

Studi Perubahan Penampang Sungai Bengawan Akibat Debit Banjir Menggunakan HEC-RAS

Aswar Amiruddin^{*1}, Yuly Desyana Susilo², Rantika Aulia Ipayanti³, Johan Bagaskara⁴, Rasdi⁵

^{1,2,3,4,5}Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Borneo Tarakan,
Jalan Amal Lama No.1, Kota Tarakan

e-mail: ¹[*1aswaramir89@gmail.com](mailto:aswaramir89@gmail.com), ²[2desyanayuly@gmail.com](mailto:desyanayuly@gmail.com), ³[3auliarantika368@gmail.com](mailto:auliarantika368@gmail.com),
⁴[4johanputrab@gmail.com](mailto:johanputrab@gmail.com), ⁵[5rasdir0202@gmail.com](mailto:rasdir0202@gmail.com)

Abstract

The Bengawan River exhibits interconnected dynamics. As a result, erosion and sedimentation occur at various points along the river, especially after significant discharge events. HEC-RAS is a software developed by USACE that can simulate 1D sediment transport in rivers. The objective of this research is to analyze the changes in cross-sections of the Bengawan River due to the influence of a 100-year flood using HEC-RAS. The methods employed include the analysis of the 100-year flood discharge using HEC-HMS software and the analysis of cross-sectional changes using HEC-RAS. Based on the analysis, the peak discharge of the 100-year flood hydrograph is determined to be 35.85 m³/s. In the HEC-RAS simulation using a quasi-unsteady flow type with a duration of 48 hours, changes in river cross-sections were observed at stations STA 0+275, 0+250, 0+200, 0+175, 0+100, and 0+75. These cross-sectional changes were caused by sedimentation with thicknesses ranging from 0.13 cm to 2.08 cm..

Keywords: Flood, erosion, hec-hms, hec-ras, sedimentation, river cross-sections

Abstrak

Sungai Bengawan memiliki dinamika yang saling berkaitan satu sama lain. Akibatnya terjadi erosi maupun sedimentasi di beberapa titik di Sungai Bengawan, terkhusus setelah terjadi debit aliran yang besar. HEC-RAS merupakan software yang dikembangkan USACE yang dapat melakukan simulasi angkutan sedimen 1D di Sungai. Tujuan penelitian ini adalah menganalisis perubahan penampang di Sungai Bengawan akibat pengaruh debit banjir 100 tahun menggunakan HEC-RAS. Metode yang digunakan adalah analisis debit banjir 100 tahun menggunakan software HEC-HMS dan analisis perubahan penampang menggunakan software HEC-RAS. Berdasarkan hasil analisis diketahui debit puncak hidrograf banjir 100 tahun adalah 35.85 m³/dtk. Pada simulais HEC-RAS digunakan jenis aliran quasy unsteady flow dengan durasi 48 jam diketahui terjadi perubahan penampang sungai terjadi pada sta STA 0+275, 0+250, 0+200, 0+175, 0+100 dan 0+75. Perubahan penampang ini terjadi akibat sedimentasi dengan ketebalan berkisar antara 0.13 cm–2.08 cm.

Kata kunci: Banjir, erosi, hec-hms, hec-ras, sedimentasi, penampang sungai

1. Pendahuluan

Sedimentasi di sungai berasal dari material pada daerah sekitar pengaliran sungai. Karena pengaruh gaya-gaya hidrodinamik dari aliran sungai, sebagian material dasar mulai bergerak saat gaya internal

antar butiran sedimen tidak mampu menahan gaya yang disebabkan oleh aliran. Gerak butir partikel sedimen di sungai dapat berupa gesekan, gulingan, atau loncatan. Pergerakan butiran sedimen tidak saja terjadi di dasar sungai, tetapi juga bisa melayang dalam aliran air. Gerakan butiran sedimen di dasar sungai disebut sebagai angkutan sedimen dasar (*bed load*), sementara pergerakan butir sedimen yang melayang dikenal sebagai angkutan sedimen tersuspensi (*suspended load*).

Salah satu sub DAS yang terdapat pada DAS Tarakan adalah sub DAS Bengawan dengan sungai utama adalah Sungai Bengawan (Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Kota Tarakan, 2023). Sama halnya dengan sungai-sungai pada umumnya, Sungai Bengawan juga memiliki dinamika yang saling berkaitan satu sama lain. Menurut sumampouw dinamika yang terjadi di Sungai diantaranya erosi, transportasi dan sedimentasi (Sumampouw et al., 2022). Dinamika sungai ini bisa terjadi di semua sungai yang ada di permukaan bumi, yang mengakibatkan terjadinya perubahan morfologi sungai (Aqli & Susilo, 2020). Diantara tinjauan morfologi sungai salah satu yang dapat ditinjau adalah geometri sungai (bentuk dan ukuran) (Kurniawan et al., 2017).

Secara visual terlihat bahwa Sungai Bengawan mengalami sedimentasi yang cukup tinggi di beberapa titik. Sedimentasi di sungai merupakan proses yang sangat dinamis. Dampak yang ditimbulkan dari sedimentasi ini terjadi erosi pada beberapa segmen sungai dan pada beberapa segmen lainnya terjadi endapan di dasar sungai. Proses ini berlangsung secara terus menerus dan dapat mengakibatkan terjadinya perubahan penampang (geometrik) serta pola aliran sungai (Zainuddin et al., 2023).

