

PENGARUH PENAMBANGAN PASIR TERHADAP LAJU DEGRADASI AGRADASI DASAR SUNGAI PROGO

Rudi Saputra, Jazaul Ikhsan*, dan Hakas Prayuda

Jurusan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Yogyakarta

*jazaul.ikhsan@umy.ac.id

Pemasukan: 1 Juni 2021 Perbaikan: 16 Juni 2021 Diterima: 17 Juni 2021

Intisari

Sungai Progo merupakan sungai alami yang memiliki salah satu hulu yang bersumber di Gunung Merapi. Kondisi tersebut mengakibatkan Sungai Progo menerima dampak dari material yang terbawa oleh lahar dingin. Sedimentasi lahar dingin Gunung Merapi menghasilkan salah satu bahan bangunan yang memiliki nilai ekonomis tinggi yakni pasir. Hal tersebut menyebabkan terjadinya penambangan pasir di beberapa titik Sungai Progo. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis volume penambangan pasir, nilai ekonomis penambangan pasir, menghitung besaran angkutan sedimen, dan mengkaji dampak penambangan pasir terhadap stabilitas sungai progo (agradasi/degradasi). Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui data penambang pasir dan dampak ekonomi dari penambangan pasir, jumlah angkutan sedimen, dan nilai agradasi/degradasi Sungai Progo. Metode penelitian dilakukan dengan survei wawancara untuk mendapatkan data volume penambang pasir yang diambil setiap hari, kemudian angkutan sedimen dihitung dengan formula Englund dan Hansen (1950). Hasil penelitian menunjukkan bahwa jumlah penambangan pasir sebesar 76680 m³/tahun. Dampak ekonomi akibat penambangan pasir salah satunya adalah terbukanya lapangan kerja bagi masyarakat sekitar lokasi penambangan, nilai ekonomis yang dihasilkan oleh penambangan pasir per tahun senilai Rp. 6.129.000.000,- dengan jumlah penambang sekitar 198 orang. Angkutan sedimen titik Jembatan Kebon Agung II sebesar 548.700,24 m³/tahun, titik Jembatan Kebon Agung I sebesar 485.977,69 m³/tahun, titik Jembatan Bantar sebesar 763.913,10 m³/tahun. Pias 1 (titik Jembatan Kebon Agung II sampai ke Jembatan Kebon Agung II) mengalami kecenderungan agradasi, dengan nilai degradasi sebesar 0,1537 m/tahun, sedangkan pias 2 (titik Jembatan Kebon Agung I sampai ke Jembatan Bantar) mengalami kecenderungan degradasi, dengan nilai degradasi sebesar - 0,5218 m/tahun.

Kata Kunci : penambang pasir, angkutan sedimen, degradasi, agradasi

Latar Belakang

Secara alami, morfologi sungai akan terbentuk melalui proses alami air mengalir dari mata air diatas permukaan bumi dan akan semakin membesar seiring dengan tingginya intensitas hujan dan debit limpasan (Wiqoyah, 2007). Menurut Soewarno (1991), secara sederhana alur sungai dapat dibagi menjadi tiga bagian, yaitu bagian hulu, bagian tengah, dan bagian hilir. Selain itu, beberapa sungai memiliki fungsi lain yang tidak kalah pentingnya, seperti sungai yang berhulu di gunung berapi yang

aktif akan menjadi tempat mengalirnya lahar dingin ketika terjadi letusan, salah satunya adalah Sungai Progo.

Sungai Progo merupakan sungai yang mengalir di Provinsi Jawa Tengah dan Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta serta bermuara di Samudra Hindia. Panjang Sungai Progo \pm 138 km dan Daerah Aliran Sungai (DAS) seluas \pm 2.421 km². Sungai memiliki peranan penting bagi manusia. Sungai progo adalah salah satu sungai yang sering dimanfaatkan material yang terdapat didalamnya. Material didalam sungai progo Sebagian besar berasal dari banjir lahar yang terjadi (Syafiya & Hadisusanto, 2020).

