

ANALISIS PENGARUH BACKWATER DI MUARA SUNGAI TALAWAAN-BAJO KABUPATEN MINAHASA UTARA

La'la Monica

Liany A. Hendratta, Cindy J. Supit

Program Studi Teknik Sipil, Pasca Sarjana Universitas Sam Ratulangi Manado

email: monicalala.ml@gmail.com

ABSTRAK

Sungai Talawaan-Bajo di Kabupaten Minahasa Utara pada musim penghujan pernah meluap di muara pantai Talawaan-Bajo. Luapan air ini disebabkan oleh curah hujan yang tinggi serta pengaruh pasang surut di sungai Talawaan-Bajo. Analisis pengaruh pasang surut dan backwater yang terjadi di sungai tersebut perlu dilakukan untuk mengantisipasi banjir yang kemungkinan akan terjadi kelak.

Analisis frekuensi hujan menggunakan Metode Log Pearson III dengan bantuan Program HEC-HMS dengan metode HSS SCS. Debit banjir dianalisis dengan program HEC-HMS menggunakan parameter terkalibrasi. Debit puncak hasil simulasi untuk setiap kala ulang digunakan untuk mensimulasi tinggi muka air pada penampang menggunakan program HEC-RAS. Simulasi dibuat dengan kondisi pasang surut terendah dan debit terkecil, pasang surut terendah dan debit terbesar, pasang surut tertinggi dan debit terkecil, dan pasang surut tertinggi dan debit terbesar. Metode Tahapan Langsung dan Metode Tahapan Standart akan digunakan untuk melihat profil muka air banjir sungai Talawaan-Bajo.

Penelitian menunjukkan besarnya debit puncak pada kala ulang 5, 10, 25, 50, dan 100 tahun adalah 68,8 m³/det, 102,6 m³/det, 154,6 m³/det, 204,9 m³/det, dan 263,8 m³/det. Analisis HEC-RAS pada kondisi tanpa pasang surut untuk kala ulang 5 tahun, penampang sungai sudah tidak mampu menampung debit banjir sejak STA 0+45. Pada kala ulang 100 tahun sudah tidak mampu menampung debit banjir sejak STA 0+25. Kondisi dengan pengaruh pasang surut untuk kala ulang 5 dan 100 tahun seluruh tinggi muka air sudah melampaui tinggi penampang sungai dengan nilai antara 0,08-1,47 meter. Luapan cenderung terjadi ke arah bantaran kanan sungai.

Analisis tinggi muka air dengan metode tahapan langsung mendapatkan selisih pengaruh backwater pada kondisi pasang surut terendah dan pasang surut tertinggi untuk debit terkecil antara 1,47–2,48 m, sedangkan untuk debit terbesar antara 0,7–1,49 m. Analisis yang sama dilakukan dengan metode tahapan standart mendapatkan hasil 0,63–1,2 m dan 0,07–0,35 m. Kedua metode ini menunjukkan pengaruh backwater lebih besar terjadi pada kondisi debit terkecil dibandingkan dengan debit terbesar. Fenomena ini terjadi karena debit yang kecil memungkinkan masuknya sejumlah aliran balik menuju sungai. Hasil analisis metode tahapan standart menunjukkan perbedaan yang kecil dengan HEC-RAS sehingga dapat direkomendasikan sebagai alternatif penggunaan program HEC-RAS dalam menganalisis profil muka air.

Kata kunci: *Backwater, HEC-HMS, HEC-RAS, Profil Muka Air, Metode Tahapan Langsung, Metode Tahapan Standart*

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Sungai merupakan alur atau wadah air alami atau buatan yang merupakan jaringan pengaliran air mulai dari hulu sampai muara. Sungai memegang peranan penting bagi keberlangsungan hidup manusia. Keberadaan sungai memberikan banyak manfaat bagi manusia namun jika debit air pada sungai berlebih dapat menyebabkan bencana banjir bagi masyarakat sekitar.

Kedalaman air laut dapat berubah akibat dari gejala pasang surut. Pasang surut air laut

disebabkan oleh gaya tarik gravitasi dan efek sentrifugal. Pasang surut air laut juga menyebabkan terjadinya *backwater* di muara sungai. Backwater akan berpengaruh terhadap sungai karena akan menyebabkan banjir akibat air yang masuk ke laut akan meluap di muara sungai.

Sungai Talawaan - Bajo merupakan salah satu sungai yang terdapat di kabupaten Minahasa Utara. Sungai Talawaan - Bajo sering meluap dan membanjiri daerah yang dilewatinya dan akan bermuara ke pantai Talawaan - Bajo. Luapan yang terjadi menyebabkan kerugian bagi masyarakat yang

tinggal disekitar sungai Talawaan – Bajo. Curah hujan yang tinggi serta pengaruh pasang surut menyebabkan luapan air di sungai Talawaan – Bajo.

Berdasarkan latar belakang yang ada, maka perlu dilaksanakan penelitian berupa analisis debit banjir untuk melihat penambahan ketinggian muka air akibat pengaruh *backwater* terhadap profil alirannya di muara sungai Talawaan – Bajo.

Perumusan Masalah

Terjadinya bencana banjir atau meluapnya air pada musim penghujan di muara Sungai Talawaan – Bajo kabupaten Minahasa Utara, sehingga perlu dilakukan analisis untuk melihat pengaruh besarnya debit banjir serta penambahan ketinggian muka air akibat pengaruh *backwater*.

Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang ada maka tujuan penelitian ini adalah

1. Menghitung debit banjir rencana pada Sungai Talawaan – Bajo.
2. Mengetahui perbedaan kapasitas tampung penampang di muara Sungai Talawaan – Bajo dengan dan tanpa pengaruh pasang surut.

Menganalisis profil muka air banjir di Sungai Talawaan – Bajo yang diakibatkan pengaruh *backwater*.

