

PERKIRAAN KAPASITAS TAMPUNG SUNGAI SEBAGAI RESPON TERHADAP DEBIT BANJIR : STUDI KASUS SUNGAI KLAWASI

Muh. Akhsan Samaila¹, Rustam Tamrin²

^{1,2}Politeknik Saint Paul Sorong
Email: akhsan.samaila@gmail.com

Abstrak

Salah satu penyebab utama banjir adalah ketidakmampuan sungai dalam menampung debit air yang tinggi akibat curah hujan ekstrem. Oleh karena itu, penting untuk melakukan penelitian mengenai kapasitas tampung sungai sebagai respon terhadap debit banjir ekstrem. Penelitian ini bertujuan untuk memperkirakan kapasitas tampung Sungai Klawasi dan mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi kapasitas tersebut. Penelitian ini akan menggunakan pendekatan hidrologi dan hidraulika untuk menganalisis debit banjir ekstrem dan kapasitas tampung sungai. Analisis ini melibatkan pengumpulan data curah hujan, debit aliran, serta kondisi morfologi sungai. Selain itu, penggunaan model komputer seperti HEC-RAS akan membantu dalam simulasi kondisi aliran dan prediksi elavasi banjir pada kondisi ekstrem. Analisis debit banjir rancangan dengan metode Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) Gama I, mendekati kondisi aktual pada perhitungan aliran dasar (*base flow*) pada simulasi *unsteady flow analysis*. Hasil pemodelan hidrolika dengan simulasi *steady flow analysis* pada ruas penampang Sungai Klawasi dengan Program HEC-RAS diperoleh hasil bahwa kapasitas sungai tidak dapat menampung limpasan permukaan dan ditemukan penyempitan aliran yang dapat menghambat aliran sungai pada saat banjir terjadi

Kata kunci : Kapasitas Tampung, Sungai Klawasi, Hidrologi, Banjir, HEC-RAS

1. PENDAHULUAN

Analisis kapasitas tampung sungai dalam menanggapi debit banjir memerlukan pemahaman mendalam tentang prinsip-prinsip hidrologi dan hidraulika. Dasar-dasar teori hidrologi yang sangat penting untuk analisis hidrologi, termasuk distribusi dan pergerakan air di alam (Chow et al., 1988). Prinsip-prinsip ini merupakan dasar bagi pemodelan hidrologi yang digunakan untuk memperkirakan respons sungai terhadap curah hujan ekstrem, yang kemudian diterapkan dalam berbagai studi termasuk analisis kapasitas tampung sungai. Pengetahuan dasar ini menjadi landasan penting dalam memahami bagaimana sungai dapat merespons perubahan pola curah hujan dan debit air.

Pemodelan hidraulika merupakan langkah berikutnya yang sangat penting dalam analisis kapasitas tampung sungai. Perangkat lunak HEC-RAS merupakan pemodelan hidraulika yang sering digunakan untuk simulasi aliran sungai dalam berbagai kondisi (Brunner, 2016). HEC-RAS memungkinkan simulasi yang detail dan akurat mengenai kapasitas sungai dan dampak dari berbagai skenario banjir. Model ini menggabungkan data geometris sungai dan debit aliran untuk menghasilkan simulasi yang dapat membantu dalam mengidentifikasi titik-titik kritis di sepanjang sungai yang berpotensi meluap saat debit air meningkat. Penggunaan HEC-RAS sangat relevan untuk memahami kapasitas Sungai Klawasi guna menampung

debit banjir ekstrim dengan kala ulang tertentu. Integrasi data ekstensi banjir dari penginderaan jauh dengan model hidraulik dapat meningkatkan akurasi prediksi banjir (Schumann et al., 2011). Selain itu data ekstensi banjir dari penginderaan jauh dapat digunakan untuk memvalidasi dan memperbaiki model hidraulik. Sehingga meningkatkan keandalan prediksi banjir. Integrasi teknologi ini memungkinkan untuk mendapatkan gambaran yang lebih akurat tentang bagaimana sungai merespons debit banjir ekstrem, yang sangat penting dalam perencanaan mitigasi banjir yang lebih efektif dan efisien.

Pentingnya estimasi debit banjir dan kapasitas sistem sungai untuk manajemen banjir (Hossain dan Anwar, 2010). Penggunaan data historis dan metode hidrologi untuk memperkirakan respons sungai terhadap curah hujan ekstrem. Pendekatan ini membantu dalam menentukan batas kapasitas tampung sungai dan mengidentifikasi langkah-langkah mitigasi yang diperlukan untuk mengurangi risiko banjir. Studi ini mempelajari tentang metode yang dapat digunakan untuk estimasi debit banjir, yang merupakan langkah kritis dalam analisis kapasitas tampung Sungai Klawasi.

Ketidakpastian dalam memperkirakan banjir merupakan faktor penting yang harus dipertimbangkan dalam perencanaan mitigasi guna mereduksi dampak yang akan timbul pasca banjir. Ketidakpastian model dalam perkiraan banjir dan ketidakpastian dalam prakiraan cuaca

dapat mempengaruhi hasil model hidrologi dan hidraulika (Pappenberger et al., 2005). Faktor ketidakpastian ini dalam perencanaan mitigasi banjir guna memastikan bahwa langkah-langkah yang diambil dapat mengakomodasi berbagai kemungkinan yang akan terjadi. Hal ini sangat relevan dengan penelitian yang dilakukan, dimana faktor ketidakpastian dapat membantu dalam membuat rencana yang lebih efektif.

