

PENGARUH DEBIT BANJIR DAN SEDIMEN TERHADAP PERUBAHAN MORFOLOGI (STUDI KASUS : SUNGAI KABUYUTAN)

Hayu Rahayu^{*1}, Andri Kurniawan²

^{1,2}Program Studi Teknik Sipil, Universitas Islam Batik, Alamat Universitas: Jl. Agus Salim No. 10 Sondakan – Laweyan, Surakarta – Jawa Tengah 57147;
Telp. (0271) 714751 Fax. 740160
Email: ^{*1}hayurahayu75@gmail.com, ²andrimartinez1991@gmail.com

Abstrak

Debit sungai dan sedimen sangat mempengaruhi perubahan morfologi sungai. Oleh karena itu, perlu dilakukan pemantauan terhadap perubahan morfologi sungai. Penelitian ini berlokasi di Sungai Kabuyutan, Kabupaten Brebes, Provinsi Jawa Tengah. Analisis yang dilakukan menggunakan Hec Ras pada Cross Section KM 0+000. Untuk mengetahui sejauh mana perubahan tersebut, maka Perubahan yang akan ditinjau terbatas pada perubahan morfologi sungai akibat faktor hidrologi dan hidrolis. Berdasarkan analisis tersebut, dapat disimpulkan bahwa hubungan antara angkutan sedimen dan debit bersifat searah. Dimana total sedimen tersuspensi dan sedimen dasar di Sungai Kabuyutan sebanyak 6.148.933 ton per hari. Dengan Q₂, Q₅, Q₁₀, Q₂₅, Q₅₀, dan Q₁₀₀ dengan kondisi air Sungai Kabuyutan melimpas melewati tanggul tertinggi, terdapat 18 STA yang mengalami limpasan. Dengan kondisi tersebut maka perlu dilakukan perbaikan sarana dan prasarana yang ada dengan melakukan pengerukan sedimen untuk menjaga bentuk sungai dan menghindari limpasan yang menyebabkan banjir pada pemukiman di sekitar sungai serta di perlukan peningkatan Bio Engineering pada beberapa stasiun.

Kata kunci: morfologi sungai, dimensi penampang sungai, debit sungai, angkutan sedimen,

Abstract

River discharge and sediment greatly affect changes in river morphology. Therefore, it is necessary to monitor changes in river morphology. This research is located on the Kabuyutan River in Brebes Regency, Central Java Province. The analysis was carried out using Hec Ras on the KM 0+000 Cross Section. To find out the extent of these changes, the changes to be reviewed are limited to changes in river morphology due to hydrological and hydraulic factors. Based on this analysis, it can be concluded that the relationship between sediment transport and discharge is unidirectional. Where the total suspended sediment and bottom sediment in the Kabuyutan River are 6,148,933 tons per day. With Q₂, Q₅, Q₁₀, Q₂₅, Q₅₀, and Q₁₀₀ under the condition that the Kabuyutan River water overflows past the highest embankment, there are 18 STAs that experience runoff. Under these conditions, it is necessary to improve existing facilities and infrastructure by dredging sediments to maintain the shape of the river and avoid runoff, which causes flooding in settlements around the river, and to increase bioengineering at several stations.

Keyword: morphology of a river, river cross-sectional dimensions, River discharge, sediment transport,