Pada tahun 2010, letusan Gunung Merapi menghasilkan sekitar 150.000.000 m³ lahar dingin yang merupakan salah satu produk dari erupsi Gunung Merapi. Sekitar 35% produk letusan Gunung Merapi tersebut masuk ke Sungai Gendol berupa aliran piroklastik dan sisanya tersebar di sungai-sungai lain yang berhulu di lereng Gunung Merapi. Aliran debris lahar dingin berpotensi merubah morfologi aliran Sungai Progo secara signifikan. Erosi yang disebabkan oleh air ada berbagai macam, salah satunya adalah erosi tebing sungai (terutama terjadi saat banjir), yaitu tebing tersebut mengalami penggerusan air yang dapat menyebabkan longornya tebing-tebing pada belokan-belokan sungai (Soemarto, 1999). Meninjau dampak dari agradasi dan degradasi tersebut, maka pengendalian dan monitoring kegiatan penambangan pasir sangat dibutuhkan untuk menjaga stabilitas sungai itu sendiri, sehingga tidak berpotensi menimbulkan kerusakan pada bangunan air di sepanjang aliran sungai tersebut. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi yang menjadi pertimbangan dalam pembangunan infrastruktur sungai. Menurut Ahmad dkk., (2016) kualitas air sungai yang di sekitarnya terdapat penambangan pasir mengalami penurunan dibandingkan dengan kualitas air yang tidak terdapat penambangan pasir. Hal ini juga menjadi pertimbangan dalam melakukan penambangan pasir. Penambangan pasir juga berpengaruh terhadap melebarnya badan sungai dan menyebabkan pendangkalan pada titik titik tertentu yang digunakan untuk akses kendaraan (Tamrin dkk., 2018). Namun menurut Dwityaningsih dkk. (2018), penambangan pasir memiliki dampak positif dan juga negatif dampak positif dengan adanya penambangan pasir adalah terbukanya lapangan pekerjaan. Sebaliknya, dampak negatifnya akan merusak keseimbangan dan fungsi lingkungan sungai. Penambangan pasir terus terjadi dikarenakan pasir merupakan komoditas tambang yang sangat penting dalam dunia konstruksi yang digunakan untuk mengembangkan infrastruktur (Suherman dkk., 2015). Guna mengetahui nilai agradasi dan degradasi perlu dilakukan perhitungan hidrometri, kemiringan sungai, angka kekasaran, angkutan sedimen dan perhitungan agradasi dan degradasi itu sendiri.

Kemiringan saluran (*slope*) merupakan salah satu faktor dimana kecepatan aliran gravitasi dapat bertambah atau berkurang. Ketika *slope* curam maka kecepatan aliran gravitasi akan bertambah. Kemiringan *slope* dapat dinyatakan dalam persamaan sebagai berikut:

$$s = \frac{(ElevasiA - ElevasiB)}{JarakTitikAs.dB} 100\% \quad (1)$$

dimana s adalah kemiringan memanjang dasar sungai.

Angka kekasaran (Manning) adalah koefisien yang menunjukkan kekasaran suatu permukaan saluran atau sungai baik pada sisi maupun dasar saluran atau sungai. Salah satu formula yang umum dan sering digunakan untuk saluran terbuka adalah formula Manning. Rumusnya adalah sebagai berikut :

$$V = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}} \quad (2)$$

$$R = \frac{A}{P} \quad (3)$$

dengan,

V = Kecepatan rata-rata (m/s)

R = Jari-jari hidrolik (m)

P = Keliling penampang basah (m)

B = Lebar dasar saluran (m)

D = Kedalaman sungai (m)

S = Kemiringan saluran

n = Koefisien Manning

Proses sedimentasi meliputi proses erosi, transportasi (angkutan), pengendapan (*deposition*) dan pemadatan (*compaction*) dari sedimentasi itu sendiri. Angkutan sedimen (*sedimen transport*) adalah ilmu yang melibatkan keterkaitan antara aliran air dan partikel sedimen (Yang, 1996). Sebagai akibat dari perubahan volume angkutan sedimen adalah terjadinya penggerusan di beberapa tempat serta terjadi pengendapan ditempat lain pada dasar sungai. Dengan demikian, umumnya bentuk dasar sungai akan selalu berubah (Soewarno, 1991).