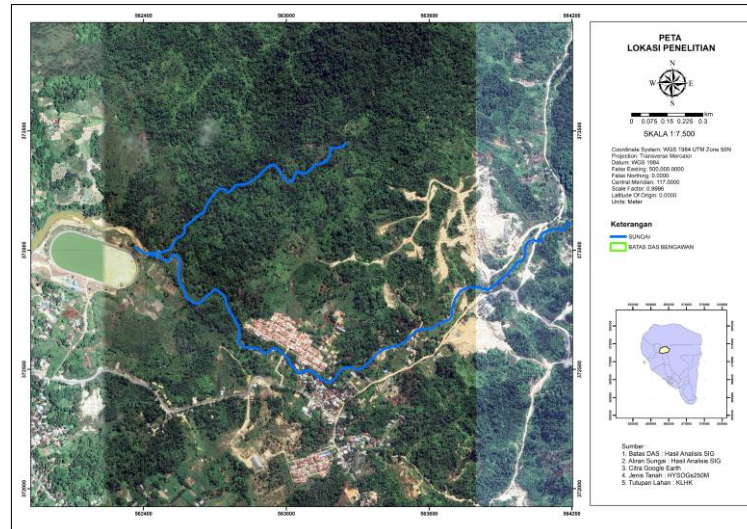
Untuk perencanaan pemanfaatan sungai, analisis daya rusak banjir, data morfologi sungai menjadi penting. Data morfologi menentukan jenis perlindungan yang diperlukan saat terjadi kerusakan sehingga mendukung pemanfaatan yang berkepanjangan (Rayu & Kurniawan, 2023). Salah satu penyebab terjadinya perubahan morfologi adalah sedimentasi. Sedimentasi adalah proses pengendapan material yang dibawa oleh air sungai yang dalam jangka waktu yang lama bahkan dapat membentuk delta sungai (Iswahyudi et al., 2018). Proses sedimentasi terjadi karena pengendapan sedimen pada aliran sungai, dimana material erosi dari hulu sungai mengalami penurunan kecepatan geser pada daerah segmen sungai yang memiliki kemiringan landai. Pada kondisi debit aliran rendah, terjadi proses pengendapan sedimen di sungai. Pengendapan material ini terus berlanjut sehingga semakin banyak endapan bahkan dapat membentuk delta (Suleman, 2015).

HEC-RAS adalah software lisensi terbuka (*open source*) yang dikembangkan oleh US Army Corps of Engineers (USACE). Setelah tahun 2005 HEC-RAS dilengkapi dengan tools untuk menghitung angkutan sedimen di sungai atau saluran. Metode yang dapat dipilih untuk angkutan sedimen adalah *Ackers-White*; *Englund-Hansen*; *Laursen* (dengan modifikasi Copeland); *Meyer-Peter Muller*; *Toffaleti*; dan *Yang* (untuk pasir dan kerikil). (Brunner & Gibson, 2005). Adapun tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis perubahan penampang pada beberapa segmen Sungai Bengawan menggunakan software HEC-RAS 6.5 akibat debit banjir 100 tahun.

2. Metode Penelitian

2.1 Lokasi Penelitian

Penelitian kali ini mengambil titik lokasi di beberapa segmen di Sungai Bengawan yang terletak di Kelurahan Juata Permai Kecamatan Tarakan Utara Kota Tarakan. Sungai Bengawan merupakan salah satu sungai yang memiliki laju sedimentasi tinggi. Koordinat titik awal segmen Sungai Bengawan yang dikaji terletak pada 3°22'28.50"LU dan 117°33'41.36"BT seperti terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

2.2 Tahapan Penelitian

Analisis pada penelitian ini terbagi menjadi dua yakni, analisis hidrologi dan analisis hidrolika penampang sungai. Analisis hidrologi diperlukan untuk memperoleh parameter aliran Sungai Bengawan berupa debit, sedangkan analisis hidrolika diperlukan untuk mengetahui perubahan penampang atau geometrik sungai. Untuk itu tim memerlukan data primer dan data sekunder.

Analisis hidrologi pada penelitian ini berupa analisis hujan-limpasan yang telah banyak digunakan untuk menganalisis debit yang mengalir pada suatu sungai (Amiruddin, 2022). Pendekatan ini dilakukan karena lokasi penelitian ini tidak terdapat alat pengukur debit. Metode yang digunakan untuk analisis hujan-limpasan pada penelitian ini menggunakan software HEC-HMS yang memerlukan beberapa parameter masukan diantaranya, data hujan dan karakteristik Daerah Aliran Sungai (DAS) (Amiruddin & Widiyanti, 2024). Untuk mendukung analisis hidrologi ini diperlukan data sekunder berupa data hujan yang mana pada penelitian ini menggunakan data hujan tahun 2010 – 2023 yang diperoleh dari BMKG, data jenis tanah berupa data kelompok hidrologi tanah HYSOGs 250 m (Ross et al., 2018), serta data tutupan lahan menggunakan peta tutupan lahan dari kementerian lingkungan hidup.