Batasan Penelitian

Penelitian ini dibatasi oleh hal – hal sebagai berikut:

1. Menganalisis profil muka air muara Sungai Talawaan – Bajo.
2. Data hujan harian maksimum dan data debit terukur yang digunakan sampai tahun 2018.
3. Data pasang tertinggi yang digunakan tahun 2017.
4. Aliran yang terjadi dianggap *steady flow*.
5. Sedimentasi di muara sungai tidak diperhitungkan.
6. Menggunakan program komputer yaitu HEC-HMS untuk analisis hidrologi dan HEC-RAS untuk analisis hidraulika.
7. Penampang transversal sungai yang ditinjau adalah sepanjang 240 meter menuju hulu dari titik awal pengukuran yaitu di sekitar desa Minaesa yang terbagi atas beberapa segmen.

8. Menggunakan metode tahapan langsung dan metode tahapan standart untuk analisis profil aliran akibat pengaruh *backwater*.

Hipotesa Penelitian

Hipotesa sementara dari penulis adalah sebagai berikut:

Ha : Terjadi peningkatan muka air banjir akibat pengaruh *backwater* di muara Sungai Talawaan – Bajo.

Ho : Tidak terjadi peningkatan muka air banjir akibat pengaruh *backwater* di muara Sungai Talawaan – Bajo.

LANDASAN TEORI

Curah Hujan Rencana.

Analisis curah hujan yang diperlukan adalah harga rata-rata curah hujan kawasan. Dalam suatu sistem hidrologi, bisa terjadi suatu kondisi ekstrim seperti kekeringan, hujan badai, dan banjir. Frekuensi kondisi ekstrim berbanding terbalik dengan besarnya kondisi. Analisis frekuensi digunakan untuk mengetahui besarnya kondisi dan periode ulang kondisi tersebut dengan menggunakan distribusi probabilitas.

Debit Banjir Rencana

Debit maksimum yang terjadi di sungai dalam suatu perioden ulang disebut debit banjir rencana. Dalam menentukan debit rencana dibutuhkan data luas catchment area, data curah hujan, dan data tutupan lahan. Penelitian ini akan menggunakan bantuan program HEC-HMS dengan metode empiris yakni hidrograf satuan untuk mencari besar debit banjir.

Hidrograf Satuan Sintetis *Soil Conservation Services (SCS)*

Hidrograf tidak berdimensi SCS (*Soil Conservation Services*) merupakan hidrograf satuan sintetis yang mana debit adalah ratio debit terhadap debit puncak dan waktu dalam ratio waktu terhadap waktu naik dari hidrograf satuan. Jika debit puncak dan waktu keterlambatan dari suatu durasi hujan efektif (*lag time*) diketahui, maka hidrograf satuan dapat diestimasi dari UH sintetis SCS.

Analisis Hidraulika

Aliran langgeng (*steady*) adalah aliran dimana kecepatan tidak berubah dalam selang waktu tertentu. Aliran alami pada umumnya

tidak tetap disebabkan karena bentuk hidroliknya saluran, sungai – sungai alami tidak teratur, pada tebing saluran ada tanaman, ada bangunan air, berubahnya dasar saluran, dan lainnya. Pada penelitian ini digunakan kondisi aliran langgeng (*steady*) untuk mencari profil muka air. Komponen pada aliran langgeng dapat memodelkan profil muka air pada kondisi aliran subkritis, superkritis dan sistem gabungan.

Aliran Berubah Lambat Laun

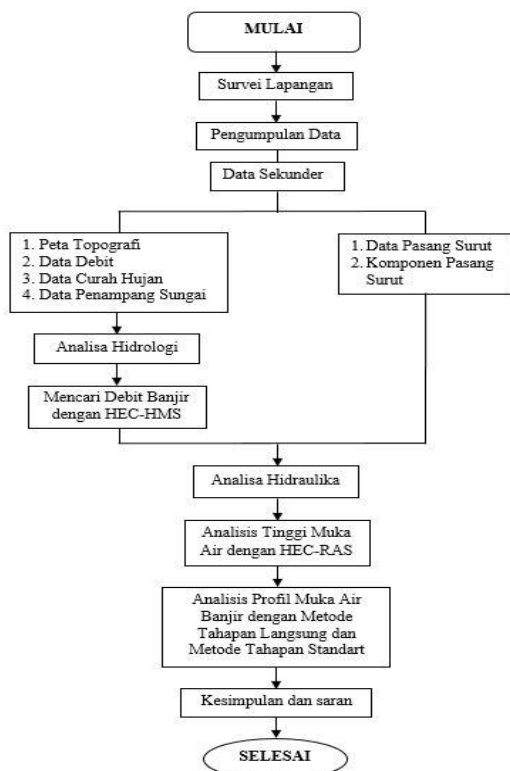
Aliran berubah lambat laun dalam keadaan langsung (*gradually varied steady flow*) memiliki ciri-ciri sebagai berikut :

- Aliran langsung
- Garis arus praktis sejajar (pembagian tekanan adalah hidrostatis).
- Perubahan taraf muka air secara berangsur-angsur.

Metode perhitungan profil aliran berubah lambat laun dapat menggunakan metode tahapan langsung dan metode tahapan standart.

METODOLOGI PENELITIAN

Tahapan pelaksanaan penelitian:

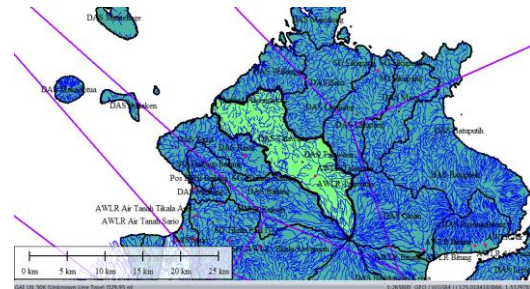


Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

ANALISIS, HASIL DAN PEMBAHASAN

Daerah Aliran Sungai

Luas daerah aliran sungai (DAS) Sungai Talawaan-Bajo menggunakan data SIG yang diambil dari Balai Wilayah Sungai Sulawesi I dan dihitung dengan menggunakan program *Global Mapper*. Dari data SIG diperoleh luas sebesar 128,95 km².