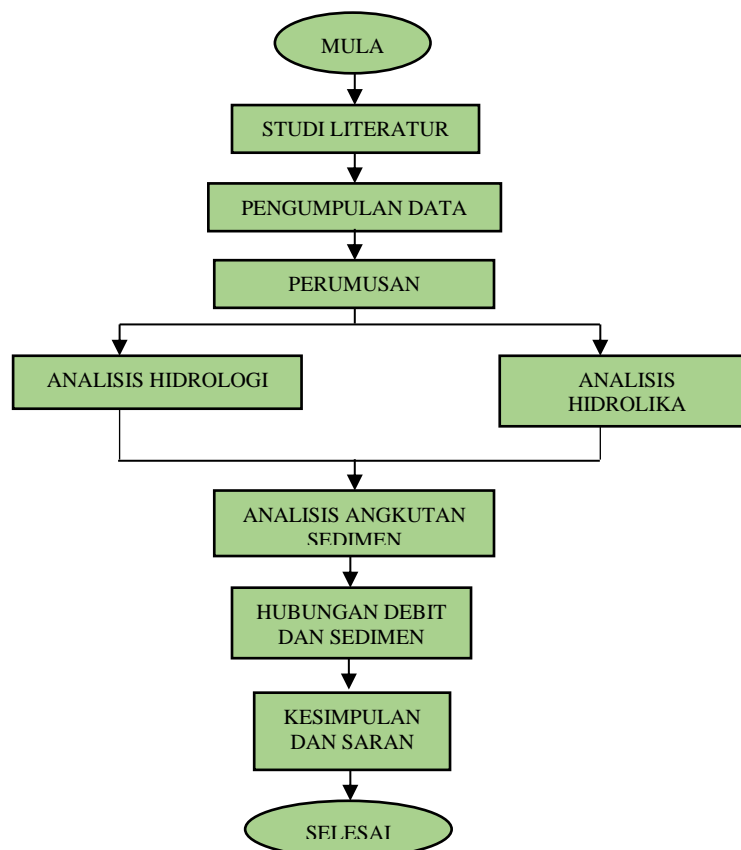
1. PENDAHULUAN

Pemahaman yang lebih dalam tentang geomorfologi sungai sangat penting khususnya pada migrasi lateral untuk para insinyur. Pengetahuan tentang angkutan sedimen sangat penting karena dapat diterapkan untuk menentukan besarnya erosi atau pengendapan dan waktu dan jarak di mana itu akan terjadi. (Ali et al., 2016) Angkutan sedimen pada kontraksi sungai merupakan proses penting yang menjadi perhatian teknik yang mungkin terjadi ketika sungai mengalami pengurangan daerah aliran karena faktor alam atau kendala buatan. (Oliveto & Marino, 2019) Efek lateral sepanjang sungai kurang fungsional, karena tertutup antara tanggul.

Dalam kasus dataran rendah alami dan semi alami, sungai-sungai mendatar dimensi lebih dominan daripada vertikal. (Pregun., 2016). Morfologi sungai adalah geometri (bentuk dan ukuran), jenis, sifat dan keadaan sungai dengan segala aspek dan perubahan dimensi ruang dan waktu. Perubahan ekstrim di morfologi sungai akan merugikan aset di wilayah sekitar sungai. (Kurniawan et al., 2017)

Data morfologi serta karakter sungai di sesuatu daerah merupakan faktor pokok yang dibutuhkan dalam penataan rencana aktivitas pemanfaatan, proteksi serta pengendalian energi rusak sungai. Data ini menentukan model pemanfaatan yang berkepanjangan, upaya proteksi yang dibutuhkan supaya pemanfaatan serta keberadaan sungai senantiasa terpelihara serta rencana kegiatan pengendalian untuk meminimalkan energi rusak sungai pada lahan ataupun kawasan di wilayah alirannya. Di Wilayah Kabupaten Brebes mengalir sungai yang sangat mempengaruhi lingkungan dan kehidupan masyarakat contohnya adalah Sungai Kabuyutan. Berdasarkan hasil pengamatan, Sungai Kabuyutan memiliki fluktuasi debit yang besar. Kondisi Sungai Kabuyutan secara umum mengalami penyempitan alur sungai, sedimen cukup tinggi, kondisi tanah mudah longsor akibat adanya pekerjaan galian C dan wilayah permukiman sering terkena banjir karena dataran tebing umumnya rendah, sehingga memerlukan penanganan secara komprehensif yang bisa menuntaskan kasus secara baik. Oleh karena itu, saat sebelum disusun serta diambil tindakan pengendalian kerusakan sungai, terlebih dahulu harus diketahui bagaimana perubahan morfologi dan karakteristik dari masing-masing sungai tersebut. Informasi tentang hal-hal tersebut dapat diperoleh melalui kegiatan studi morfologi dan karakteristik sungai. Dengan demikian dibutuhkan monitoring untuk dapat mengidentifikasi, menganalisis, dan merumuskan rekomendasi penanganan yang tepat terkait dengan perubahan morfologi sungai Kabuyutan Kab. Brebes Jawa Tengah sebagai upaya perlindungan sumber air dan pengendalian daya rusak air.