Kejadian banjir merupakan salah satu bencana alam yang sering terjadi di berbagai wilayah di Indonesia, termasuk di Provinsi Papua Barat Daya. Banjir tidak hanya menyebabkan kerugian materiil, tetapi juga berdampak pada kehidupan sosial, ekonomi, dan lingkungan masyarakat. Kota Sorong, yang berada di Provinsi Papua Barat Daya, sering mengalami banjir akibat kapasitas tampung sungai yang tidak memadai. Sungai ini memiliki peran penting dalam sistem drainase kota, namun sering kali tidak mampu menampung debit banjir terutama pada musim hujan dengan intensitas sedang dan tinggi.

Salah satu penyebab utama banjir adalah ketidakmampuan sungai dalam menampung debit air yang tinggi akibat curah hujan ekstrem. Oleh karena itu, penting untuk melakukan penelitian mengenai kapasitas tampung sungai sebagai respon terhadap debit banjir ekstrem. Penelitian ini bertujuan untuk memperkirakan kapasitas tampung Sungai Klawasi dan mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi kapasitas tersebut. Dengan mengetahui kapasitas tampung sungai, diharapkan dapat diambil langkah-langkah mitigasi yang efektif untuk mengurangi risiko banjir di masa mendatang.

Sungai Klawasi dipilih sebagai daerah studi kasus karena kejadian banjir yang berdampak signifikan terhadap wilayah sekitarnya. Penelitian ini akan menggunakan pendekatan hidrologi dan hidraulika untuk menganalisis debit banjir ekstrem dan kapasitas tampung sungai. Analisis ini melibatkan pengumpulan data curah hujan, debit aliran, serta kondisi morfologi sungai. Selain itu, penggunaan model komputer seperti HEC-RAS akan membantu dalam simulasi dan prediksi perilaku aliran sungai pada kondisi ekstrem.

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam perencanaan dan pengelolaan sumber daya air, khususnya dalam menghadapi tantangan perubahan iklim yang berpotensi meningkatkan frekuensi dan intensitas banjir.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Distribusi Probabilitas Variabel Hidrologi

Beberapa pilihan distribusi probabilitas yang umum digunakan sebagai fungsi kerapatan probabilitas dan rentang variable serta memberikan persamaan parameter distribusi antara lain :

a. Distribusi Normal

Distribusi Normal atau kurva normal disebut pula Distribusi Gauss. Untuk analisa frekuensi curah hujan menggunakan metode Distribusi Normal, dengan persamaan sebagai berikut :

$$X_T = \bar{X} + K_T \cdot S_d \dots\dots\dots (1)$$

Dimana X_T adalah hujan rencana/debit periode ulang, \bar{X} adalah nilai rata-rata hujan (X_i), S_d merupakan standar deviasi dan K_T adalah faktor frekuensi.

b. Distribusi Log Normal

Untuk analisa frekuensi curah hujan menggunakan metode Distribusi Log Normal, dengan persamaan sebagai berikut :

$$X_T = 10^{y_T} \dots\dots\dots (2)$$

Dimana y_T merupakan curah hujan rencana (dalam logaritma) sehingga persamaan (1) menjadi,

$$y_T = \bar{y} + K_T S_y \dots\dots\dots (3)$$

Dimana \bar{y} adalah nilai rata-rata dan S_y adalah standar deviasi. Masing-masing parameter dalam logaritma.

c. Distribusi Gumbel

Analisa frekuensi curah hujan menggunakan metode Gumbel dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$X_T = u + \alpha y_T \dots\dots\dots (4)$$

u = mode distribusi, dengan rumus :

$$u = \bar{x} - 0,5772\alpha \dots\dots\dots (5)$$

α = parameter distribusi Gumbel :

$$\alpha = \frac{\sqrt{6s}}{\pi} \dots\dots\dots (6)$$

y_T = faktor frekuensi :

$$y_T = -\ln \left[\ln \left(\frac{T}{T-1} \right) \right] \dots\dots\dots (7)$$

d. Distribusi Log Pearson III

Persamaan pada metode distribusi Log Pearson Type III dapat menggunakan persamaan (2) dan (3) dengan menghitung parameter yang dibutuhkan pada distribusi Log Pearson Type III sebagai berikut :

Jika $C_s = 0$ nilai $K_T = z$ pada distribusi normal, namun jika $C_s \neq 0$ nilai K_T dihitung menggunakan rumus berikut :

$$K_T = z + (z^2 - 1)k + \frac{1}{3}(z^3 - 6z)k^2 - (z^2 - 1)k^3 + zk^4 + \frac{1}{3}k^5 \dots\dots\dots(8)$$

Dengan terlebih dahulu mencari nilai k :

$$k = C_s/6 \dots\dots\dots(9)$$

Nilai K_T pada distribusi Log Pearson Type III dapat dilihat pada tabel koefisien kemencengan (Chow et al., 1988), namun jika tidak terdapat pada tabel maka nilai K_T dapat dihitung dengan interpolasi linear.

2.2. Uji Distribusi Probabilitas Frekuensi Curah Hujan

Dua uji statistik yang umum digunakan untuk tujuan ini adalah Chi-Kuadrat (X^2) dan uji Kolmogorov-Smirnov (K-S). Uji chi-kuadrat didasarkan pada kesalahan antara PDF yang diamati dan diasumsikan dari distribusi, dan uji K-S didasarkan pada kesalahan antara CDF yang diamati dan diasumsikan dari distribusi.