Adapun persamaan total angkutan sedimen Englund dan Hansen adalah sebagai berikut:

$$q_s = 0.05 \gamma_s V^2 \left[\frac{d_{50}}{g \left(\frac{\gamma_s}{\gamma} - 1 \right)} \right]^{\frac{1}{2}} \left[\frac{\tau_0}{g \left(\frac{\gamma_s}{\gamma} - 1 \right)} \right]^{\frac{3}{2}} \quad (4)$$

$$Q_s = W \times q_s \quad (5)$$

dengan:

γ_s = Berat jenis sedimen (kg/m³)

γ = Berat jenis air (kg/m³)

g = Gravitasi (m/s²)

V = Kecepatan aliran (m/s²)

τ_0 = Tegangan geser pada alas alur (kg/m²) d_{50}

W = Lebar saluran (m)

Q_s = Angkutan sedimen (kg/s)

Persamaan untuk mencari agradasi/ degradasi adalah sebagai berikut,

$$V = (Q_{in} - Q_{out}) - PenambangPasir \tag{6}$$

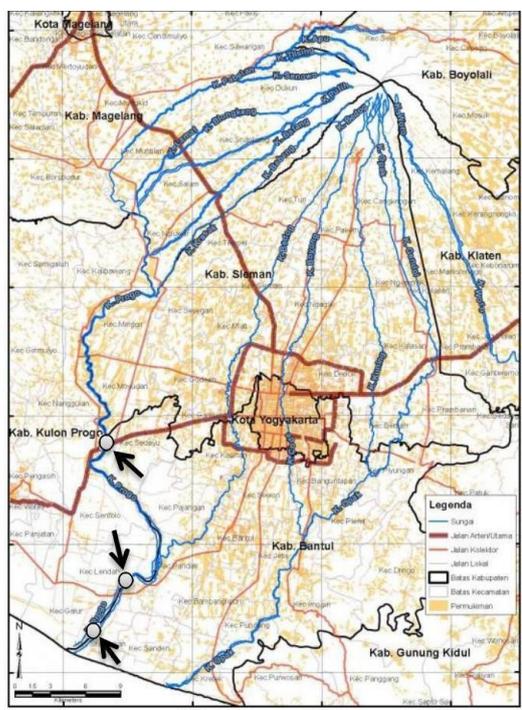
$$H = \frac{V}{Jarak \times \left(\frac{W_1 + W_2}{2} \right)} \tag{7}$$

dengan *H* adalah tinggi agradasi/degradasi, dan *V* adalah volume penambangan pasir.

Metodologi Studi

Lokasi dan Waktu Penelitian.

Lokasi penelitian berada pada sepanjang aliran Sungai Progo dari hulu hingga tengah aliran sungai, tepatnya dari Jembatan Bantar sampai Jembatan Kebon Agung II. Pengambilan data survei penambang pasir dilakukan selama empat hari yakni pada tanggal 22, 24, 28 Februari 2017 dan 02 Maret 2017 di Sungai Progo. Uji gradasi dilaksanakan pada tanggal 20-21 Maret 2017 di Laboratorium Teknik Sipil UMY. Pada Gambar 1 dapat dilihat peta lokasi survei dan titik lokasi pengambilan sampel dapat dilihat pada Gambar 1 yang ditandai dengan tanda panah. Menurut Soewarno (1991) dalam arti luas hidrometri dapat didefinisikan sebagai suatu ilmu pengetahuan yang mempelajari pengukuran air pada siklus hidrologi atau ilmu tentang pengumpulan dan pemrosesan data dasar untuk analisa hidrologi.