2. METODE



3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Penggambaran Peta DAS Hasil Deliniasi Citra Satelit atau Peta Rupa Bumi

Identifikasi perubahan morfologi Sungai Kabuyutan berdasarkan hasil deliniasi citra satelit terdiri dari 6 lokasi. Lokasi lokasi tersebut didetailkan berdasarkan hasil pengamatan citra satelit pada tahun 2010, 2014 dan tahun 2020 serta tinjauan observasi lapangan tahun 2020. Tinjauan lapangan berupa observasi sarana sungai dan prasarana sungai dengan didampingi oleh Petugas Operasi dan Pemeliharaan BBWS Cimanuk Cisanggarung. Pada Sungai Babakan ditemukan pada kawasan hilir berupa Abrasi dan Akresi di muara Sungai Kabuyutan, 4 lokasi di kawasan tengah di Desa Cikuya, Desa Nambo, Desa Nangerang dan Desa Malahayu berupa Meander Sungai dan 1 lokasi di kawasan hulu Desa Cipajang dan Desa Kertasari berupa braided river atau sungai yang bercabang sebagai berikut :



Gambar 1. Infografis identifikasi lokasi perubahan morfologi sungai kabuyutan

3.2 Analisis Hidrologi Untuk Menentukan Debit Dasar (Base Flow) Dan Debit Banjir Dengan Menggunakan Metode Hidrograf Aliran

3.2.1 Analisa Hujan Rencana

Analisa frekuensi ialah cara statistik untuk menghitung banjir rencana ataupun hujan rencana dengan kala ulang tertentu. Uji kesesuaian distribusi digunakan untuk mengenali apakah tipe distribusi curah hujan yang dilakukan dalam perhitungan curah hujan bisa diterima ataupun ditolak, sebab apabila tidak sesuai dalam menentukan tipe distribusi dapat menyebabkan kesalahan prediksi.

Aplikasi AProb_41 merupakan program yang dibesarkan untuk melaksanakan analisis probabilitas informasi hidrologi berbentuk informasi hujan ataupun informasi debit ekstrem ataupun yang lebih diketahui dengan analisis frekuensi informasi hidrologi ekstrem. Aplikasi

AProb_41 bisa memplot distribusi probabilitas yang lumayan relevan untuk diterapkan di Indonesia, ialah distribusi probabilitas Gumbel, Log Normal, Log Pearson Jenis III, serta distribusi Noemal. Hasil analisis uji kesesuaian dan pemilihan distribusi dengan menggunakan aplikasi AprOb_41 sebagai berikut.

```

Statistika data
--> jumlah data      : 10
--> minimum          : 73
--> maximum          : 124
--> rata-rata        : 91.000000
--> simpangan baku   : 18.499249
--> kurtosis         : 2.368511
--> excess kurtosis  : -0.631489
--> skewness         : 0.894692

Statistika logaritma data
--> jumlah data      : 10
--> minimum          : 1.863323
--> maximum          : 2.093422
--> rata-rata        : 1.951482
--> simpangan baku   : 0.084020
--> kurtosis         : 2.088365
--> excess kurtosis  : -0.911635
--> skewness         : 0.713944

Uji kecocokan terhadap sebaran data teoretis, \alpha = 0.10 (tingkat keyakinan 1-\alpha) = 0.90
      Gumbel      Log Normal      Log Pearson III      Normal
Smirnov-Kolmogorov  lulus      lulus      lulus      lulus
Selisih maksimum    0.119      0.149      0.114      0.179
Chi-kuadrat         lulus      lulus      lulus      lulus
Chi-2 maksimum      4.000      6.800      6.800      6.800

Estimasi besaran menurut berbagai nilai kala ulang [tahun]
Kala ulang      Gumbel      Log Normal      Log Pearson III      Normal
2               88          89              87              91
5               104         105             104             107
10              115         115             116             115
20              126         123             127             121
50              139         133             143             129
100             149         140             155             134
    
```

Gambar 2. Hasil Analisa Hujan Rencana menggunakan Aplikasi aprob_41

Dari hasil analisa pemilihan distribusi dan penentuan sebaran, perhitungan debit banjir Sungai Kabuyutan akan menggunakan sebaran Log Pearson III.