Gambar 2. DAS Talawaan-Bajo
Sumber: Data SIG Balai Wilayah Sungai Sulawesi I, Global Mapper

Analisa Curah Hujan

Analisa curah hujan menggunakan data curah hujan harian maksimum periode tahun 2009 sampai tahun 2018 di Pos Hujan MRG Talawaan yang bersumber dari Balai Wilayah Sungai Sulawesi I.

Tabel 1. Data Curah Hujan Maksimum MRG Talawaan

Tahun	Curah Hujan Harian Maksimum (mm)
	MRG Talawaan
2009	106
2010	110
2011	141.5
2012	118
2013	94
2014	94
2015	131
2016	151
2017	183
2018	102

Sumber: Balai Wilayah Sungai Sulawesi I

Uji Data Outlier

Nilai CS_{log} lebih besar dari 0,4 sehingga dilakukan uji outlier tinggi lebih dahulu lalu uji outlier rendah.

$$Kn = (-0,62201) + (6,28446 \times 10^{1/4}) - (2,49835 \times 10^{1/2}) + (0,491436 \times 10^{3/4}) - (0,037911 \times 10) = 5,037477$$

- Uji outlier tinggi

$$\begin{aligned} \text{Log } x_h &= \overline{\log x} + Kn \cdot S_{\log} \\ &= 2,080289 \\ &\quad + 5,037477 \times 0,095434 \\ \text{Log } x_h &= 2,561035549 \\ x_h &= 363,9448259 > 183 \text{ mm} \quad (\text{OK}) \end{aligned}$$
- Uji outlier rendah

$$\begin{aligned} \text{Log } x_l &= \overline{\log x} - Kn \cdot S_{\log} \\ &= 2,080289 \\ &\quad - 5,037477 \times 0,095434 \\ \text{Log } x_l &= 1,599542892 \\ x_l &= 39,76882716 < 94 \text{ mm} \quad (\text{OK}) \end{aligned}$$

Jadi data curah hujan pada Pos Talawaan tidak ada data outlier.

Penentuan Tipe Distribusi Hujan

Pemilihan tipe distribusi didasarkan pada persyaratan parameter statistik seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2.

Analisis curah hujan rencana dengan tipe sebaran Log Pearson tipe III menggunakan rumus persamaan berikut:

$$\log X = \overline{\log X} + K_{TR,CS} \cdot S_{\log X}$$

Parameter statistik untuk distribusi Log Pearso III ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 2. Pemilihan Tipe Distribusi

Tipe Sebaran	Syarat Parameter Statistik	Parameter Statistik Data Pengamatan	Keterangan
Normal	Cs = 0	1,051818	Tidak Memenuhi
	Ck = 3	4,519003	Tidak Memenuhi
Log Normal	Cs = Cv ³ + 3 . Cv = 0,711558	1,051818	Tidak Memenuhi
	Ck = Cv ⁸ + 6Cv ⁶ + 15Cv ⁴ + 16Cv ² + 3 = 3,913565	4,519003	Tidak Memenuhi
Gumbel	Cs = 1.14	1,051818	Tidak Memenuhi
	Ck = 5.40	4,519003	Tidak Memenuhi
Log Pearson III	Bila tidak ada parameter statistik yang sesuai dengan ketentuan distribusi sebelumnya	-	Memenuhi

Tabel 3. Parameter Statistik Untuk Distribusi Log Pearson III

Ranking	Data (X)	log X (Y)	(Y - \bar{Y})	(Y - \bar{Y}) ²	(Y - \bar{Y}) ³
1	94	1.973128	-0.1071614	0.011483559	-0.00123059
2	94	1.973128	-0.1071614	0.011483559	-0.00123059
3	102	2.0086	-0.071689	0.00513932	-0.00036843
4	106	2.025306	-0.0549834	0.003023169	-0.00016622
5	110	2.041393	-0.0388965	0.00151294	-0.0000588
6	118	2.071882	-0.0084072	0.000070681	-0.0000006
7	131	2.117271	0.03698207	0.001367674	0.0000506
8	141.5	2.150756	0.07046722	0.004965629	0.000349914
9	151	2.178977	0.09868773	0.009739267	0.000961146
10	183	2.262451	0.18216187	0.033182946	0.006044668
	Σ =	20.80289	-3.109E-15	0.081968745	0.00435102

Sumber: Olahan Data

Rata – rata hitung:

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

$$= \frac{1}{10} \times 20,80289 = 2,080289$$

Simpangan Baku:

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

$$= \sqrt{\frac{0,081968745}{10-1}} = 0,095434$$

Koefisien *Skewness* (Kemencengan):

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

$$= \frac{10}{(10-1)(10-2) \cdot 0,095434^3} \times 0,00435102$$

$$= 0,69526431 \text{ (Kemencengan Positif)}$$

Nilai *K* untuk tiap kala ulang adalah sebagai berikut:

5 Tahun : 0,790474
 10 Tahun : 1,332763

25 Tahun : 1,965674
 50 Tahun : 2,404726
 100 Tahun : 2,820732

Tabel 4. Curah Hujan Rencana

Kala Ulang (TR)	Log X _{TR}	X _{TR}
5 Tahun	2,155727	143,1289 mm
10 Tahun	2,20748	161,2427 mm
25 Tahun	2,267881	185,3025 mm
50 Tahun	2,309782	204,0712 mm
100 Tahun	2,349483	223,6057 mm

Pola Distribusi Hujan Jam-jaman

Distribusi hujan jam-jaman menggunakan pola hujan daerah Manado dan sekitarnya diperlihatkan pada Tabel 5.

Perhitungan Nilai SCS Curve Number

Perhitungan Nilai *CN* Rata – Rata DAS Talawaan – Bajo ditunjukkan pada Tabel 6. Nilai *CN* rata – rata untuk DAS Talawaan - Bajo adalah 34,46778.