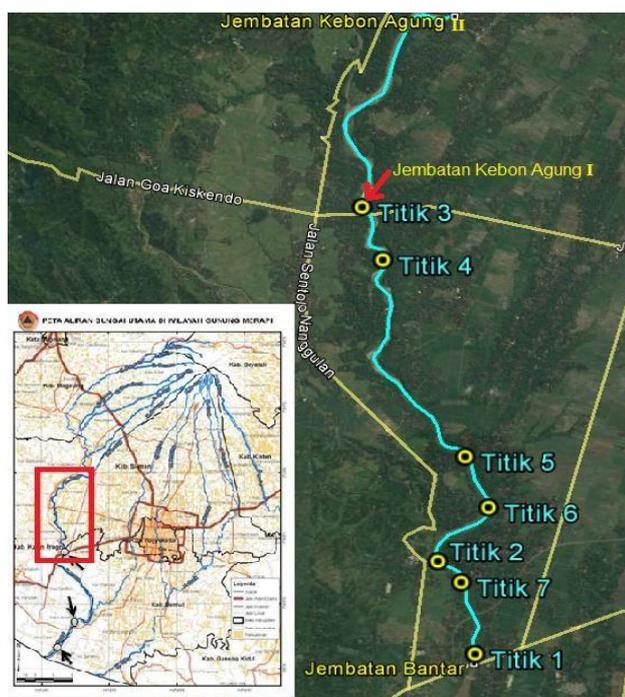


Gambar 1. Peta aliran sungai utama di wilayah Gunung Merapi

Data Pengujian

Data Penambangan Pasir

Lokasi penambangan tersebar mulai dari titik Jembatan Bantar sampai Jembatan Kebon Agung II, di kanan kiri sungai dengan mempertimbangkan akses masuk ke area penambangan. Semakin banyak kuantitas sedimen, maka kegiatan ini akan semakin aktif. Lokasi penambangan ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Lokasi penambangan ruas Jembatan Kebon Agung II - Jembatan Bantar Sungai Progo

Berdasarkan titik penambangan diatas dan proses tanya jawab oleh pengelola tambang maka didapatkan data jumlah volume penambangan dan hasil ekonomis yang didapatkan oleh pertambangan tersebut. Data tersebut dapat dilihat pada Tabel 1 dan 2.

Tabel 1. Data penambangan pasir Jembatan Bantar – Jembatan Kebon Agung II

Titik	Lokasi Penambangan	Volume Penambangan (m ³ /hari)	Jumlah Penambang (orang)
1	Jembatan Bantar	8	6
2	Gamplong	88	90
3	Prapak Kulon	43	18
4	Grubug	20	18
5	Dukuh	12	30
6	Wijilan	32	26
7	Ploso	6	10

Tabel 2. Nilai ekonomis penambangan pasir

Lokasi Penambangan	Nilai Ekonomis yang dihasilkan
Jembatan Bantar	Rp. 600.000,-
Gamplong	Rp. 6.600.000,-
Prapak Kulon	Rp. 3.225.000,-
Grubug	Rp. 1.600.000,-
Dukuh	Rp. 1.200.000,-
Wijilan	Rp. 3.200.000,-
Ploso	Rp. 600.000,-

Data Hidrometri

Data hidrometri pada penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan kecepatan aliran (*V*), lebar saluran (*W*), lebar dasar saluran (*B*), keliling penampang basah (*P*), luas penampang basah (*A*), dan slope (*S*).

1. Data Kecepatan

$$V = k.V = k.c. \frac{L}{t}$$

$$V = 0.74 \times 0.90 \times \left[\frac{\left(\frac{10}{10.24} \right) + \left(\frac{10}{7.53} \right) + \left(\frac{10}{7} \right)}{3} \right]$$

$$V = 0.83m / s$$

2. Data Penampang

Tabel 3. Data penampang sugai

Titik	Kebon Agung II	Kebon Agung I	Bantar
W (m)	79,65	54,30	81,41
L (m)	21,57	11,36	5,96
D (m)	2,53	4,71	2,94
B (m)	36,51	31,57	69,50
M	8,53	2,41	2,03
P (m)	79,95	56,17	82,78
A (m ²)	146,94	202,06	221,84

3. Kemiringan *Slope*

$$s = \frac{(ElevasiA - ElevasiB)}{JarakTitikAs.dB} 100\%$$

$$s = \frac{(69 - 47)}{14.127} 100\%$$

$$s = 0,156\%$$

$$s = 0,00156$$

Data Angkutan Sedimen

1. Tegangan geser pada alas alur (τ_0)

$$\tau_0 = \gamma \times D \times S \tag{8}$$

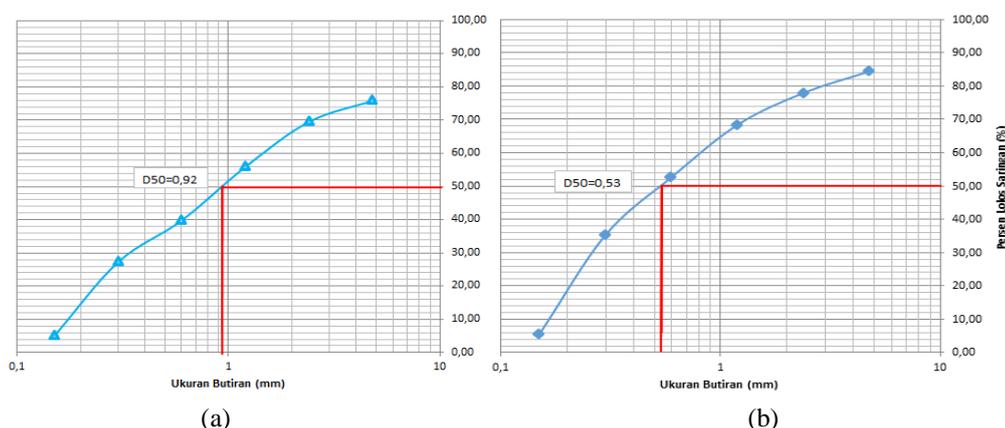
dengan,

- γ = Berat jenis air (kg/m^3)
- D = Kedalaman sungai (m)
- S = Kemiringan saluran