Intensitas hujan merupakan jumlah hujan yang dinyatakan dalam besar hujan ataupun volume hujan masing- masing satuan waktu. Besarnya intensitasnya berbeda- beda, bergantung dari lamanya curah hujan serta frekuensi kejadiannya. Intensitas hujan diperoleh dengan metode analisis terhadap informasi hujan baik secara statistik ataupun empiris. Intensitas hujan dihubungkan dengan durasi hujan jangka pendek misalnya 5 menit, 30 menit, 60 menit serta jam- jaman. Sebaran/distribusi hujan jam-jaman yang dihitung berdasarkan curah hujan harian dihitung menggunakan rumus *Mononobe*. Hasil perhitungan intensitas hujan di DAS Tanjung disajikan dalam tabel berikut.

Tabel 1. Intensitas Hujan DAS Kabuyutan

t (jam)	R24					
	R2	R5	R10	R25	R50	R100
	87,000	104,000	116,000	129,667	143,000	155,000
1	30,161	36,055	40,215	44,953	49,575	53,735
2	19,000	22,713	25,334	28,319	31,231	33,851
3	14,500	17,333	19,333	21,611	23,833	25,833
4	11,969	14,308	15,959	17,840	19,674	21,325
5	10,315	12,331	13,753	15,374	16,955	18,377
6	9,134	10,919	12,179	13,614	15,014	16,274
7	8,242	9,853	10,990	12,285	13,548	14,685
8	7,540	9,014	10,054	11,238	12,394	13,434
9	6,971	8,333	9,294	10,390	11,458	12,419
10	6,498	7,768	8,664	9,685	10,681	11,577
11	6,098	7,290	8,131	9,089	10,023	10,864
12	5,754	6,879	7,672	8,576	9,458	10,252
13	5,455	6,521	7,274	8,131	8,967	9,719
14	5,192	6,207	6,923	7,739	8,535	9,251
15	4,959	5,928	6,612	7,391	8,151	8,835
16	4,750	5,678	6,333	7,080	7,808	8,463
17	4,562	5,453	6,083	6,799	7,498	8,128
18	4,391	5,249	5,855	6,545	7,218	7,824
19	4,236	5,064	5,648	6,313	6,962	7,547
20	4,094	4,893	5,458	6,101	6,728	7,293
21	3,963	4,737	5,283	5,906	6,513	7,060
22	3,841	4,592	5,122	5,725	6,314	6,844
23	3,729	4,458	4,972	5,558	6,130	6,644
24	3,625	4,333	4,833	5,403	5,958	6,458

3.2.2. Analisa Debit Banjir

Analisa debit banjir dilakukan dengan menggunakan 3 metode, yaitu Metode Haspers, Metode Melchior, dan Metode HSS Gamma I. Rekapitulasi debit banjir sungai Kabuyutan disajikan dalam tabel berikut.

Tabel 2. Rekapitulasi Debit Banjir Sungai Kabuyutan

No	Periode Ulang (Tahun)	Hasper (m ³ /det)	Melchior (m ³ /det)	Gama (m ³ /det)
1	2	104,67	67,04	81,60
2	5	125,12	83,80	104,13
3	10	139,56	96,06	120,04
4	25	156,00	110,41	138,72
5	50	172,04	124,77	158,11
6	100	186,48	138,00	175,57