Tabel 5. Pola Distribusi Hujan Jam-Jaman

Kala Ulang	Besarnya Hujan (mm) Jam ke-							
	1	2	3	4	5	6	7	8
5 Tahun	77,29	31,49	11,45	8,59	4,29	1,43	4,29	4,29
10 Tahun	87,07	35,47	12,90	9,67	4,84	1,61	4,84	4,84
25 Tahun	100,06	40,77	14,82	11,12	5,56	1,85	5,56	5,56
50 Tahun	110,20	44,90	16,33	12,24	6,12	2,04	6,12	6,12
100 Tahun	120,75	49,19	17,89	13,42	6,71	2,24	6,71	6,71

Tabel 6. Perhitungan Nilai *CN* Rata – Rata DAS Talawaan - Bajo

Jenis Tutup Lahan	Luas (km ²)	Persentase (%)	<i>CN</i> Tiap Lahan	<i>CN</i>
Pemukiman (38% kedap air)	1,1515	0,893	70	0,6251
Tanah yang diolah dan ditanami (tanpa konservasi)	89,9464	69,753	71	49,524
Tanah yang diolah dan ditanami (dengan konservasi)	0,718	0,557	81	0,451
Hutan (tanaman jarang, penutupan jelek)	18,431	14,293	66	9,4335
Hutan (penutup baik)	9,87	7,654	55	4,2098
Tempat terbuka, halaman rumput, dsb (kondisi sedang: rumput menutup 50% - 75% luasan)	8,833	6,85	69	4,7265
Total	128,95	100	-	34,46778

Tabel 7. Data Pasang Surut Bulan November 2017

TGL	JAM KE-																							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	2,0	2,4	2,6	2,6	2,5	2,2	1,8	1,4	1,1	0,9	1,0	1,3	1,8	2,2	2,6	2,8	2,8	2,6	2,2	1,7	1,3	1,1	1,1	1,3
2	1,7	2,1	2,5	2,7	2,7	0,5	2,1	1,6	1,1	0,9	0,8	1,1	1,5	2,1	2,6	3,0	3,1	3,0	2,6	2,0	1,5	1,0	0,8	0,9
3	1,2	1,7	2,3	2,7	2,9	2,8	2,4	1,9	1,3	0,9	0,7	0,8	1,2	1,8	2,4	3,0	3,3	3,3	3,0	2,4	1,8	1,1	0,7	0,6
4	0,8	1,3	1,9	2,4	2,8	2,9	2,7	2,3	1,7	1,1	0,7	0,6	0,9	1,4	2,1	2,8	3,4	3,6	3,4	2,9	2,2	1,4	0,8	0,5
5	0,5	0,8	1,4	2,0	2,6	2,9	2,9	2,6	2,0	1,4	0,9	0,6	0,7	1,1	1,8	2,5	3,2	3,6	3,3	2,7	1,9	1,1	0,6	0,6
6	0,4	0,5	0,9	1,6	2,2	2,7	2,9	2,8	2,3	1,8	1,2	0,8	0,7	0,9	1,4	2,1	2,8	3,4	3,7	3,6	3,1	2,4	1,6	0,9
7	0,5	0,4	0,6	1,1	1,7	2,3	2,7	2,8	2,5	2,1	1,6	1,1	0,8	0,8	1,2	1,7	2,4	3,1	3,5	3,6	3,4	2,8	2,1	1,4
8	0,8	0,5	0,5	0,8	1,3	1,8	2,3	2,6	2,6	2,3	1,9	1,5	1,1	1,0	1,1	1,5	2,0	2,6	3,1	3,4	3,4	3,1	2,6	1,9
9	1,3	0,9	0,6	0,7	1,0	1,4	1,9	2,2	2,4	2,4	2,2	1,8	1,5	1,2	1,2	1,3	1,7	2,2	2,6	3,0	3,2	3,1	2,9	2,4
10	1,8	1,3	1,0	0,8	0,9	1,1	1,5	1,8	2,1	2,3	2,2	2,1	1,8	1,6	1,5	1,4	1,6	1,8	2,2	2,6	2,8	2,9	2,9	2,6
11	2,3	1,8	1,4	1,1	1,0	1,0	1,2	1,4	1,7	2,0	2,1	2,2	2,1	2,0	1,8	1,7	1,6	1,7	1,9	2,1	2,4	2,6	2,7	2,7
12	2,5	2,3	1,9	1,6	1,3	1,1	1,1	1,1	1,4	1,6	1,9	2,1	2,2	2,3	2,2	2,0	1,9	1,8	1,7	1,8	1,9	2,1	2,3	2,5
13	2,6	2,5	2,3	2,0	1,7	1,4	1,1	1,0	1,1	1,3	1,6	1,9	2,2	2,4	2,5	2,4	2,2	2,0	1,7	1,6	1,5	1,6	1,9	2,1
14	2,4	2,5	2,5	2,4	2,1	1,8	1,4	1,1	1,0	1,0	1,3	1,6	2,0	2,4	2,7	2,7	2,6	2,3	2,0	1,6	1,4	1,3	1,4	1,7
15	2,0	2,3	2,6	2,6	2,5	2,1	1,7	1,3	1,0	0,9	1,0	1,3	1,8	2,3	2,7	2,9	2,9	2,7	2,3	1,8	1,4	1,1	1,1	1,2
16	1,6	2,0	2,4	2,6	2,7	2,4	2,1	1,6	1,2	0,9	0,9	1,1	1,5	2,1	2,6	3,0	3,1	3,0	2,6	2,1	1,6	1,1	0,9	0,9
17	1,2	1,6	2,1	2,5	2,7	2,6	2,3	1,9	1,4	1,1	0,9	1,0	1,3	1,8	2,4	2,9	3,2	3,2	2,9	2,4	1,8	1,3	0,9	0,7
18	0,9	1,2	1,7	2,2	2,6	2,7	2,5	2,2	1,7	1,2	1,0	0,9	1,2	1,6	2,2	2,8	3,2	3,3	3,2	2,8	2,2	1,5	1,0	0,7
19	0,7	0,9	1,4	1,9	2,3	2,6	2,6	2,3	1,9	1,5	1,1	1,0	1,1	1,4	2,0	2,6	3,1	3,4	3,3	3,0	2,5	1,8	1,2	0,8
20	0,6	0,8	1,1	1,6	2,1	2,4	2,5	2,4	2,1	1,7	1,3	1,0	1,1	1,3	1,8	2,4	2,9	3,3	3,4	3,2	2,8	2,2	1,5	1,0
21	0,7	0,7	0,9	1,3	1,8	2,2	2,4	2,4	2,2	1,8	1,4	1,2	1,1	1,2	1,6	2,2	2,7	3,1	3,4	3,3	3,0	2,4	1,8	1,3
22	0,9	0,7	0,8	1,1	1,5	1,9	2,2	2,3	2,2	1,9	1,6	1,3	1,2	1,2	1,5	1,9	2,5	2,9	3,2	3,3	3,1	2,7	2,1	1,6
23	1,1	0,9	0,8	1,0	1,3	1,7	2,0	2,2	2,2	2,0	1,8	1,5	1,3	1,3	1,4	1,8	2,2	2,7	3,0	3,2	3,1	2,8	2,4	1,9
24	1,4	1,1	0,9	1,0	1,2	1,5	1,8	2,0	2,1	2,1	1,9	1,7	1,5	1,4	1,4	1,6	2,0	2,4	2,7	3,0	3,0	2,9	2,6	2,2
25	1,7	1,3	1,1	1,0	1,1	1,3	1,6	1,9	2,0	2,1	2,0	1,9	1,7	1,6	1,5	1,6	1,8	2,1	2,4	2,6	2,8	2,8	2,7	2,4
26	2,0	1,7	1,4	1,2	1,1	1,2	1,4	1,6	1,9	2,0	2,1	2,0	1,9	1,8	1,7	1,7	1,7	1,9	2,1	2,3	2,5	2,6	2,6	2,5
27	2,3	2,0	1,7	1,4	1,3	1,2	1,3	1,4	1,6	1,8	2,0	2,1	2,2	2,1	2,0	1,9	1,8	1,8	1,8	1,9	2,1	2,2	2,4	2,2
28	2,4	2,2	2,0	1,7	1,5	1,3	1,2	1,2	1,4	1,6	1,9	2,1	2,3	2,4	2,3	2,2	2,0	1,8	1,7	1,6	1,7	1,8	2,0	2,2
29	2,3	2,4	2,3	2,1	1,8	1,5	1,3	1,1	1,2	1,3	1,6	2,0	2,3	2,6	2,7	2,6	2,4	2,1	1,8	1,5	1,4	1,4	1,6	1,8
30	2,1	2,3	2,4	2,4	2,1	1,8	1,4	1,2	1,0	1,1	1,3	1,7	2,2	2,6	2,9	3,0	2,8	2,5	2,0	1,6	1,2	1,1	1,1	1,4