Diperoleh τ_0 pada titik Kebon Agung II sebesar $3,94 \text{ kg/m}^2$, titik Kebon Agung I sebesar $7,33 \text{ kg/m}^2$, dan titik Bantar sebesar $4,58 \text{ kg/m}^2$. Kondisi kedalaman sungai mempengaruhi besarnya τ_0 .

2. Ukuran diameter butiran sedimen d_{50}

Ukuran d_{50} yang diperoleh dari hasil uji gradasi sampel sedimen dasar sungai.



Gambar 3. (a). Grafik uji gradasi sedimen Prapak Kulon (Kebon Agung I dan Kebon Agung II) (b). Grafik uji gradasi sedimen hulu Jembatan Bantar

3. Nilai kekasaran dari Manning
Didapatkan nilai n rata rata berdasarkan hasil perhitungan adalah sebesar $0,0855529$
4. Data Debit
Data debit rerata bulanan diperoleh dari datadebit stasiun Kalibawang tahun 2012, karena stasiun ini merupakan stasiun terdekat dengan Jembatan Kebon Agung II.
5. Kedalaman Sungai Perbulan dan Kecepatan aliran
Berdasarkan data debit tahun 2012, dapat dicari kedalaman sungai per bulan tahun 2017 dengan menggunakan Q . nilai D pada bulan januari 2017 sampai Desember 2017 dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Data kecepatan dan tinggi sungai

Bulan	Kedalaman Sungai, D (m)			Kecepatan aliran, V		
	Kebon Agung II	Kebon Agung I	Bantar	Kebon Agung II	Kebon Agung I	Bantar
Januari	3,192	5,172	3,795	0,787	0,565	0,968
Febuari	3,016	4,886	3,586	0,763	0,548	0,935
Maret	2,194	3,554	2,608	0,640	0,459	0,770
April	2,070	3,354	2,462	0,619	0,444	0,743
Mei	1,911	3,096	2,272	0,592	0,425	0,707
Juni	1,112	1,802	1,322	0,436	0,310	0,502
Juli	0,576	0,933	0,685	0,296	0,208	0,329
Agustus	0,435	0,705	0,518	0,250	0,174	0,274
September	0,352	0,570	0,418	0,219	0,152	0,238
Oktober	0,627	1,016	0,745	0,312	0,219	0,347
November	1,366	2,214	1,625	0,491	0,350	0,573
Desember	2,052	3,324	2,439	0,616	0,442	0,739