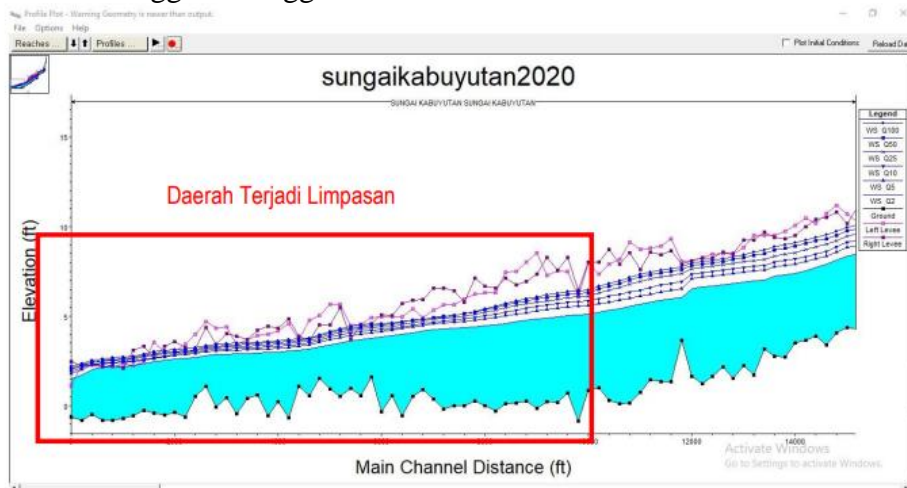
3.2.3. Analisis Hidrolika

Pada analisa hidrolika menggunakan software Hec-Ras, input data hidrologi yang dipakai adalah menggunakan Debit rencana 2 tahun sebesar 18,16 m³ /det, debit rencana 5 tahun sebesar 36,82 m³ /det, debit rencana 10 tahun sebesar 48,27 m³ /det, debit rencana 25 tahun sebesar 60,77 m³ /det, debit rencana 50 tahun sebesar 70,23 m³ /det, dan debit rencana 100 tahun sebesar 79,32 m³ /det. Data debit rencana didapat dari perhitungan analisa hidrologi.

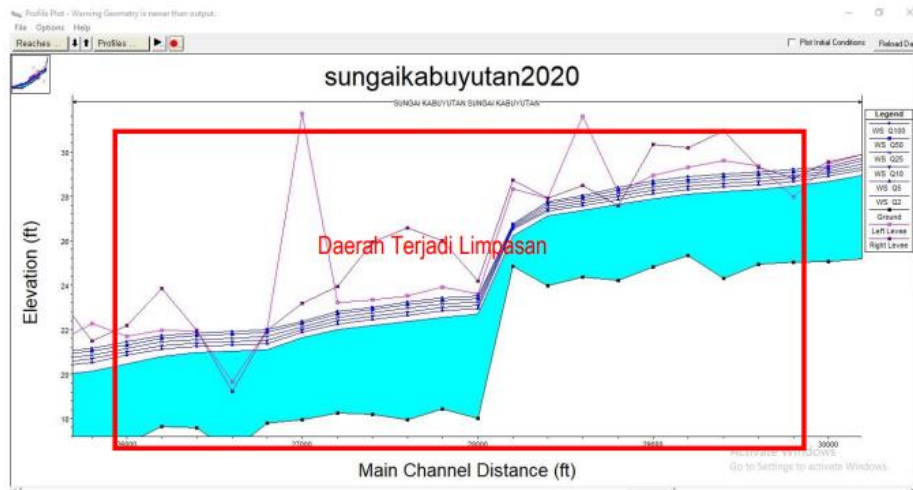
Tabel 3. Output Penampang Sungai Kabuyutan