Sumber: TNI-AL LANTAMAL VIII Sulawesi Utara

Analisis Pasang Surut

Data untuk analisis pasang surut bersumber dari TNI-AL LANTAMAL VII Sulawesi Utara (Tabel 7). Elevasi muka air laut ditunjukkan pada Tabel 8 berikut.

Tabel 8. Elevasi Muka Air Laut

Elevasi Muka Air	Satuan	Data	Satuan	Data
HHWL	cm	370	m	3,7
LLWL	cm	30	m	0,3
MSL	cm	120	m	1,2

Dimana:

- *Higher high water level* (HHWL) : Muka air tertinggi
- *Lowest low water level* (LLWL) : Muka air terendah
- *Mean sea level* (MSL) : Muka air rata-rata

Analisis Debit Banjir Rencana

Program HEC-HMS akan digunakan untuk pemodelan hujan aliran dengan metode HSS *Soil Conservation Services*, menggunakan metode *recession* untuk aliran dasar (*baseflow*) dan *SCS Curve Number (CN)* untuk kehilangan air.

Hitung asumsi *lag time* awal dari DAS Talawaan-Bajo.

L = 51,2 km.
s = 0,007793 m/m.

N = 0,076

$$T_c = \frac{0,606(L.N)^{0,467}}{S^{0,234}}$$

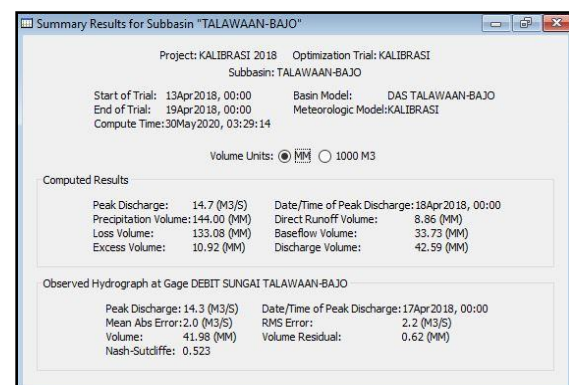
$$= \frac{0,606(41,2 \cdot 0,076)^{0,467}}{0,007793^{0,234}}$$

$$= 3,559452 \text{ jam}$$

T₁ = 0,6 . T_c
= 0,6 . 3,559452
= 2,135671 jam

Kalibrasi Parameter HSS SCS

Kalibrasi dilakukan antara data curah hujan dan data debit terukur di lapangan. Data hujan menggunakan data tahun 2018 dan data debit menggunakan data tahun 2018 dengan waktu mulai 13 April 2018 dan waktu selesai 19 April 2018.