Selanjutnya, untuk analisis hidrolika penampang sungai pada penelitian ini dibantu dengan software HEC-RAS. HEC-RAS dapat mensimulasikan transpor sedimen satu dimensi (simulasi perubahan dasar sungai) akibat gerusan atau deposisi dalam waktu panjang umumnya tahunan, namun dapat juga dilakukan simulasi perubahan dasar sungai akibat banjir tunggal, perubahan frekuensi dan durasi debit muka air, atau perubahan geometrik sungai. Data masukan yang diperlukan untuk simulasi HEC-RAS ini diantaranya data geometri penampang sungai eksisting yang diperoleh melalui survei topografi dan data sedimen Sungai Bengawan.

Pengukuran topografi dilakukan dimulai pada STA 0+000 yang terletak pada koordinat $3^{\circ}22'29.77''\text{LU}$ dan $117^{\circ}33'40.61''\text{BT}$. Pengukuran topografi berakhir pada STA 0+413 atau berjarak 413 meter dari titik awal pengukuran. Data karakteristik sedimen yang diperoleh dengan melakukan uji laboratorium terhadap sampel sedimen yang dikumpulkan di lapangan. Pengujian sampel sedimen dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Borneo Tarakan untuk dilakukan pengujian gradasi butiran dengan metode Analisa Saringan.

2.3 Metode Analisis Data

2.3.1 Metode Analisis Hidrologi

Analisis hidrologi pada penelitian ini dilakukan untuk memperoleh nilai parameter aliran yakni debit aliran Sungai Bengawan. Dalam perencanaan sumber daya air data debit aliran dapat diperoleh melalui data pencatatan tinggi muka air, akan tetapi jumlah alat pencatatan tinggi muka air di Indonesia masih sangat terbatas. Metode lain yang dapat dijadikan sebagai alternatif untuk menghitung debit aliran pada suatu sistem aliran sungai adalah model hujan-aliran (Fadhilla & Lasminto, 2021). Pendekatan hujan-aliran telah banyak dilakukan pada pekerjaan sumber daya air, baik itu penelitian maupun proyek sumber daya air.

Pada penelitian ini digunakan perangkat lunak HEC-HMS untuk menghitung debit aliran (Amiruddin, 2022). HEC-HMS dapat menghitung debit aliran (*direct runoff*) berdasarkan nilai parameter-parameter masukan dari pengguna diantaranya data hujan dan karakteristik DAS diantaranya luas DAS (A) dan panjang sungai di hulu titik tinjauan (outlet). Data DAS yang digunakan pada penelitian ini menggunakan data DAS yang didelineasi menggunakan HEC-HMS (Amiruddin et al., 2021).

Terdapat berbagai pilihan metode yang dapat digunakan oleh pengguna HEC-HMS untuk menghitung debit aliran, perbedaan pilihan metode akan menghasilkan nilai yang berbeda pula. Adapun hasil analisis yang disajikan pada artikel ini diperoleh berdasarkan metode yang dipilih pada HEC-HMS diantaranya, parameter loss yang digunakan adalah SCS CN, dan parameter transform SCS *Unit Hydrograph*. Parameter loss SCS CN diperoleh dari data karakteristik Daerah Aliran Sungai (DAS) yakni data luas DAS, kondisi tutupan lahan serta kondisi hidrologi tanah. Nilai CN rujukan dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Kelompok Hidrologi Tanah

Kategori Tutupan Lahan	Jenis Tanah (Hydrology Soil Group)			
	A	B	C	D
Tanah yang dikelola melalui konservasi	72	81	88	91
Tanah yang dikelola tapi tidak dikonservasi	62	71	78	81
Padang rumput kondisi tidak baik	68	79	86	89
Padang rumput kondisi baik	39	61	74	80
Hutan dengan pola tanam jarang	45	66	77	83
Hutan dengan kondisi tanaman rapat	25	55	70	77
Lapangan terbuka, halaman rumput, lapangan golf, kuburan, dsb :				
a. kondisi masih tertutup rumput 75% atau lebih	39	61	74	80
b. kondisi tutupan rumput 50% - 75%	49	69	79	84
Daerah perdagangan dan bisnis (85% kedap air)	89	92	94	95
Daerah perindustrian (72% kedap air)	81	88	91	95
Area pemukiman 65% kedap air	77	85	90	92
Area pemukiman 38% kedap air	61	75	83	87
Area pemukiman 30 % kedap air	57	72	81	86
Area pemukiman 25% kedap air	54	70	80	85
Area pemukiman 20% kedap air	51	68	79	84
Lahan parkir	98	98	98	98
Jalan diberi perkerasan dan drainase	98	98	98	98
Jalan berbatu	76	85	89	91
Jalan tanah	72	82	87	89

Sumber : (Triatmodjo, 2010)

2.3.2 Metode Simulasi Hidraulik Penampang Sungai

Hasil simulasi hidraulik menggunakan software HEC-RAS sangat bergantung pada kondisi batas yang telah ditetapkan oleh penggunanya. Pada penelitian ini kondisi batas HEC-RAS yang digunakan diantaranya : jenis aliran yang digunakan adalah *quasy unsteady flow* yang banyak digunakan pada simulasi sedimen 1D di HEC-RAS (Abd Rahman et al., 2022). Model transportasi sedimen yang digunakan dalam pemodelan mengacu pada rumus *Engelund Hansen* seperti terlihat pada persamaan (1).

$$g_s = V^2 \left(\frac{\tau_b}{(\gamma_s - \gamma)d_{50}} \right)^{\frac{2}{3}} \sqrt{\frac{d_{50}}{g \left(\frac{\gamma_s}{\gamma} - 1 \right)}}$$

Keterangan dari masing-masing notasi persamaan di atas sebagai berikut: g_s = angkutan sedimen per satuan lebar; γ = berat satuan air; γ_s = berat satuan sedimen; V = kecepatan rata-rata aliran di saluran; τ_b = tegangan geser dasar; d_{50} = ukuran butiran sedimen rata-rata.