Reach	River Sta	Profile	Q Total (cfs)	Min Ch El (ft)	W.S. Elev (ft)	Crit W.S. (ft)	E.G. Elev (ft)	E.G. Slope (ft/ft)	Vel Chnl (ft/s)	Flow Area (sq ft)	Top Width (ft)	Froude # Ch
SUNGAJ KABUYUTAN	0	Q2	97.91	-0.60	1.52	0.50	1.54	0.001000	1.22	92.45	117.10	0.19
SUNGAJ KABUYUTAN	0	Q5	129.68	-0.60	1.81	0.64	1.82	0.001002	1.10	129.98	145.92	0.19
SUNGAJ KABUYUTAN	0	Q10	152.11	-0.60	1.91	0.73	1.93	0.001001	1.13	146.02	150.66	0.19
SUNGAJ KABUYUTAN	0	Q25	178.67	-0.60	2.02	0.82	2.04	0.001001	1.19	161.76	151.71	0.19
SUNGAJ KABUYUTAN	0	Q50	205.80	-0.60	2.12	0.92	2.14	0.001001	1.24	177.00	152.73	0.19
SUNGAJ KABUYUTAN	0	Q100	230.22	-0.60	2.20	0.99	2.22	0.001002	1.29	189.80	157.04	0.19
SUNGAJ KABUYUTAN	2	Q2	97.91	-0.82	1.74	0.63	1.76	0.001214	1.33	73.56	58.79	0.21
SUNGAJ KABUYUTAN	2	Q5	129.68	-0.82	2.01	0.79	2.04	0.001169	1.44	90.21	62.35	0.21
SUNGAJ KABUYUTAN	2	Q10	152.11	-0.82	2.12	0.89	2.16	0.001266	1.56	97.25	62.82	0.22
SUNGAJ KABUYUTAN	2	Q25	178.67	-0.82	2.23	0.99	2.28	0.001402	1.71	104.23	63.29	0.24
SUNGAJ KABUYUTAN	2	Q50	205.80	-0.82	2.29	1.09	2.31	0.000743	1.27	190.91	155.54	0.17
SUNGAJ KABUYUTAN	2	Q100	230.22	-0.82	2.37	1.17	2.40	0.000757	1.33	203.93	155.54	0.18
SUNGAJ KABUYUTAN	4	Q2	97.91	-0.47	2.04	0.92	2.07	0.001964	1.44	68.03	69.43	0.26
SUNGAJ KABUYUTAN	4	Q5	129.68	-0.47	2.30	1.10	2.31	0.000683	0.95	149.12	149.29	0.16
SUNGAJ KABUYUTAN	4	Q10	152.11	-0.47	2.32	1.21	2.33	0.000592	0.89	194.17	206.13	0.15
SUNGAJ KABUYUTAN	4	Q25	178.67	-0.47	2.44	1.32	2.45	0.000598	0.93	218.79	206.29	0.14
SUNGAJ KABUYUTAN	4	Q50	205.80	-0.47	2.44	1.43	2.46	0.000731	1.06	219.65	206.29	0.16
SUNGAJ KABUYUTAN	4	Q100	230.22	-0.47	2.53	1.53	2.54	0.000715	1.10	237.00	206.29	0.16
SUNGAJ KABUYUTAN	6	Q2	97.91	-0.82	2.16	0.50	2.17	0.000221	0.72	153.71	110.53	0.09
SUNGAJ KABUYUTAN	6	Q5	129.68	-0.82	2.37	0.66	2.37	0.000177	0.69	230.03	171.54	0.09
SUNGAJ KABUYUTAN	6	Q10	152.11	-0.82	2.39	0.75	2.40	0.000229	0.80	234.66	171.54	0.10
SUNGAJ KABUYUTAN	6	Q25	178.67	-0.82	2.51	0.87	2.52	0.000244	0.85	255.25	171.54	0.10
SUNGAJ KABUYUTAN	6	Q50	205.80	-0.82	2.54	0.96	2.55	0.000307	0.96	259.55	171.54	0.11
SUNGAJ KABUYUTAN	6	Q100	230.22	-0.82	2.62	1.04	2.64	0.000324	1.02	274.28	171.54	0.12
SUNGAJ KABUYUTAN	8	Q2	97.91	-0.79	2.20	0.46	2.20	0.000127	0.54	218.84	180.36	0.07
SUNGAJ KABUYUTAN	8	Q5	129.68	-0.79	2.40	0.61	2.40	0.000141	0.61	256.01	186.39	0.08
SUNGAJ KABUYUTAN	8	Q10	152.11	-0.79	2.43	0.70	2.44	0.000178	0.69	262.78	186.39	0.09
SUNGAJ KABUYUTAN	8	Q25	178.67	-0.79	2.56	0.80	2.56	0.000189	0.74	285.68	186.39	0.09
SUNGAJ KABUYUTAN	8	Q50	205.80	-0.79	2.59	0.89	2.60	0.000234	0.83	292.41	186.39	0.10
SUNGAJ KABUYUTAN	8	Q100	230.22	-0.79	2.68	0.96	2.69	0.000246	0.88	308.99	186.39	0.10
SUNGAJ KABUYUTAN	10	Q2	97.91	-0.69	2.22	0.51	2.23	0.000110	0.51	236.95	201.13	0.07

Hasil penampang melintang eksisting hasil perhitungan HEC-RAS pada tiap tiap debit rencana menunjukkan kondisi muka air hasil perhitungan HEC-RAS, pada Cross Section KM 0+000 mulai dari Q2, Q5, Q10, Q25, Q50, dan Q100 dengan kondisi air Sungai Kabuyutan melimpas melewati tanggul tertinggi



