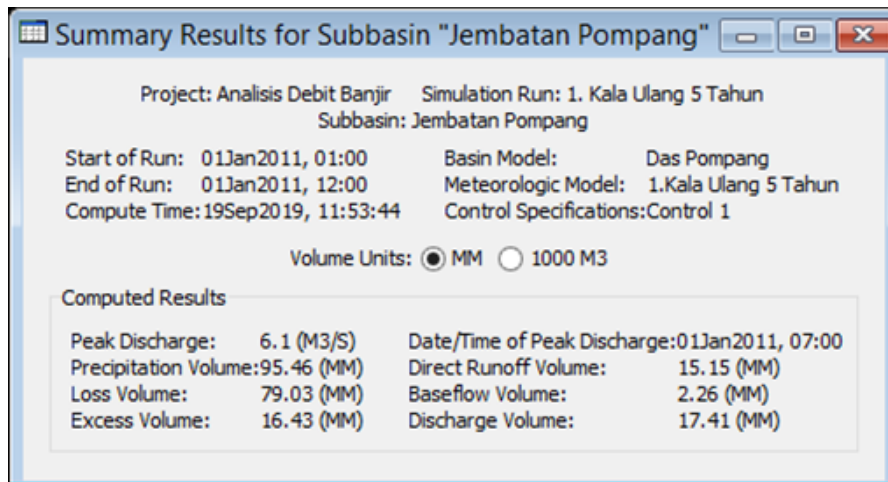
tiap kala ulang ditampilkan pada Gambar 5 sd. Gambar 9.

G. 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 (Steady Flow).

H. Simulasi Tinggi Muka Air Dengan Program Komputer HEC-RAS

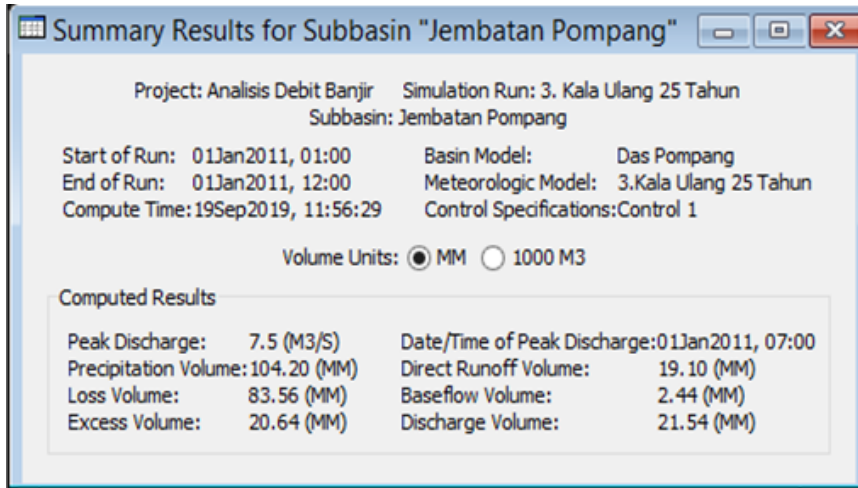
Hasil simulasi menunjukkan bahwa penampang sungai Pompang yang ditinjau yaitu Sta 75 dan Sta 100, sudah tidak mampu menahan debit banjir yang terjadi pada kala ulang kala ulang 5 tahun, 10 tahun, 25 tahun, 50 tahun dan 100 tahun. Dan juga pada Sta 25 yang sudah tidak mampu menahan debit banjir yang terjadi hanya pada kala ulang 50 tahun dan 100 tahun.