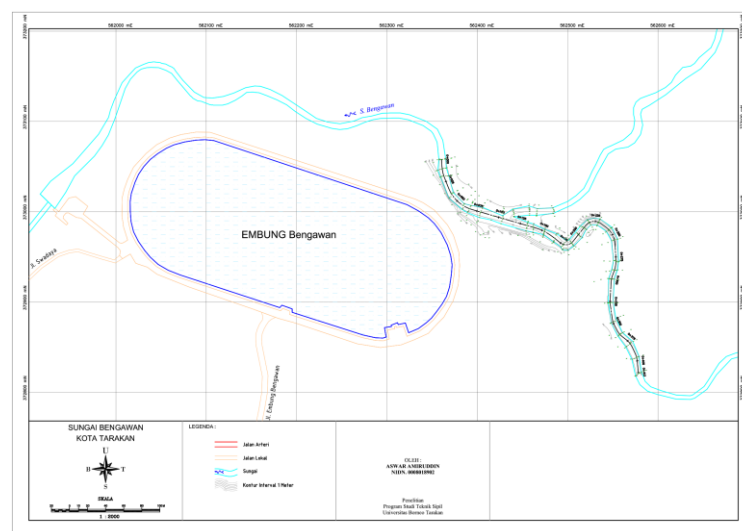
Parameter lain yang dipilih sebagai metode perhitungan angkutan sedimen diantaranya, proses penyortiran menggunakan persamaan Thomas (Ex5), sementara kecepatan jatuh partikel dihitung berdasarkan metode Soulsby. Untuk kondisi batas aliran sedimen, diterapkan metode equilibrium load, yang mengasumsikan bahwa muatan sedimen berada dalam kondisi keseimbangan, di mana laju erosi dan deposisi sedimen di saluran berada dalam keadaan seimbang (US Army Corps of Engineers, 2023).

3. Hasil Penelitian

3.1 Hasil survei lapangan

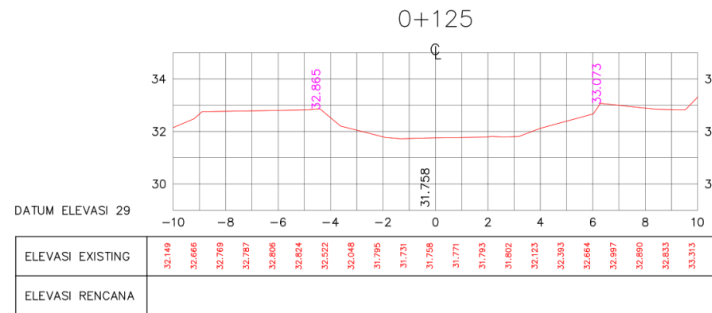
3.1.1 Topografi Sungai Bengawan

Hasil pengukuran topografi yang diperoleh adalah titik koordinat x,y dan z (Suryanti et al., 2023). Nilai x, y dan z ini kemudian diolah menggunakan perangkat lunak cad untuk memperoleh peta topografi. Hasil pengolahan topografi lokasi dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Lokasi Penelitian

Data topografi juga menghasilkan potongan memanjang dan potongan melintang sungai yang digunakan sebagai data geometri sungai pada software HEC-RAS. Berdasarkan analisis topografi diketahui kemiringan rata-rata Sungai Bengawan yang diteliti adalah 0.2045% atau 0.002045. Data potongan melintang sungai hasil analisis topografi kemudian dimasukkan ke software HEC-RAS sebagai geometri penampang sungai, dengan contoh gambar penampang melintang sungai terlihat pada gambar 3.



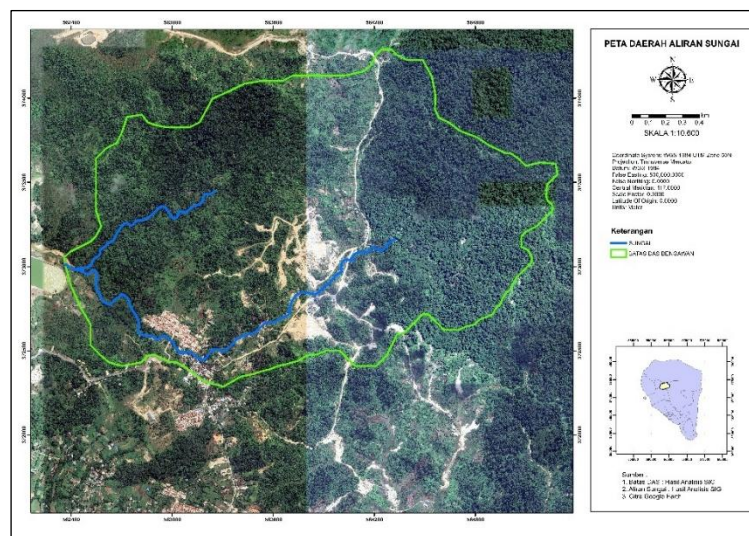
Gambar 3. Salah satu penampang melintang Sungai Bengawan

3.1.2 Hasil analisis sedimen sungai

Salah satu parameter analisis angkutan sedimen HEC-RAS adalah ukuran gradasi butiran sedimen lokasi studi. Hasil uji laboratorium menunjukkan ukuran gradasi butiran sedimen pada beberapa titik pengambilan sedimen berkisar antara 0.57 mm, 0.41 mm, 0.26 mm, 0.45 mm, 0.36 mm, 0.51 mm, 0.56 mm, 0.40 mm. Berdasarkan klasifikasi ukuran sedimen yang dikeluarkan oleh *American Geophysical Union* (AGU) diketahui ukuran butiran ini masuk dalam kelompok pasir (Hambali & Apriyanti, 2016).