Gambar 3. Daerah Limpasan Dilihat Dari Penampang Memanjang Ekseting Hilir



Gambar 4. Daerah Limpasan Dilihat Dari Penampang Memanjang Ekseting Hulu

3.2.4. Analisis Data Mekanika Tanah dan Sampel Sedimen

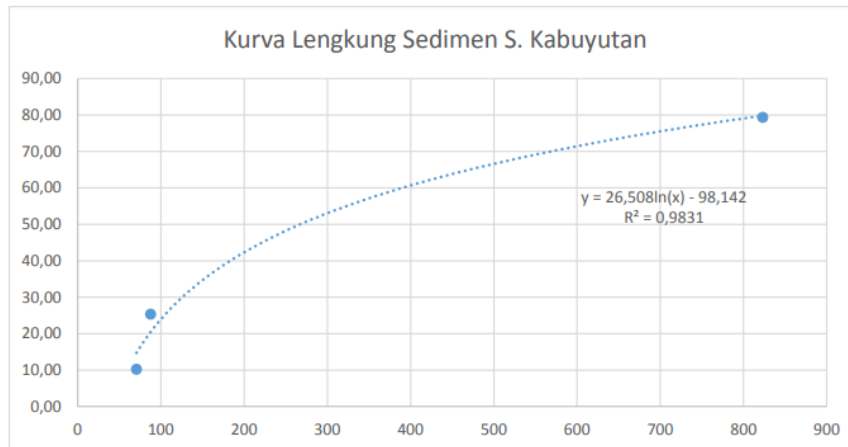
Sedimen layang/ Sedimen Suspensi pada suatu lokasi ruas sungai dari suatu DTA (Daerah Tangkapan Air), apabila saat terukur debit sebesar Q dengan konsentrasi sedimen suspensi rata-rata sebesar C (hasil analisa laboratorium contoh sedimen suspensi), hingga debit sedimen pada waktu pengukuran sebesar Q_s , Sedimen Layang Tidak Terukur (Unsampled Zone) Biasa diambil nilainya antara 2% sampai dengan 10% dari nilai Sedimen Layang dan dalam analisis akan diambil sebesar 10% dari nilai Sedimen layang. Hasil Analisis Sedimen Layang disampaikan dalam tabel berikut ini:

Tabel 4. Hasil Analisis Total Sedimen di Lokasi Pengambilan Sampel Sedimen di Sungai Kabuyutan

No Sample	Lokasi	$Q_{\text{Sedimen Layang}} (Q_s)$ (ton/hari)	Unsample Zone (ton/hari)	Sedimen Dasar (Q_b) (ton/hari)	Total Sedimen (Q_T) (ton/hari)
S KB -1	Kabuyutan	128,432	12,843	3,070	144,345
S KB -2	Kabuyutan	589,711	58,971	0,139	648,821
S KB -3	Kabuyutan	3715,232	371,523	0,023	4086,777
S KB -4	Kabuyutan	135,387	13,539	0,111	149,037
S KB -5	Kabuyutan	822,890	82,289	0,026	905,205
S KB -6	Kabuyutan	87,526	8,753	0,183	96,461
S KB -7	Kabuyutan	31,703	3,170	0,041	34,914
S KB -8	Kabuyutan	70,647	7,065	5,661	83,373

3.2.5. Pembuatan Grafik Hubungan Angkutan Sedimen dengan Debit

Dengan menggunakan hasil pengambilan sampel yang dilakukan di lapangan dan hasil analisis yang telah dilakukan maka dilakukan pengelompokan data pengambilan sedimen berdasarkan lokasi pengambilan sedimen tersebut kemudian dilakukan analisis regresi untuk mengetahui kurva lengkung sedimen yang menggambarkan grafik hubungan antara Debit Sedimentasi dengan Debit Sungai yang terjadi. Hasil Analisis ini hanya dilakukan berdasarkan data jumlah sampel sedimen yang diambil pada saat musim kering/kemarau karena batas pelaksanaan pekerjaan yang ada tidak mencakup musim penghujan, sehingga lengkung sedimen ini masih memerlukan peningkatan data pengambilan sedimen pada saat musim penghujan untuk menghasilkan kurva lengkung sedimen yang mewakili semua kondisi yang mungkin terjadi. Adapun hasil hubungan tersebut dapat dilihat dalam grafik sebagai berikut:



Gambar 5. Kurva Lengkung Sedimen Sungai Kabuyutan

4. KESIMPULAN

4.1 Kesimpulan

Dari analisa diatas dapat disimpulkan sebagai berikut:

- Hujan Rencana yang digunakan yaitu Q2 81,601 m³/det, Q5 104,132 m³/det, Q10 120,036 m³/det, Q25 138,716 m³/det, Q50 158,114 m³/det, Q100 175,572 m³/det
- Dari hasil simulasi hidrolika pada hec-ras terdapat 18 STA yang terjadi limpasan yaitu STA 0 + 000, STA 0 + 200, STA 0 + 400, STA 0 + 600, STA 0 + 800, STA 1 + 000, STA 1 + 200, STA 1 + 400, STA 1 + 600, STA 1 + 800, STA 2 + 400, STA 3 + 200, STA 5 + 400, STA 9 + 800, STA 26 + 800, STA 29 + 00, STA 30 + 000
- Total sedimen Sungai Kabuyutan 6,148,933 ton/hari
- Hubungan antara angkutan sedimen dengan debit berbanding searah dengan $y = 26,508\ln(x) - 98,142$, $R^2 = 0,9831$

4.2 Rekomendasi

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan saran yang dapat diberikan untuk memelihara morfologi Sungai Kabuyutan

- STA 0 – STA 14 = 1. OP sarana prasarana yang ada (Tanggul & Revetmen)
2. Pengerukan dataran banjir
- STA 14 – STA 20 = 1. OP sarana prasarana yang ada (Tanggul & Revetmen)
2. Pengerukan dataran banjir
3. Peningkatan Bio Engineering
- STA 20 – STA 37 = 1. OP prasarana Sungai
2. Pengerukan Bendung Nambo
3. Penanganan serasah pohon dan bambu
- STA 37 – STA 47 = 1. OP Check Dam
2. Pengerukan Sungai pada inlet waduk Malahayu
3. OP prasarana Sungai pada daerah patahan terutama pada kawasan.

DAFTAR PUSTAKA

- Asdak, C. 2014. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- Auliyani dan Wijaya. 2017. *Perbandingan Prediksi Hasil Sedimen Menggunakan Pendekatan Model*
- Journal homepage <https://journal.uniba.ac.id/index.php/jrts>

- Universal Soil Loss Equation Dengan Pengukuran Langsung*. Jurnal Penelitian Pengelolaan Daerah Aliran Sungai. Vol. 1 No. 1 April 2017 : 61-71
- Balai Besar Wilayah Sungai Cimanuk Cisanggarung, 2020, *Monitoring Perubahan Morfologi Sungai Kabuyutan, Babakan, Dan Tanjung Kabupaten Brebes Jawa Tengah*.
- Csaba Zsolt Pregon. 2016. *Ecohydrological and morphological relationships of a regulated lowland river; based on field studies and hydrological modeling*. Ecological Engineering. Volume 94, September 2016, Pages 608-616
- G. Oliveto, M. Marino. 2019. *Morphological Patterns at River Contractions*. Engineering Water. Published: 14 August 2019
- Nasrizal Awang Ali, Junaidah Ariffin, Mohd. Adib Mohd. Razi, Jazuri A. 2016. *Environmental Degradation: A Review on the Potential Impact of River Morphology*. MATEC Web of Conferences 103, 04001 (2017)
- Napu S S S, Salama T H, Manyoe I N, Usman F C A, Samir I, Badaru A W W, Sugianti K. (2018). *Sediment Material Potential of Bone River as a Prevention of Silting and flood of Bone River Estuary, Gorontalo*. IOP Conf Series : Earth and Environmental Science 589 (2020) 012003. DOI: 10.1088/1755-1315/589/1/01/2003.
- Oehadijono. (1993). *Dasar-dasar Teknik Sungai Jakarta*. Universitas Hasanudin.
- Suharjo. Anna Alif Noor, Cholil Munawar, Rudiyanto. (2015). *Analisis Morfologi dan Morfostruktur Serta Pengaruhnya Terhadap Banjir Luapan Sungai Bengawan Solo Hulu Tengah*. Listyawan, dkk, 2019,
- U. R. Mugade and J. B. Sapkale, 2015, *Influence of Aggradation and Degradation on River Channels: A Review*. Int. J. of Engineering and Technical Research, 3(6), 209-212,