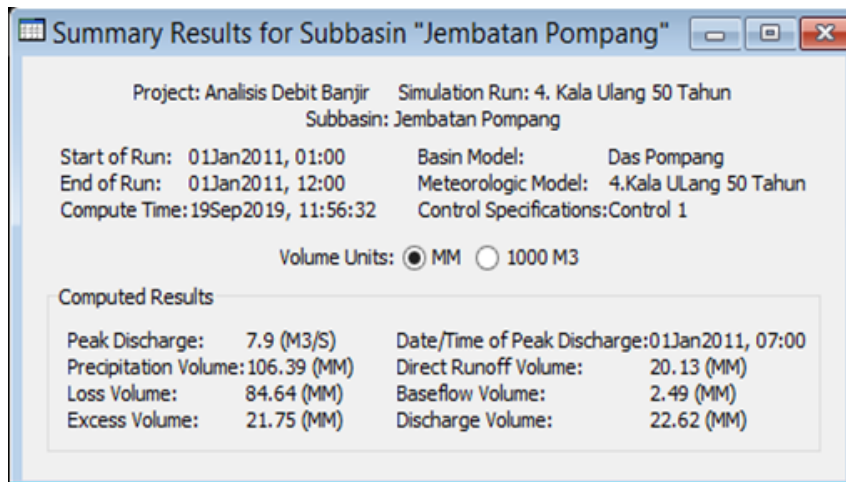
Gambar 5. Summary Result Kala Ulang 5 Tahun



Gambar 6. Summary Result Kala Ulang 10 Tahun



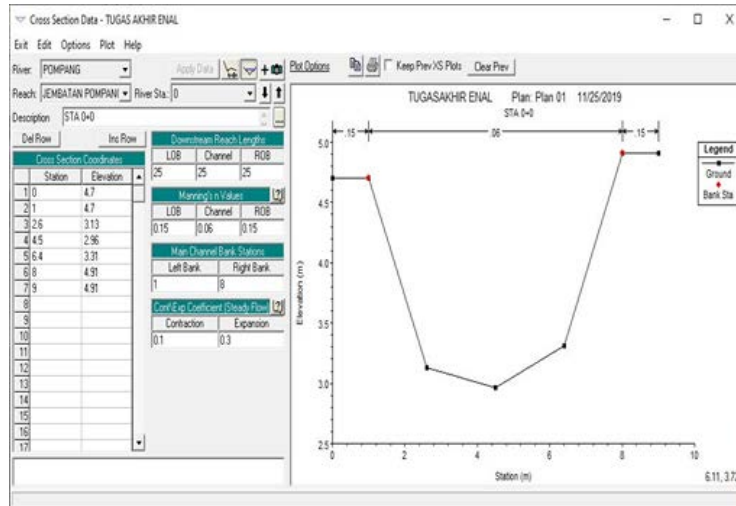
Gambar 7. Summary Result Kala Ulang 25 Tahun



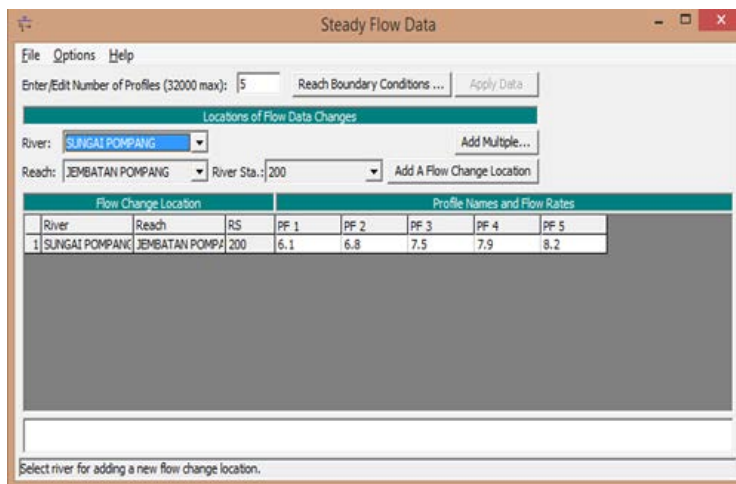
Gambar 8. Summary Result Kala Ulang 50 Tahun