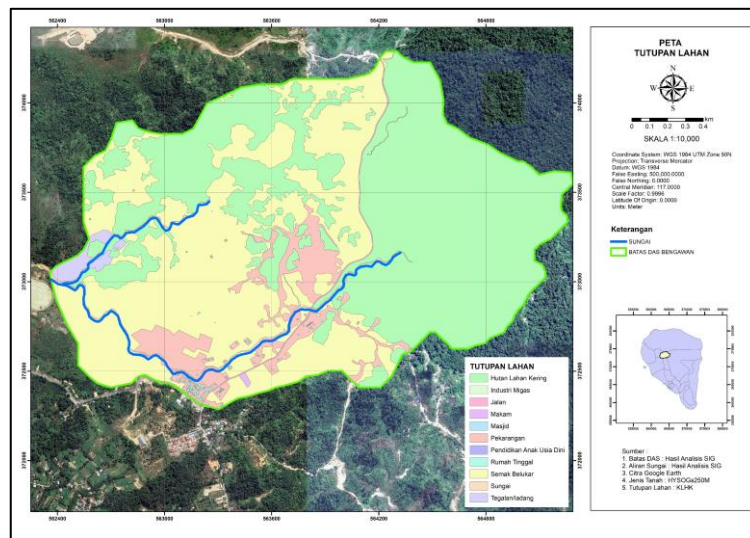
3.2 Hasil Analisis Hidrologi

Analisis hidrologi pada penelitian ini dimulai dari menentukan luas DAS secara spasial menggunakan software SIG. Hasil analisis batas DAS dapat dilihat pada Gambar 4.

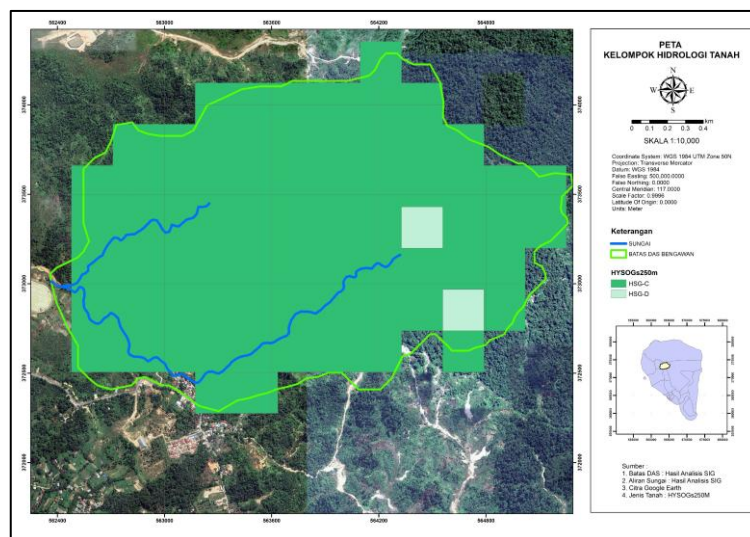


Gambar 4. Peta Batas DAS Bengawan

Batas DAS selanjutnya digunakan untuk analisis tumpang tindih untuk menganalisis kondisi tutupan lahan dan kelompok hidrologi tanah untuk menginterpretasi nilai CN. Hasil analisis CN dimulai dari menghitung persentase tutupan lahan dan kelompok hidrologi tanah pada Daerah Aliran Sungai (DAS) Bengawan pada Gambar 4. Hasil analisis tumpang tindih (*overlay*) batas DAS Bengawan terhadap peta tutupan lahan dan kelompok hidrologi tanah dapat dilihat pada Gambar 5 dan Gambar 6. Dari Gambar 5 dan Gambar 6 diketahui luas dari masing-masing tutupan lahan dan kelompok hidrologi tanah DAS Bengawan. Hasil analisis SIG menunjukkan persentase tutupan lahan terbesar di DAS Bengawan adalah Hutan (lahan kering) sebesar 199.52 ha atau 51.56 % dari total luas DAS, sedangkan untuk kelompok hidrologi tanah (HSGs) didominasi oleh HSG-C dan HSG-D (Ross et al., 2018). Hasil lengkap interpretasi nilai CN dapat dilihat pada Tabel 2.