1. Metode Chi-Kuadrat (X^2)

Rumus yang dipakai dalam perhitungan uji probabilitas metode chi-kuadrat adalah sebagai berikut :

$$X^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(n_i - e_i)^2}{e_i} \dots\dots\dots(10)$$

Dimana X^2 adalah parameter chi-kuadrat terhitung, n_i adalah frekuensi yang diamati dan e_i adalah frekuensi teoritis

2. Metode Kolmogorov-Smirnov (*K-S Test*)

Rumus yang digunakan dalam pengujian ini adalah :

$$D_n = |F_x(X_i) - S_n(X_i)| \dots\dots\dots(11)$$

Dimana D_n adalah selisih maksimum probabilitas, $F_x(X_i)$ adalah fungsi probabilitas kejadian dan $S_n(X_i)$ adalah jumlah probabilitas kejadian

2.3. Intensitas Curah Hujan

Intensitas curah hujan adalah jumlah hujan yang dinyatakan dalam tinggi hujan atau

volume hujan tiap satuan waktu. Besarnya intensitas hujan berbeda-beda, tergantung dari lamanya curah hujan dan frekuensi kejadiannya. Perhitungan intensitas curah hujan secara empiris dapat dihitung menggunakan rumus Mononobe sebagai berikut :

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left[\frac{24}{t} \right]^{2/3} \dots\dots\dots(12)$$

Dimana I adalah intensitas curah hujan (mm/jam), t adalah lamanya hujan dan R_{24} merupakan curah hujan maksimum harian (mm)

2.4. Hidrograf Satuan Sintetis (HSS)

Hidrograf satuan yang dikembangkan dari data curah hujan dan aliran sungai pada suatu daerah aliran sungai hanya berlaku untuk daerah aliran sungai tersebut dan untuk titik di sungai tempat data aliran sungai diukur (Chow et al., 1988). Prosedur hidrograf satuan sintetis digunakan untuk mengembangkan hidrograf satuan untuk lokasi lain di aliran sungai di daerah aliran sungai yang sama atau untuk daerah aliran sungai di dekatnya yang memiliki karakter serupa. Pada penelitian ini HSS yang digunakan yaitu Nakayasu, Gama I dan Hasper.

3. METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan pada Sub Das Sungai Klawasi yang terletak di Kota Sorong Provinsi Papua Barat Daya. Beberapa kebutuhan data yang diperlukan yaitu data hasil pengukuran topografi sungai dan data pengukuran kecepatan aliran sungai sebagai data primer. Sedangkan kebutuhan data sekunder yaitu data curah hujan harian yang diperoleh dari Stasiun Meteorologi Klas 1 DEO Sorong.

Langkah pertama yang harus dilakukan adalah mengolah data curah hujan yang telah diperoleh dari stasiun pemantau cuaca. Setelah itu menentukan parameter statistik (S_d , C_s , C_k , dan C_v) dan melakukan analisis distribusi probabilitas variabel hidrologi.

Setelah diperoleh satu metode distribusi frekuensi curah hujan yang sesuai kriteria, langkah selanjutnya adalah uji distribusi probabilitas untuk menguji keakuratan hasil dari metode tersebut dengan menggunakan metode Chi-Kuadrat dan Kolmogorof-Smirnov (KS) untuk mencari distribusi hujan jam-jaman dengan menggunakan metode mononobe.

Selanjutnya hasil tersebut digunakan untuk mencari debit banjir rencana dengan

metode HSS Nakayasu, metode HSS Gama I, dan metode Hasper.

Setelah melakukan analisis hidraulika dilakukan pemodelan hidraulika dengan menggunakan program HEC-RAS untuk mengetahui kapasitas daya tampung sungai dan simulasi aliran pada saat banjir terjadi berdasarkan analisa debit banjir rencana yang

sesuai. Data-data yang diperlukan dalam analisa dan pemodelan penampang sungai yaitu :

- Penampang memanjang sungai.
- Potongan melintang sungai.
- Data debit yang melalui sungai.
- Angka manning penampang sungai.
- Kecepatan aliran sungai.



Gambar 1. Sub Daerah Aliran Sungai (DAS) Klawasi

4. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1. Data Curah Hujan

Pengumpulan data curah hujan harian diperoleh dari Stasiun Meteorologi Klas 1 DEO Sorong. Data curah hujan harian dilakukan rekapitulasi curah hujan harian maksimum perbulan dan per tahun seperti pada Tabel 1.

Perhitungan Distribusi Probabilitas dengan Distribusi Normal, Log Normal, Metode Gumbel, dan Metode Log Person Type III untuk menganalisis hujan rencana. Pada metode ini telah diperhitungkan nilai rata-rata dan standar Deviasi, dan variabel K untuk distribusi koefisien Log Person Type III

Tabel 1. Curah Hujan Maksimum Bulanan Periode 2010-2021

BULAN	TAHUN											
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Januari	63	123	219	221	125	182	167	128	169	97	36	377
Februari	77	301	195	200	127	298	25	372	126	135	39	175
Maret	61	467	582	155	203	222	84	338	114	118	166	236
April	193	187	276	357	88	155	138	241	210	334	224	121
Mei	100	133	179	661	506	110	429	528	316	194	243	233
Juni	80	205	444	171	341	478	293	447	384	362	517	478
Juli	358	600	456	491	106	142	665	273	280	298	748	302
Agustus	592	469	348	284	355	31	226	487	182	141	392	511
September	471	399	191	221	96	8	412	734	102	77	678	-
Oktober	345	176	119	122	73	151	154	192	234	360	394	-
November	231	243	175	247	235	230	163	85	215	26	283	-
Desember	339	243	150	219	198	86	245	116	179	82	147	-
Max	592	600	582	661	506	478	665	734	384	362	748	511

4.2. Analisis Distribusi Probabilitas

Distribusi probabilitas merupakan hasil dari setiap peluang peristiwa yang ukuran atau besarnya merupakan hasil dari suatu percobaan atau kejadian yang terjadi secara acak atau untung-untungan dan mempunyai nilai yang berbeda-beda. Dengan menggunakan persamaan (1) hingga persamaan (12) diperoleh nilai hujan rencana untuk setiap persamaan distribusi normal, log normal, log pearson type III dan gumbel.