Gambar 3. Hasil Kalibrasi

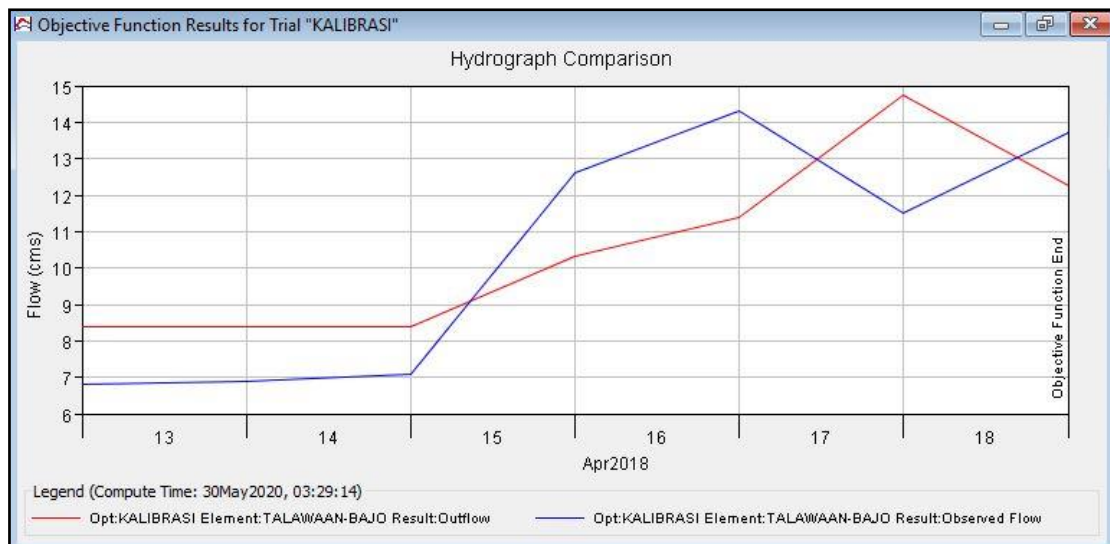
Optimized Parameter Results for Trial "KALIBRASI"

Project: KALIBRASI 2018 Optimization Trial: KALIBRASI

Start of Trial: 13Apr2018, 00:00 Basin Model: DAS TALAWAAN-BAJO
 End of Trial: 19Apr2018, 00:00 Meteorologic Model: KALIBRASI
 Compute Time: 30May2020, 03:29:14

Element	Parameter	Units	Initial Value	Optimized Value	Objective Function Sensitivity
TALAWAAN-BAJO	Recession - Initial Discharge	M3/S	8.2365	8.3912	-0.14
TALAWAAN-BAJO	Recession - Ratio to Peak		0.5	0.50000	0.00
TALAWAAN-BAJO	Recession - Recession Constant		1	1.00000	-3.42
TALAWAAN-BAJO	SCS Curve Number - Curve Number		34.468	40.535	-1.55
TALAWAAN-BAJO	SCS Unit Hydrograph - Lag Time	MIN	128.1402767	128.14	0.00

Gambar 4. Parameter Teroptimasi Hasil Kalibrasi DAS Talawaan – Bajo



Gambar 5. Grafik Perbandingan Debit Hasil Perhitungan dan Debit Terukur

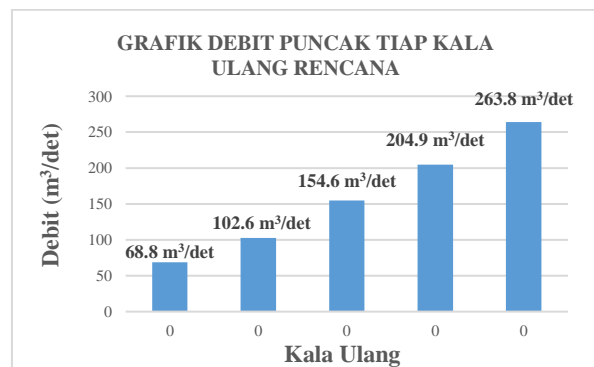
Simulasi Debit Banjir dengan Program HEC-HMS

Parameter hasil kalibrasi akan digunakan untuk menghitung debit banjir dengan menggunakan data hujan rencana jam-jaman. Dari hasil analisis didapatkan debit puncak seperti pada grafik dalam gambar 6.

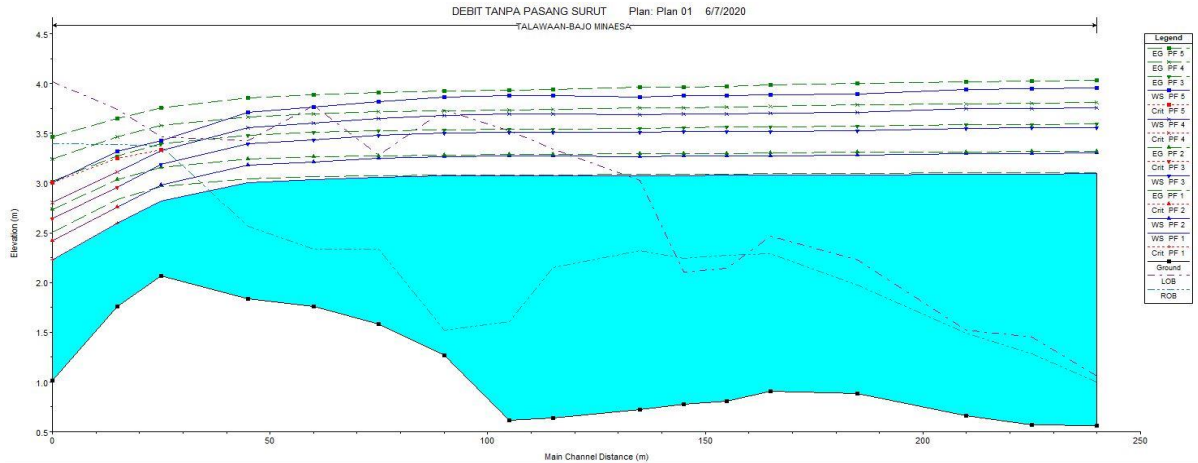
Simulasi Tinggi Muka Air Dengan Program Komputer HEC-RAS

Analisis dari program HEC-RAS menunjukkan bahwa pada kondisi tanpa pasang surut untuk kala ulang 5 tahun luapan air terjadi sejak STA 0+45 dan pada kala ulang 100 tahun terjadi sejak STA 0+25. Pada kondisi dengan pasang surut tertinggi lupakan terjadi sejak