Gambar 5. Peta Tutupan Lahan DAS Bengawan



Gambar 6. Peta Kelompok Hidrologi Tanah DAS Bengawan

Tabel 2. Tutupan Lahan dan HSGs DAS Bengawan

No	Tutupan Lahan	Luas (ha)	Persentase	Kelompok Hidrologi Tanah	CN	CN Komposit
1	Hutan Lahan Kering	199.521	51.558	C	77	39.70
2	Industri	0.094	0.024	C	91	0.02
3	Pekarangan/Area Terbuka	28.279	7.307	C	79	5.77
4	Permukiman	2.401	0.620	C	83	0.51
5	Semak Belukar	150.61	38.919	C	74	28.80
6	Sungai (WB)	2.132	0.551	C	98	0.54
7	Tegalan/Ladang	3.949	1.020	C	88	0.90
Total		386.986	100.000			76.25

Sumber : Hasil analisis, 2024

Berdasarkan data pada Tabel 2 dan nilai rujukan pada Tabel 1 menunjukkan nilai CN untuk DAS Bengawan adalah 76.25 kemudian nilai S 79.13 dan initial abstraction (Ia) sebesar 15.83 mm. Data-data ini kemudian dimasukkan sebagai parameter loss sub-basin pada software HEC-HMS. Selain parameter loss terdapat parameter transform yang diperhitungkan. SCS CN menggunakan parameter waktu jeda (*time lag*) untuk menghitung direct runoff sehingga dari karakteristik DAS juga perlu memperhitungkan nilai time lag ini. Nilai time lag DAS Bengawan sebesar 0.99 jam atau 59.34 menit.

Selanjutnya, untuk melakukan analisis banjir menggunakan HEC-HMS diperlukan parameter hujan. Parameter hujan yang digunakan sebagai masukan di HEC-HMS adalah distribusi hujan hasil analisis distribusi hujan metode ABM. Data hujan yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Distribusi Hujan ABM kala ulang 10 tahun

Td (Jam)	Δ	It (mm/jam)	It.Td(mm)	ΔP (mm)	%	Hyetograph	
						%	mm
1	0-1	94.795	94.795	94.795	56.393	6.912	11.619
2	1-2	59.717	119.434	24.639	14.658	10.282	17.284
3	2-3	45.573	136.718	17.284	10.282	56.393	94.795
4	3-4	37.619	150.478	13.760	8.186	14.658	24.639
5	4-5	32.419	162.097	11.619	6.912	8.186	13.760
6	5-6	28.709	172.254	10.157	6.042	6.042	10.157
				172.254	100		172.254

Sumber : Hasil Analisis, 2024

Berdasarkan data distribusi hujan Tabel 2 diketahui durasi hujan terjadi selama 6 jam dengan intensitas puncak terjadi pada jam 2-3 dengan intensitas sebesar 94.795 mm. Sedangkan untuk intensitas terkecil terjadi pada jam 5-6 dengan intensitas yakni 10.157 mm. Dengan menggunakan data intensitas hujan kala ulang 100 tersebut selanjutnya HEC-HMS melakukan simulasi perhitungan direct runoff (banjir). Hasil simulasi menunjukkan nilai debit banjir puncak untuk kala ulang 100 tahun sebesar 35.85 m³/detik. Sementara itu, data debit yang digunakan untuk melakukan simulasi HEC-RAS dapat dilihat pada tabel 4.

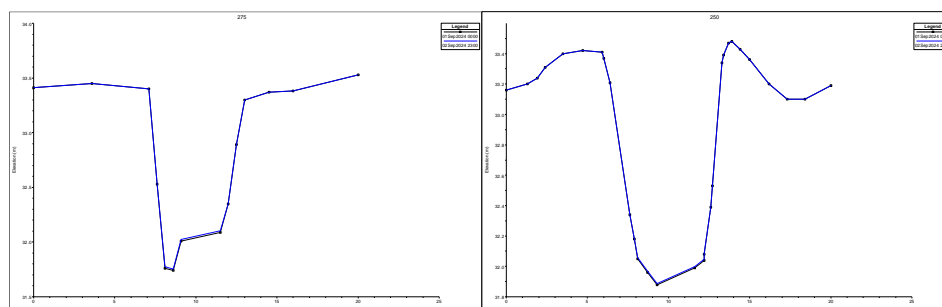
Tabel 4. Distribusi Hujan ABM kala ulang 10 tahun