Hasil rekapitulasi analisis distribusi ditunjukkan pada tabel 2 dengan kala ulang 2 tahun, 5 tahun, 10 tahun, 25 tahun, 50 tahun, 100 tahun dan 1000 tahun. Dari tabel hasil distribusi probabilitas untuk setiap distribusi menunjukkan hubungan periode kala ulang dengan curah hujan rencana bersifat linear. Semakin besar periode ulang kejadian, probabilitas kejadian hujan rencana juga meningkat.

Tabel 2. Rekapitulasi Hasil Analisis Distribusi Probabilitas

Periode Ulang	Normal	Log Normal	Log Pearson Type III	Gumbel
2	563.100	547.341	547.341	544.505
5	678.362	678.271	678.271	708.263
10	738.737	758.915	758.915	816.669
25	797.740	846.982	855.677	953.683
50	844.393	923.795	923.795	1055.313
100	882.814	992.256	992.256	1156.192
1000	987.098	1204.752	1204.752	1491.235

catatan : satuan milimeter

4.3. Pengujian Distribusi Probabilitas

Dalam konteks statistik hidrologi, hal yang umum terjadi adalah bahwa distribusi probabilitas populasi tidak diketahui dari sampel data yang biasanya terbatas. Uji distribusi probabilitas merupakan metode untuk menguji kelayakan data hujan maksimum yang akan dipakai untuk analisis debit banjir rancangan.

Pada tabel 3 dan 4 disajikan rekapitulasi hasil pengujian distribusi untuk setiap metode yang digunakan pada analisis distribusi

probabilitas. Dengan menggunakan persamaan (10) dan (11) diperoleh hasil pengujian sesuai tabel 3 menunjukkan distribusi normal dipilih karena memiliki nilai terkecil untuk setiap pengujian distribusi probabilitas jika dibandingkan dengan metode yang lainnya. Nilai terkecil dipilih dari setiap pengujian metode distribusi karena semakin kecil nilai koreksi semakin akurat hasil Analisa selanjutnya.

Tabel 3. Rekapitulasi Uji Chi-Kuadrat

Hasil	Normal	Log Normal	Gumbel	Log Pearson Tipe III
Chi-Kuadrat Hitung (χ^2)	1.00	1.00	1.00	3.00
Chi-Kuadrat Kritis (χ^2_{cr})	5.991	5.991	5.991	5.991
Hipotesa	Diterima	Diterima	Diterima	Diterima

Keterangan : (χ^2) harus lebih rendah dari (χ^2_{cr})

Tabel 4. Rekapitulasi Uji Kolmogorov-Smirnov (KS)

Hasil	Normal	Log Normal	Gumbel	Log Pearson Tipe III
KS Hitung (ΔP max)	0.12	0.32	10.84	0.90
KS Kritis (ΔP kritis)	0.41	0.41	0.41	0.41
Hipotesa	Diterima	Diterima	Tidak Diterima	Tidak Diterima

Keterangan : Nilai (ΔP max) harus lebih rendah dari (ΔP kritis)

4.4. Hidrograf Banjir Rancangan

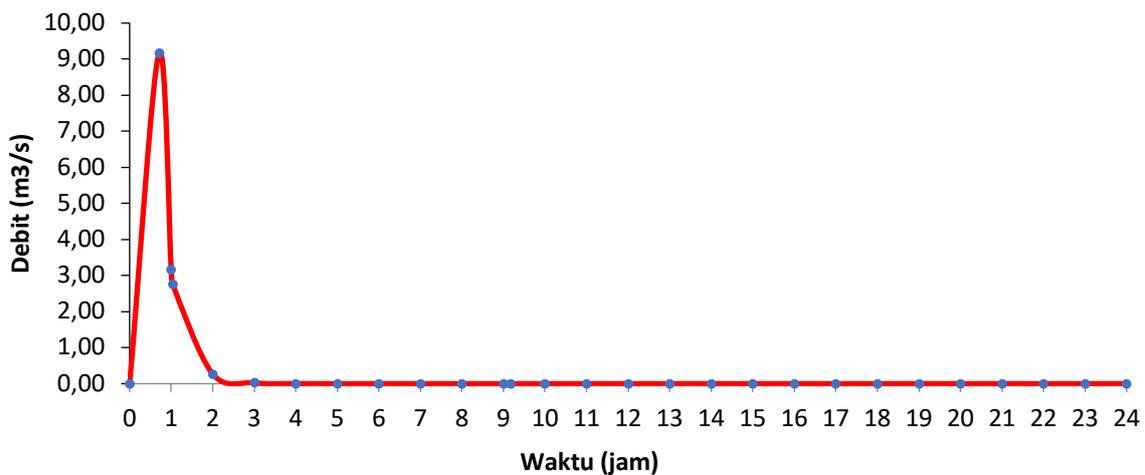
Debit banjir rancangan dapat diperkirakan

menggunakan Hidrograf Satuan Sintetis (HSS). Pada penelitian ini Hidrograf Satuan Sintetis