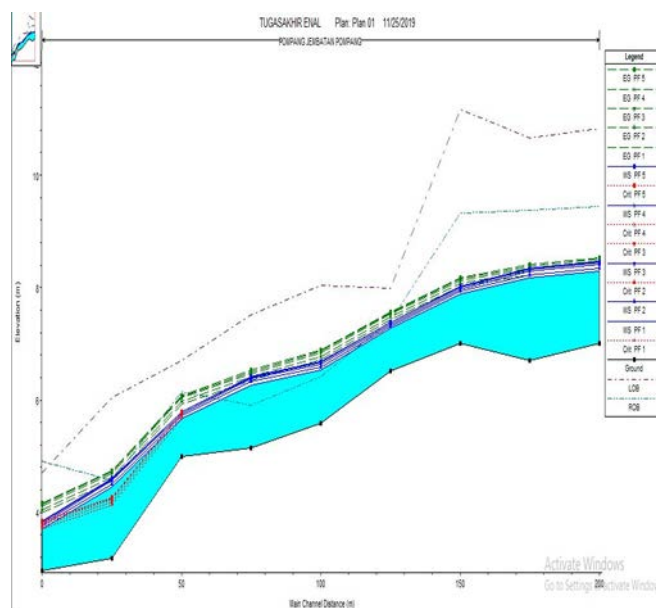
Gambar 9. Summary Result Kala Ulang 100 Tahun



Gambar 10. Data Penampang Melintang STA 0+0



Gambar 11. Pengisian Data Debit



Gambar 10. Rangkuman Tinggi Muka Air Potongan Memanjang Sungai Pompang

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Debit banjir yang terjadi untuk kala ulang 5 tahun 6,1 m³/det, kala ulang 10 tahun 6,8 m³/det, kala ulang 25 tahun 7,5 m³/det, kala ulang 50 tahun 7,9 m³/det, kala ulang 100 tahun 8,2 m³/det

Hasil simulasi menunjukkan bahwa penampang sungai pompang yang ditinjau yaitu Sta 75 dan Sta 100, sudah tidak mampu menahan debit banjir yang terjadi pada kala ulang kala ulang 5 tahun, 10 tahun, 25 tahun, 50 tahun dan 100 tahun. Dan juga pada Sta 25 yang sudah tidak mampu menahan debit banjir yang terjadi hanya pada kala ulang 50 tahun dan 100 tahun.

B. Saran

Perlu dibuatkan tanggul terutama pada daerah penampang sungai yang meluap.

KUTIPAN

Buku

- [1] Bambang Triatmodjo, *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta: Beta Offset, 2008.
- [2] Ersin Seyhan, *Dasar-Dasar Hidrologi*. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada, 1990.
- [3] Jeffry S. F. Sumarauw, *Hujan - Bahan Ajar Mahasiswa*. Manado: Universitas Sam Ratulangi, 2013.
- [4] Jeffry S. F. Sumarauw, *Analisis Frekwensi Hujan - Bahan Ajar Mahasiswa*, Manado: Universitas Sam Ratulangi, Manado, 2017.

- [5] Jeffry S. F. Sumarauw, *Hidrograf Satuan Sintetis - Bahan Ajar Mahasiswa*. Manado: Universitas Sam Ratulangi, 2017.

- [6] Jeffry S. F. Sumarauw, *HEC-HMS - Bahan Ajar Mahasiswa*. Manado: Universitas Sam Ratulangi, 2017.

Jurnal

- [7] Cindy Supit, Koichiro Ohgushi, "Prediction of Dam Construction Impacts on Annual and Peak Flow Rates in Kase River Basin," dalam *Journal of Japan Society of Civil Engineers*, Ser. BI (Hydraulic Engineering), Vol. 68, No. 4, I_121-I_126, 2012.

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

- [9] Frana L Mamuaya, Jeffry S. F. Sumarauw, Hanny Tangkudung. "Analisis Kapasitas Penampang Sungai Roong Tondano Terhadap Berbagai Kala Ulang Banjir," dalam *Jurnal Sipil Statik*, Vol. 7, No. 2, (179-188), Februari, 2019. ISSN: 2337-6732.

- [10] Reynaldo C. Kairupan, Tiny Mananoma, Jeffry S. F. Sumarauw, "Pola Distribusi Hujan Jam-Jaman Wilayah Bolaang Mongondow," dalam *Jurnal Sipil Tekno*, Vol. 15, No. 68, Desember, 2017. ISSN: 0215-9617.

- [11] Marcio Yosua Talumepa, Lambertus Tanudjaja, Jeffry S. F. Sumarauw, "Analisis Debit Banjir dan Tinggi Muka Air Sungai Sangkub Kabupaten Bolaang Mongondow Utara," dalam *Jurnal Sipil Statik*, Vol. 5, No. 10, (699-710), Desember, 2017. ISSN: 2337-6732.