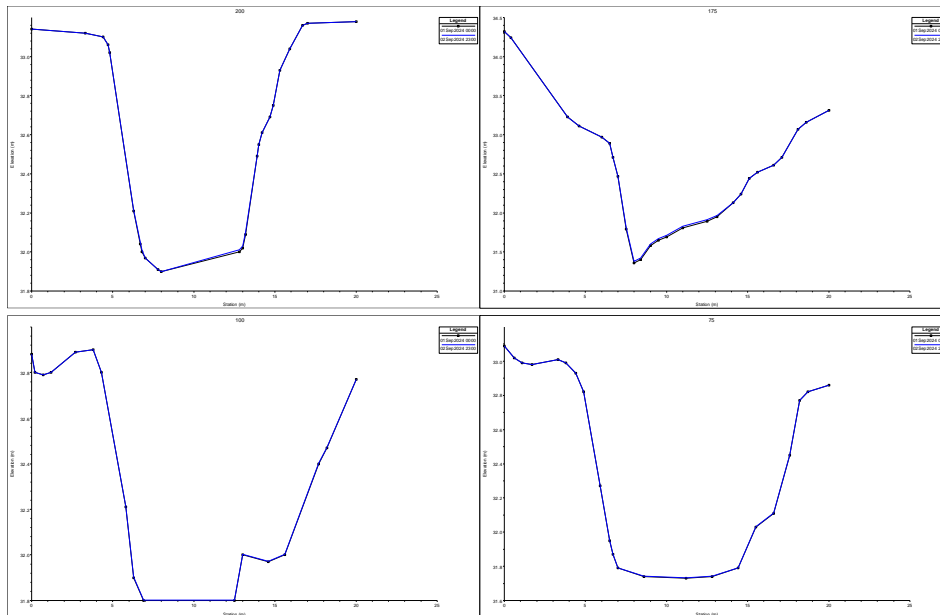
No	Waktu	Q (m ³ /dtk)	No	Waktu	Q (m ³ /dtk)
1	01/09/2024 0:00	0.15	25	02/09/2024 0:00	0.15
2	01/09/2024 1:00	0.15	26	02/09/2024 1:00	0.15
3	01/09/2024 2:00	0.15	27	02/09/2024 2:00	0.15
4	01/09/2024 3:00	1.05	28	02/09/2024 3:00	0.15
5	01/09/2024 4:00	26.45	29	02/09/2024 4:00	0.15
6	01/09/2024 5:00	35.85	30	02/09/2024 5:00	0.15
7	01/09/2024 6:00	23.15	31	02/09/2024 6:00	0.15
8	01/09/2024 7:00	15.15	32	02/09/2024 7:00	0.15
9	01/09/2024 8:00	7.85	33	02/09/2024 8:00	0.15
10	01/09/2024 9:00	2.75	34	02/09/2024 9:00	0.15
11	01/09/2024 10:00	0.95	35	02/09/2024 10:00	0.15
12	01/09/2024 11:00	0.35	36	02/09/2024 11:00	0.15
13	01/09/2024 12:00	0.25	37	02/09/2024 12:00	0.15
14	01/09/2024 13:00	0.15	38	02/09/2024 13:00	0.15
15	01/09/2024 14:00	0.15	39	02/09/2024 14:00	0.15
16	01/09/2024 15:00	0.15	40	02/09/2024 15:00	0.15
17	01/09/2024 16:00	0.15	41	02/09/2024 16:00	0.15
18	01/09/2024 17:00	0.15	42	02/09/2024 17:00	0.15
19	01/09/2024 18:00	0.15	43	02/09/2024 18:00	0.15
20	01/09/2024 19:00	0.15	44	02/09/2024 19:00	0.15
21	01/09/2024 20:00	0.15	45	02/09/2024 20:00	0.15
22	01/09/2024 21:00	0.15	46	02/09/2024 21:00	0.15
23	01/09/2024 22:00	0.15	47	02/09/2024 22:00	0.15
24	01/09/2024 23:00	0.15	48	02/09/2024 23:00	0.15

Sumber : Hasil Analisis, 2024

2.3.2 Analisis Hidrolika Penampang Sungai (HEC-RAS)

Bedasarkan kondisi batas yang telah disampaikan pada bagian metode penelitian, diperoleh hasil simulasi HEC-RAS kondisi banjir 100 tahun terdapat perubahan penampang sungai diantaranya pada sta 0+275, 0+250, 0+200, 0+175, 0+100 dan 0+75 seperti terlihat pada Gambar 3.





Gambar 3. Perubahan penampang pada beberapa STA Debit Kala Ulang 100 Tahun

Berdasarkan Gambar 3 diketahui perubahan penampang pada STA 0+275, 0+250, 0+200, 0+175, 0+100 dan 0+75. Adapun perubahan penampang pada masing-masing STA yakni terjadi sedimentasi di penampang-penampang yang telah disebutkan sebelumnya. Besaran sedimentasi untuk masing-masing penampang sebagai berikut :

- Pada STA 0+275 terjadi sedimentasi sebesar 1.4 cm,
- Pada STA 0+250 terjadi sedimentasi sebesar 0.77 cm,
- Pada STA 0+200 terjadi erosi 0.1 cm dan sedimentasi sebesar 0.4 – 1.2 cm,
- Pada STA 0+175 terjadi sedimentasi sebesar 0.2 cm – 2.08 cm,
- Pada STA 0+100 terjadi sedimentasi sebesar 0.2 cm
- Pada STA 0+075 terjadi sedimentasi sebesar 0.13 – 0.16 cm

4. Kesimpulan

Dari hasil analisis menggunakan HEC-HMS diketahui debit puncak hidrograf banjir Sungai Bengawan kala ulang 100 tahun sebesar $35.85 \text{ m}^3/\text{dtk}$. Durasi hidrograf yang digunakan pada simulasi HEC-RAS 48 jam menggunakan jenis aliran *quasy unsteady flow* yang digunakan pada simulasi HEC-RAS. Berdasarkan simulasi diperoleh perubahan penampang sungai terjadi pada sta STA 0+275, 0+250, 0+200, 0+175, 0+100 dan 0+75 tebal sedimentasi berkisar antara 0.13 cm– 2.08 cm.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih kepada Lembaga Penelitian Pengabdian Masyarakat Universitas Borneo Tarakan telah memberikan kepercayaan kepada Tim Peneliti Untuk memperoleh dana penelitian skema Riset Kompetensi Dosen (RKD) berdasarkan Surat Keputusan Rektor Universitas Borneo Tarakan Nomor 186/UN51/KPT/2024. Tim peneliti juga berterima kasih kepada tim pengelola jurnal dan tim reviewer Borneo Engineering: Jurnal Teknik Sipil yang telah memberikan saran dan masukan untuk sempurnanya artikel ini.