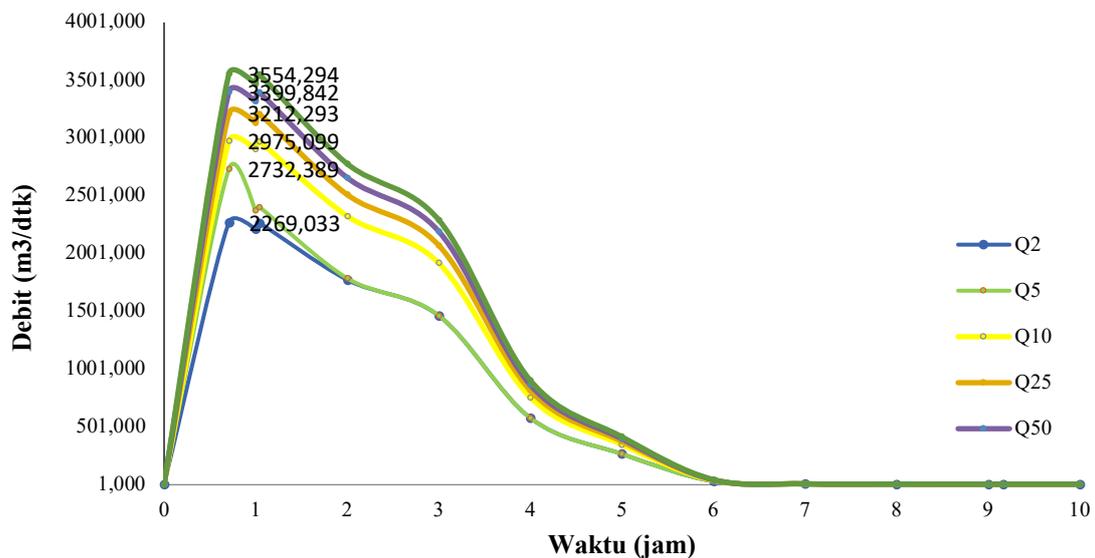
(HSS). yang digunakan yaitu Nakayasu, Gama I dan Hasper. Hasil dari setiap HSS yang digunakan tidak dapat divalidasi secara aktual karena tidak terdapatnya alat otomatis untuk mengukur tinggi muka air yang dipasang pada pos pemantauan elevasi muka air. Selain itu disepanjang Sungai Klawasi tidak terdapat papan duga air yang dapat mengamati perubahan elevasi muka air secara langsung dan berkala. Sehingga debit banjir rancangan yang

diperoleh merupakan perkiraan secara teoritis yang menggunakan data-data primer dan sekunder guna memperoleh hasil yang lebih representatif terhadap kondisi lapangan.

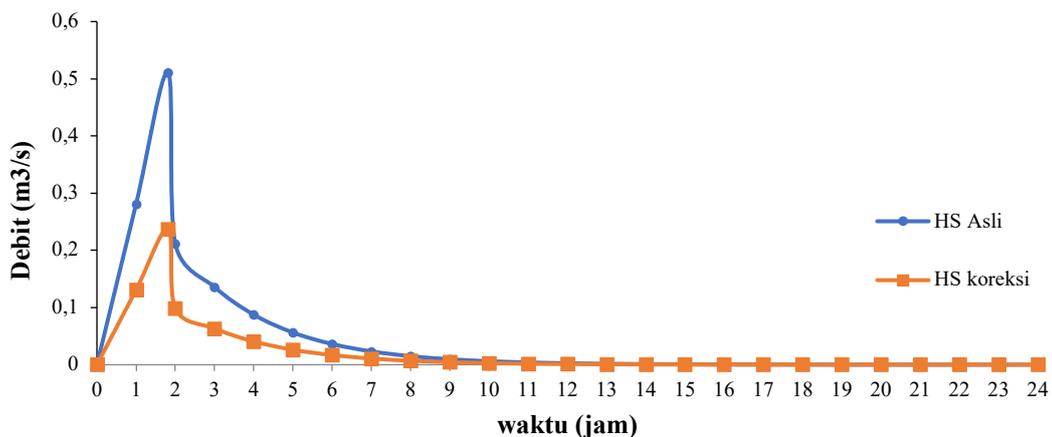
Pada gambar 2 hingga gambar 4 disajikan grafik hidrograf HSS Nakayasu dan Gama I sebagai hubungan perubahan waktu (jam) terhadap besaran debit (meter kubik/detik). Sedangkan hasil debit banjir rancangan metode Hasper dapat dilihat pada tabel 5.



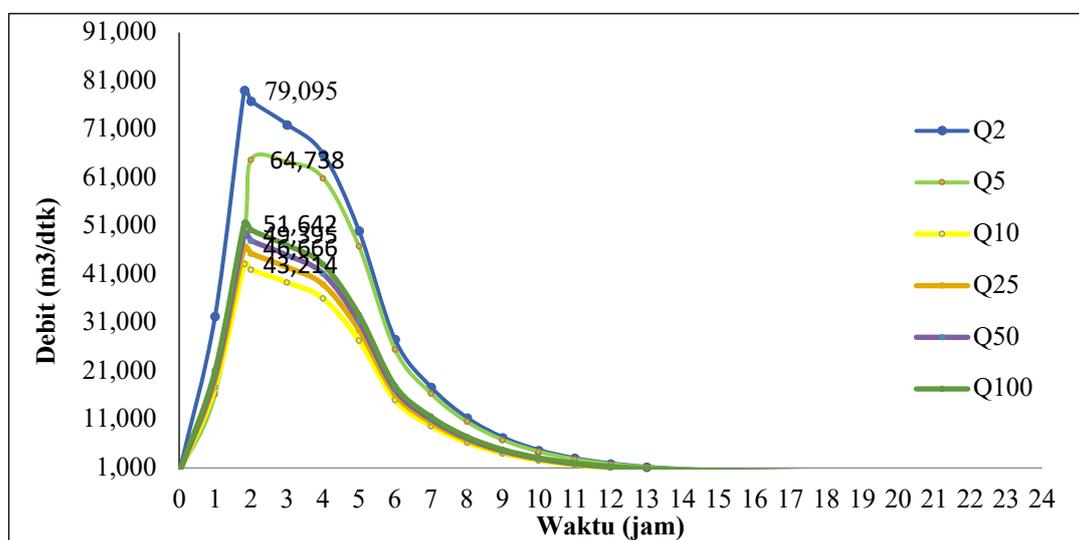
Gambar 2. Grafik Unit Hidrograf HSS Nakayasu