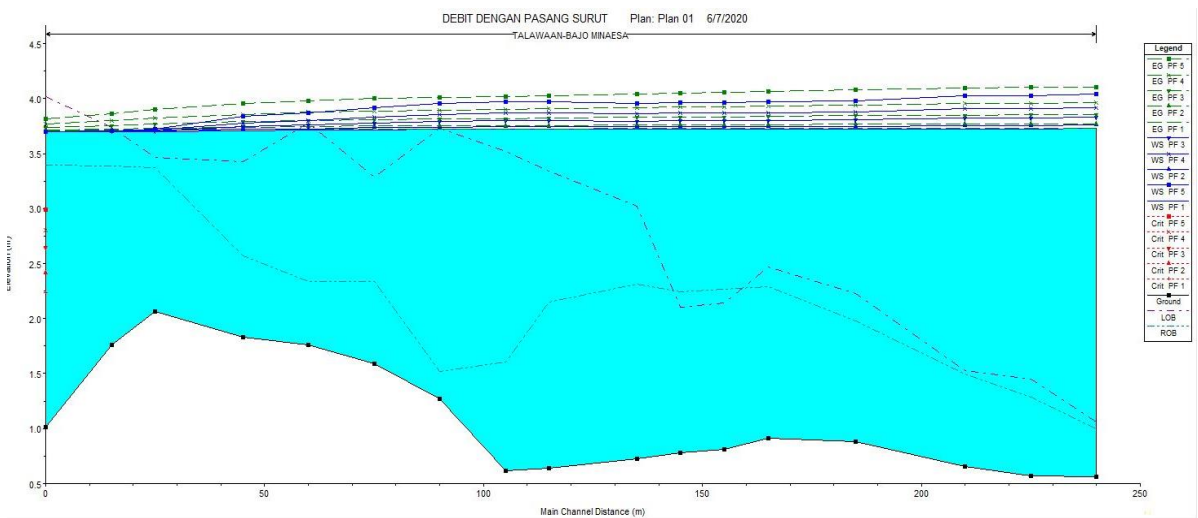
STA 0+0 untuk kala ulang 5 tahun dan 100 tahun.



Gambar 6. Grafik Perubahan Debit Puncak Tiap Kala Ulang



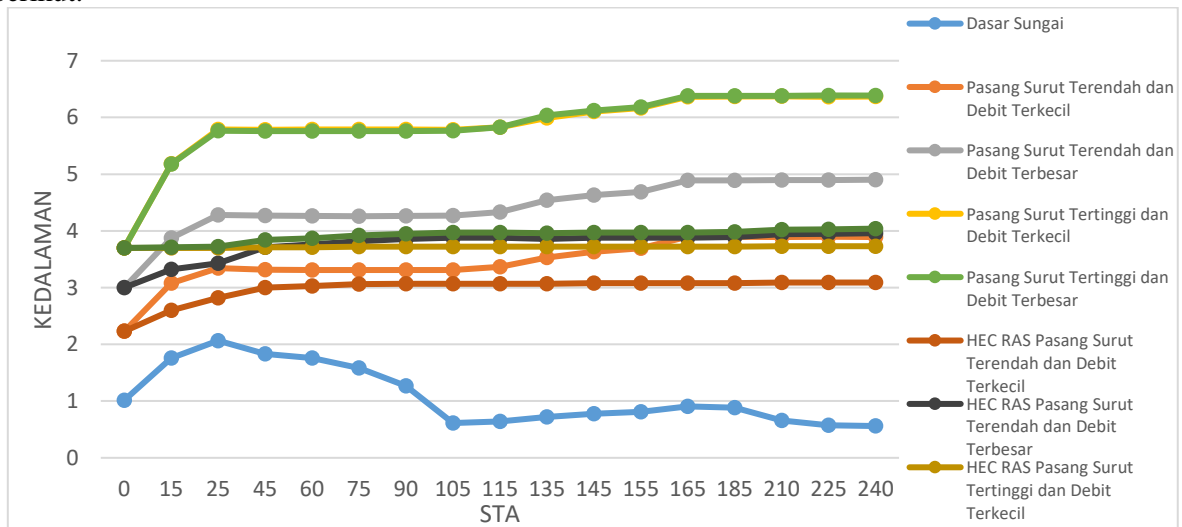
Gambar 7. Rangkuman Tinggi Muka Air Segmen Longitudinal Tanpa Pengaruh Pasang Surut



Gambar 8. Rangkuman Tinggi Muka Air Segmen Longitudinal Dengan Pengaruh Pasang Surut Tertinggi

Metode Tahapan Langsung

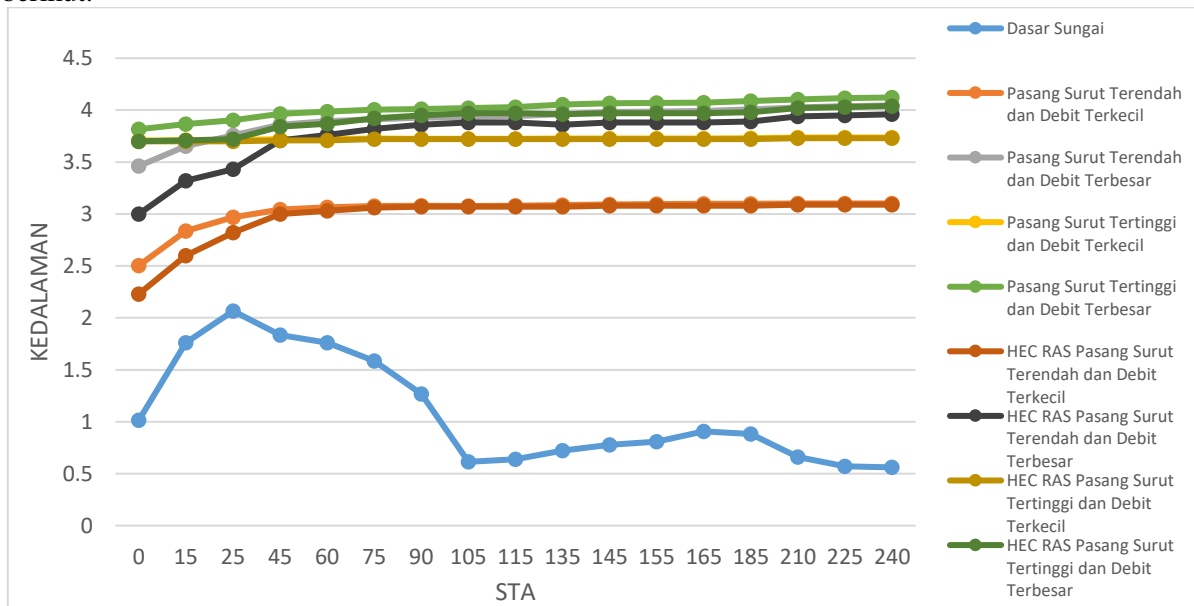
Analisis tinggi muka air dengan metode tahapan langsung menghasilkan profil seperti pada gambar berikut:



Gambar 9. Perbandingan Profil Muka Air Banjir Dengan Metode Tahapan Langsung dan Hasil Program HEC-RAS

Metode Tahapan Standart

Analisis tinggi muka air dengan metode tahapan standart menghasilkan profil seperti pada gambar berikut:



Gambar 10. Perbandingan Profil Muka Air Banjir Dengan Metode Tahapan Standart dan Hasil Program HEC-RAS

PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dapat disimpulkan bahwa:

1. Debit banjir Sungai Talawaan - Bajo pada kala ulang 5, 10, 25, 50, dan 100 tahun masing-masing adalah 68,8 m³/dtk, 102,6 m³/dtk, 154,6 m³/dtk, 204,9 m³/dtk dan 263,8 m³/dtk.
2. Analisis HEC-RAS menunjukkan luapan banjir terjadi ke arah bantaran kanan sungai. Pada kondisi tanpa pasang surut untuk kala ulang 5 tahun, penampang sungai sudah tidak mampu menampung debit banjir sejak jarak 45 m dari titik 0 ke arah hulu. Pada kala ulang 100 tahun tinggi muka air banjir melampaui penampang sungai pada jarak 25 m dari titik 0 ke arah hulu.
3. Kondisi dengan pengaruh pasang surut untuk kala ulang 5 dan 100 tahun seluruh tinggi muka air sudah melampaui tinggi penampang sungai yang nilainya bervariasi antara 0,08-1,47 meter.
4. Analisis menggunakan metode tahapan langsung pada seluruh titik tinjauan mendapatkan selisih pengaruh backwater pada kondisi pasang surut terendah dan pasang surut tertinggi untuk kala ulang 5 tahun antara 1,47–2,48 m, sedangkan untuk

- kala ulang 100 tahun bervariasi antara 0,7–1,49 m. Analisis yang sama dilakukan dengan metode tahapan standart dan mendapatkan selisih tinggi muka air banjir untuk kala ulang 5 tahun dan 100 tahun masing-masing bervariasi antara 0,63–1,2 m dan 0,07–0,35 m
5. Metode tahapan langsung dan metode tahapan standart menunjukkan bahwa pengaruh backwater lebih besar terjadi pada kondisi kala ulang 5 tahun dibandingkan dengan kala ulang 100 tahun. Fenomena ini terjadi karena debit banjir untuk kala ulang 5 tahun lebih kecil dari kala ulang 100 tahun sehingga memungkinkan masuknya sejumlah aliran balik menuju sungai.
6. Hasil analisis metode tahapan standart menunjukkan perbedaan yang kecil dengan HEC-RAS sehingga dapat direkomendasikan sebagai alternative penggunaan program HEC-RAS dalam menganalisis profil muka air.

Saran

Kapasitas Sungai Talawaan-Bajo sudah tidak mampu lagi menampung debit banjir yang terjadi terutama di bantara sebelah kanan sungai, sehingga disarankan untuk dibangun tanggul banjir.

DAFTAR PUSTAKA

- Kopalit, Theo N., Cindy J. Supit, Ariestides K.T. Dundu. 2020. *Prediksi Banjir Di Sungai Ranomea Kabupaten Minahasa Selatan*. Jurnal Sipil Statik Vol.8 No.3 Mei 2020 (423-430) ISSN: 2337-6732, Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- Raco, Maria G., Tommy Jansen, Liany Hendratta. 2019. *Pengaruh Pasang Surut Terhadap Tinggi Muka Air Di Muara Sungai Bailang*. Jurnal Sipil Statik Vol.7 No.6 Juni 2019 (627-636) ISSN: 2337-6732, Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- Sondak, Scrivily W., Hanny Tangkudung, Liany Hendratta. 2019. *Analisis Debit Banjir Dan Tinggi Muka Air Sungai Girian Kota Bitung*. Jurnal Sipil Statik Vol.7 No.8 Agustus 2019 (1049-1058) ISSN: 2337-6732, Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- Suma, Muayyad F., Liany Hendratta, Fuad Halim. 2018. *Analisis Gerusan Lokal Pada Pilar Jembatan Kuwil Kabupaten Minahasa Utara Menggunakan Metode Empiris*. Jurnal Sipil Statik Vol.6 No.11 November 2018 (1017-1028) ISSN: 2337-6732, Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- Sumardi, Mirza A., Liany Hendratta, Fuad Halim. 2018. *Analisis Angkutan Sedimen Di Sungai Air Kolongan Kabupaten Minahasa Utara*. Jurnal Sipil Statik Vol.6 No.12 Desember 2018 (1043-1054) ISSN: 2337-6732, Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- Uruilal, Ivan L., Cindy J. Supit, Tommy Jansen. 2020. *Prediksi Banjir Di Sungai Ranowangko Kecamatan Amurang Kabupaten Minahasa Selatan*. Jurnal Sipil Statik Vol.8 No.2 Februari 2020 (167-174) ISSN: 2337-6732, Universitas Sam Ratulangi, Manado