Daftar Pustaka

- Abd Rahman, N. F., Mohammed, L., Mohammad, M., Khalid, K., Tai, V. C., Sharif, M. S. M., & Haron, S. H. (2022). Modeling of 1D sediment transport in the langat river using quasi-unsteady HEC-RAS. *Journal of Biological Studies*, 5(3 (Special Issue)), 378–387.
- Amiruddin, A. (2022). Pemodelan Hujan-Aliran Das Di Kota Tarakan Menggunakan Model Hec-Hms. *Jurnal Sipil Sains*, 12(1), 33–40.
- Amiruddin, A., Asta, & Handayani, R. (2021). Penentuan Batas DAS Tojo Berbasis GIS Menggunakan. *Borneo Engineering: Jurnal Teknik Sipil*, 5(3), 273–282.
- Amiruddin, A., & Widiyanti, A. F. (2024). Kajian Parameter Hidrologi DAS Rawasari Kota Tarakan Menggunakan HEC-HMS. *Jurnal Sains Dan Teknologi Tadulako*, 10(2), 104–115.
- Aqli, F. M., & Susilo, B. K. (2020). Analisis Evolusi Sungai Serayu Terhadap Perubahan Geometri Dan Morfometri Berbasis Sistem Informasi Geografis Dan Penginderaan Jauh Daerah Kejawar Dan Sekitarnya, Kecamatan Somagede, Kabupaten Banyumas, Jawa Tengah. *Applicable Innovation of Engineering and Science Research (AVoER)*, 453–458.
- Brunner, G. W., & Gibson, S. (2005). Sediment Transport Modeling in HEC RAS. *Impact of Global Climate Change*, 1–12.
- Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Kota Tarakan. (2023). *DAERAH ALIRAN SUNGAI (DAS)*. <https://dpuprtarakan.id/sisda/sipaku.php#>
- Fadhilla, I. N., & Lasminto, U. (2021). Pemodelan Hujan-Debit DAS Kali Madiun Menggunakan Model HEC-HMS. In *Jurnal Aplikasi Teknik Sipil* (Vol. 19, Issue 3). <https://doi.org/10.12962/j2579-891x.v19i3.9517>
- Hambali, R., & Apriyanti, Y. (2016). Studi Karakteristik Sedimen Dan Laju Sedimentasi Sungai Daeng-Kabupaten Bangka Barat. *Jurnal Fropil*, 4(2), 165–174.
- Iswahyudi, K., Salim, N., & Abadi, T. (2018). Kajian Sedimentasi Di Sungai Sampean Bondowoso Menggunakan Program Hec-Ras Versi 4.1. *Jurnal Rekayasa Infrastruktur Hexagon*, 3(2), 46–52. <https://doi.org/10.32528/hgn.v3i2.2916>
- Kurniawan, R., Sutikno, S., & Sujatmoko, B. (2017). Analisis Perubahan Morfologi Sungai Rokan Berbasis Sistem Informasi Geografi dan Penginderaan Jauh. *Jom FTEKNIK*, 4(1–10).
- Rayu, H., & Kurniawan, A. (2023). Pengaruh Debit Banjir dan Sedimen Terhadap Perubahan Morfologi (Studi Kasus : Sungai Kabuyutan). *Journal of Research and Technology Studies*, 02(1), 18–26.
- Ross, C. W., Prihodko, L., Anchang, J., Kumar, S., Ji, W., & Hanan, N. P. (2018). HYSOGs250m, global gridded hydrologic soil groups for curve-number-based runoff modeling. *Scientific Data*, 5(180091). <https://doi.org/10.1038/sdata.2018.91>
- Suleman, A. R. (2015). Analisis Laju Sedimentasi Pada Saluran Irigasi Daerah Irigasi Sanrego Kecamatan Kahu Kabupaten Bone Provinsi Sulawesi Selatan. *Jurnal Pengembangan Teknik Sipil*, 20(2), 76–86. <https://jurnal.polines.ac.id/index.php/wahana/article/view/146>
- Sumampouw, C. Y., Swingly, J., Sumarauw, F., Mananoma, T., Pengajar, S., & Teknik, P. (2022). Analisis Prediksi Erosi Dan Sedimentasi Sungai Tikala Segmen Jembatan Gantung Banjer - Jembatan Miangas. *Jurnal Ilmiah Media Engineering*, 12(2), 113–126.
- Suryanti, I., Juliarthana, I. N. H., Galih, K. A. S., & Pucangan, I. P. W. W. (2023). Kajian Topografi dan Hidrologi Sempadan Sungai Tukad Oos Kabupaten Bangli-Gianyar. *Reka Ruang*, 6(1), 36–49.
- Triatmodjo, B. (2010). *Hidrologi Terapan: Edisi Kedua*. Beta Offset.
- US Army Corps of Engineers. (2023). *HEC-RAS 1D Sediment Transport*. <https://www.hec.usace.army.mil/confluence/rasdocs/rassed1d/>
- Zainuddin, M. T. M., Irmanto, Nugroho, J., & Hatmoko, W. (2023). Pemodelan Sedimentasi Menggunakan HEC-RAS 6.1 Untuk Menganalisis Perubahan Elevasi Dasar Sungai Tondano, Sulawesi Utara. *Jurnal Teknik Hidraulik*, 14(1), 41–54. <https://doi.org/10.32679/jth.v14i1.721>