Gambar 3. Hidrograf Banjir HSS Nakayasu dengan Kala Ulang Tertentu



Gambar 4. Grafik Unit Hidrograf HSS Gama I



Gambar 5. Hidrograf Banjir HSS Gama I dengan Kala Ulang Tertentu

Tabel 5. Rekapitulasi Perhitungan Debit Banjir Rancangan Metode Hasper

Kala Ulang Kejadian (Tahun)	Debit Banjir Rancangan (m ³ /detik)
2	61.064
5	57.526
10	56.225
25	55.188
50	54.493
100	53.987

4.5. Pemodelan Hidraulika

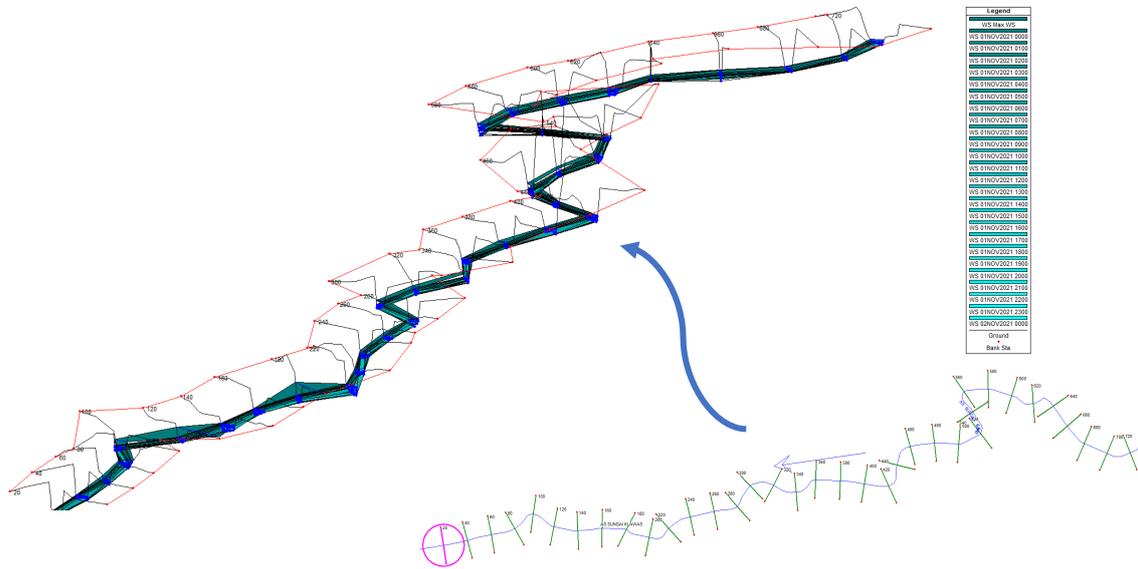
Pemodelan hidraulika bertujuan guna simulasi kondisi aliran sungai, mengetahui kapasitas tampung saluran terbuka (*open channel*) dan prediksi perilaku aliran sungai pada kondisi ekstrem. Pemodelan hidraulika dalam penelitian ini menggunakan perangkat lunak HEC-RAS. Pemodelan komputer akan

dilakukan untuk 2 kondisi yaitu *Unsteady Flow Analysis* dan *Steady Flow Analysis*. Simulasi kondisi *unsteady flow analysis* dimana parameter aliran seperti tekanan, kecepatan, massa jenis, dan suhu berubah seiring waktu di setiap titik dalam fluida. Sedangkan *steady flow analysis* parameter aliran cenderung tetap terhadap perubahan waktu.

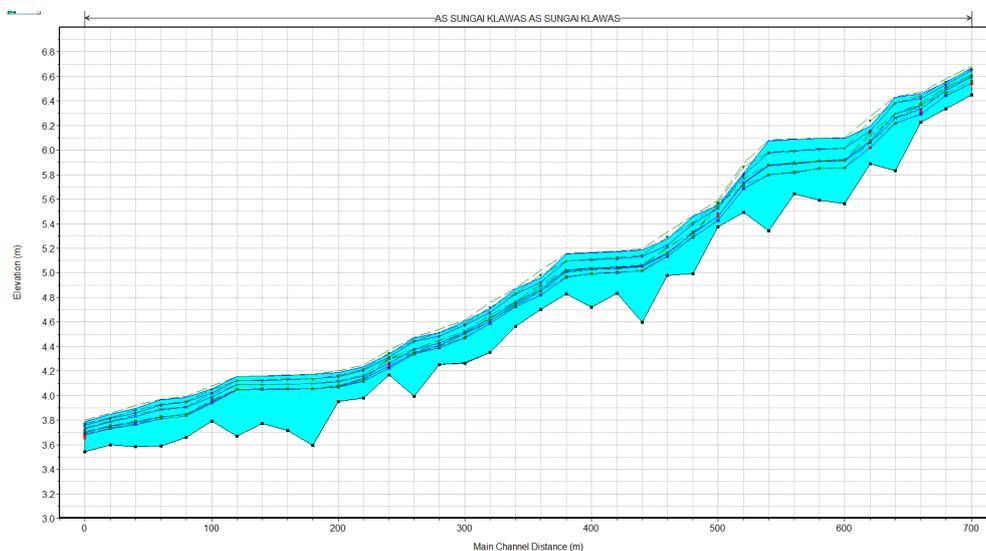
Geometri Sungai Klawasi diperoleh dari hasil survey topografi menggunakan Total Station. Pemodelan geometri sungai tersebut terlebih dahulu diolah menggunakan perangkat lunak civil 3D kemudian hasilnya dimasukkan ke HEC-RAS seperti pada gambar 6. Data koordinat X dan Y serta data elevasi kemudian

digambarkan dalam bentuk profil 3D.

Pada gambar 7 menunjukkan profil elevasi muka air pada kondisi normal. Profil muka air Sungai Klawasi pada saat kondisi normal terlihat ketinggian muka air (h) memiliki pendekatan dengan data pengamatan dan pengukuran kecepatan aliran.



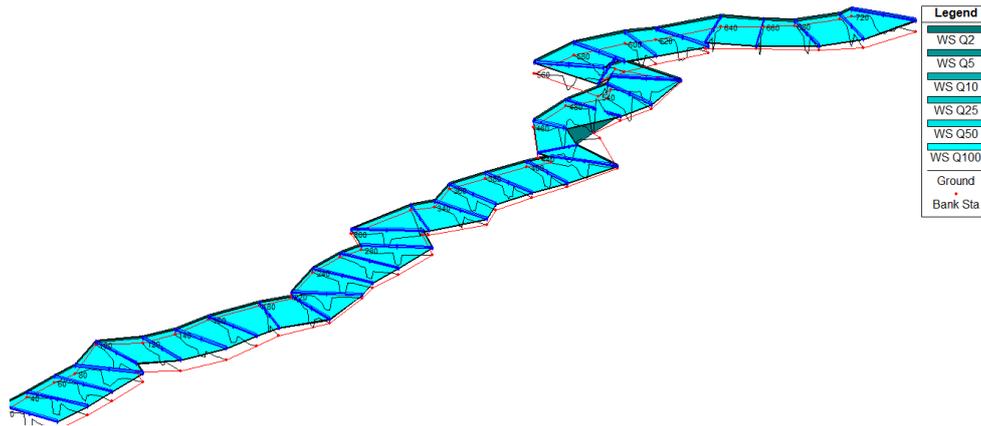
Gambar 6. Geometri dan profil 3D Sungai Klawasi pada saat kondisi normal (*Base Flow*)



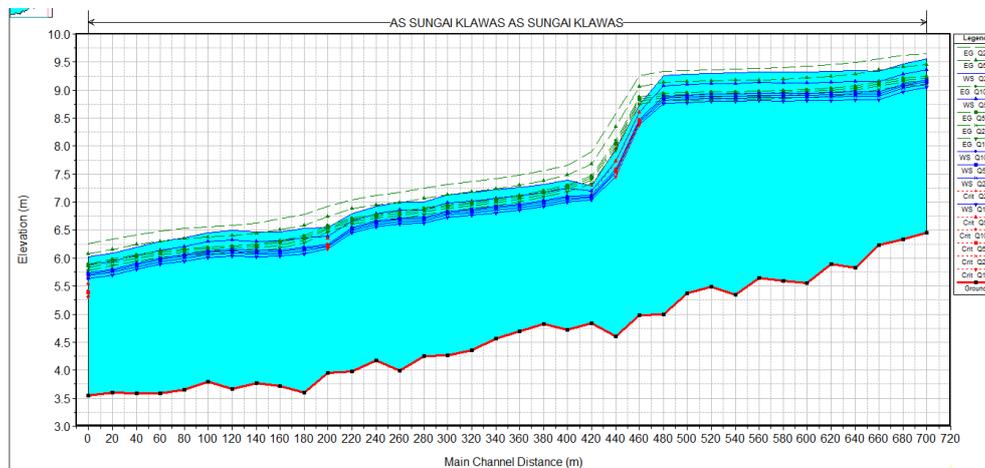
Gambar 7. Profil elevasi muka air pada kondisi normal (*Base Flow*)

Perkiraan muka air banjir di sepanjang sungai menggunakan simulasi *steady flow analysis*. Pada gambar 9 dapat dilihat loncatan hidrolis pada sta.0+460 sampai dengan sta.0+480 dikarenakan terdapat penyempitan

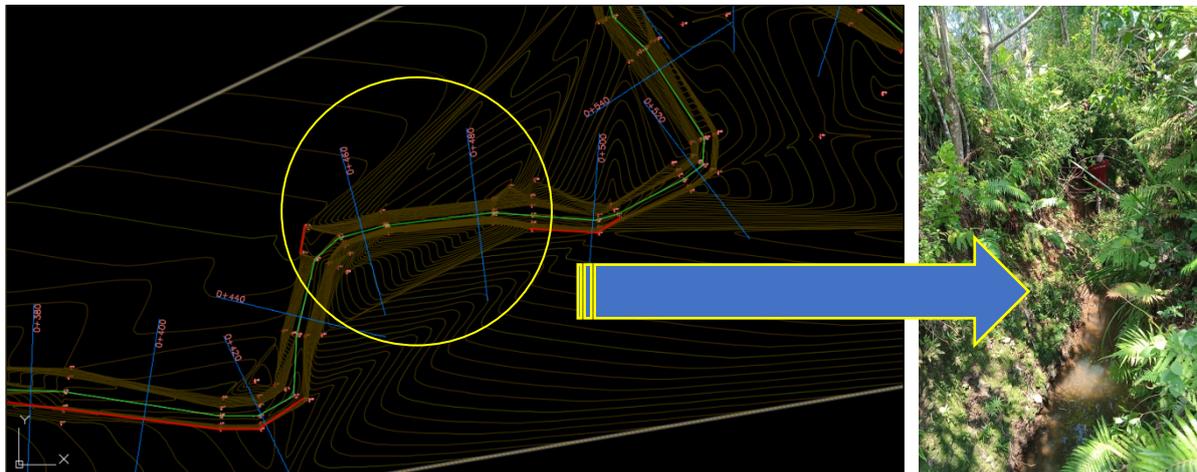
aliran sungai. Hal tersebut ditunjukkan pada gambar 10 adanya penyempitan pada aliran sungai. Program Hec-Ras secara otomatis melakukan analisis terhadap kondisi aktual di lapangan.



Gambar 8. Profil 3D Sungai Klawasi pada saat kondisi banjir dengan kala ulang tertentu



Gambar 9. Profil elevasi muka air pada kondisi banjir dengan kala ulang tertentu



Gambar 10. Layout dan dokumentasi penyempitan aliran sungai

Dari gambar potongan melintang penampang dari STA 0+020 sampai dengan 0+720 dengan debit banjir kala ulang Q_2 , Q_5 , Q_{10} , Q_{25} , Q_{50} dan Q_{100} tahun dengan metode Gama I, terlihat bahwa muka air banjir (MAB) pada sepanjang sungai yang ditinjau melebihi

kapasitas pengaliran sungai. Luapan akan terjadi di sepanjang sempadan sungai karena kapasitas sungai tidak dapat menampung debit banjir atau limpasan permukaan. Pada gambar 11 terlihat kondisi banjir disekitar wilayah Sungai Klawasi.



Gambar 11. Dokumentasi banjir di wilayah Sungai Klawasi

5. KESIMPULAN

- a. Ketiga metode yang digunakan yaitu Metode HSS Nakayau, Metode HSS Gama I dan metode Hasper, dengan kala ulang tertentu diperoleh hasil *metode Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) Gama I*, mendekati kondisi aktual pada perhitungan aliran dasar (*Base Flow*) pada simulasi hidrologi *Unsteady Flow Analysis*.
- b. Dari hasil simulasi hidrolika dengan *Steady Flow Analysis* pada ruas penampang Sungai Klawasi dengan Program HEC-RAS diperoleh hasil bahwa kapasitas sungai tidak dapat menampung limpasan permukaan dan ditemukan penyempitan aliran yang dapat menghambat aliran sungai pada saat banjir terjadi. Kondisi tersebut mengakibatkan luapan atau limpasan permukaan pada beberapa tempat terutama pemukiman warga yang berada di sekitar sempadan sungai akan sangat merasakan dampaknya.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Brunner, G. W. (2016). *HEC-RAS River Analysis System: Hydraulic Reference Manual (Version 5.0)*. US Army Corps of Engineers.
- Chow, V. T., Maidment, D. R., & Mays, L. W. (1988). *Applied Hydrology*. McGraw-Hill.
- Haldar, A., & Mahadevan, S. (2000). *Probability, Reliability, and Statistical Methods in Engineering Design*. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Hossain, M. A., & Anwar, A. H. M. F. (2010).

Estimation of flood discharge and capacity of river system for flood management. *Journal of Hydrology*, 390(3-4), 173-186.

- Pappenberger, F., Beven, K. J., Hunter, N. M., Bates, P. D., Gouweleeuw, B. T., Thielen, J., & de Roo, A. (2005). *Cascading model uncertainty from medium range weather forecasts (10 days) through a rainfall-runoff model to flood inundation predictions within the European Flood Forecasting System (EFFS)*. *Hydrology and Earth System Sciences*, 9(4), 381-393.
- Knight, D. W., & Shamseldin, A. Y. (2006). *River basin modelling for flood risk mitigation*. *Journal of Hydrology*, 327(3-4), 517-530.
- Lamb, R., & Kay, A. L. (2004). *Confidence intervals for flood frequency curves estimated from rainfall-runoff models*. *Journal of Hydrology*, 288(1-2), 95-105.
- Samaila, M., Torsulu, A., & Saputro, I. (2023). *Pemodelan Hidrograf Banjir Das Remu Menggunakan Model Hec-Hms*. *Jurnal Karkasa*, 9(2), 1-14. <https://doi.org/10.32531/jkar.v9i2.659>
- Sivapalan, M., & Blöschl, G. (2015). *Time scale interactions and the coevolution of humans and water*. *Water Resources Research*, 51(9), 6988-7022.
- Schumann, G. J., Bates, P. D., & Apel, H. (2011). *Progress in integration of remote sensing-derived flood extent and stage data and hydraulic models*. *Reviews of Geophysics*, 49(4), RG4003.

- Tewolde, M. H., & Smithers, J. C. (2006). *Flood routing in ungauged catchments using Muskingum methods*. Journal of Hydrology, 318(1-4), 273-291.
- Werner, M. G. F., Hunter, N. M., & Bates, P. D. (2005). *Identifiability of distributed floodplain roughness values in flood extent estimation*. Journal of Hydrology, 314(1-4), 139-157.