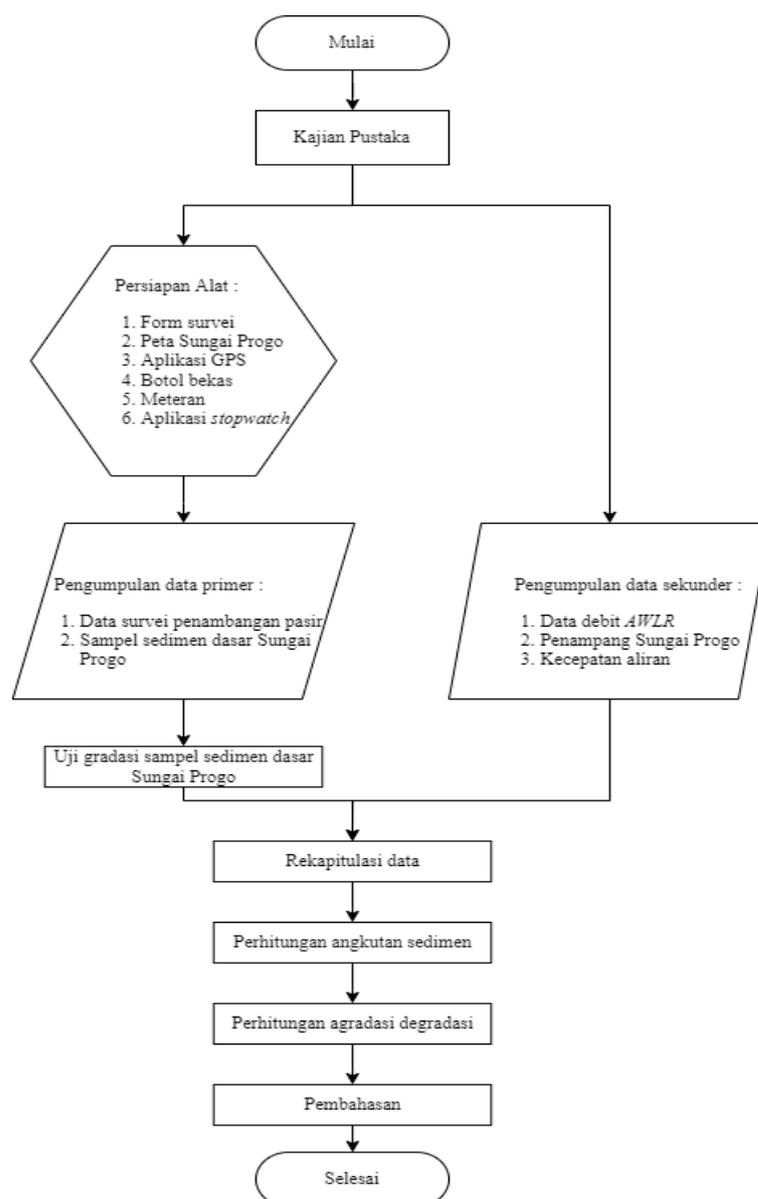
6. Angkutan Sedimen Perbulan

Berdasarkan perhitungan dapat diketahui angkutan sedimen titik Jembatan Kebon Agung II sebesar 548.700,24 m³/tahun, titik Jembatan Kebon Agung I sebesar 485.977,69 m³/tahun, titik Jembatan Bantar sebesar 763.913,10 m³/tahun.

Tahapan Penelitian.

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui data penambang pasir, jumlah angkutan sedimen, dan nilai agradasi/degradasi Sungai Progo. Untuk mengetahui data penambang pasir dilakukan survei wawancara kepada para penambang pasir. Angkutan sedimen di tentukan dengan dengan formula Englund dan Hansen (1950) dan rumus angka kekasaran (*manning*).

Jenis data yang digunakan adalah data primer dan data sekunder. Data primer meliputi data survei penambangan pasir dan gradasi butiran sedimen dasar Sungai Progo. Pengumpulan data dilakukan dengan cara terjun langsung di lapangan dan uji laboratorium. Data penambang pasir diperoleh dari survei lapangan dengan metode wawancara kepada penambang pasir. Adapun data penambang pasir meliputi volume penambangan per hari, jumlah penambang, metode penambangan, pemasaran pasir, harga jual pasir, dan harga beli pasir di lokasi. Pada uji laboratorium didapatkan data gradasi butiran agregat dari sampel yang diambil di setiap titik lokasi penambangan. Data sekunder meliputi data debit AWLR, kecepatan aliran, dan penampang sungai. Alur penelitian dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Diagram alur penelitian

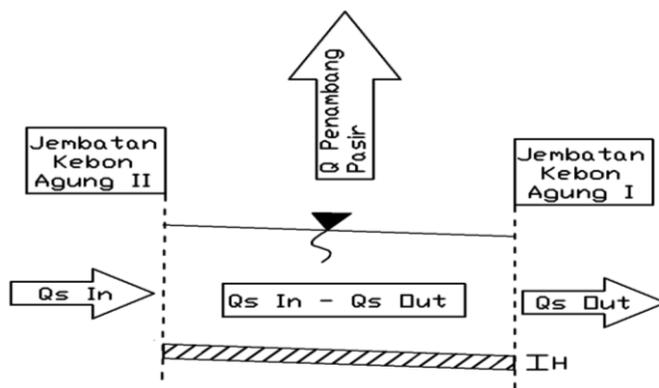
Hasil Studi dan Pembahasan

Degradasi dan Agradasi Sungai

Analisis agradasi dan degradasi dilakukan pada masing masing Pias berdasarkan Persamaan 6 dan Persamaan 7. Pias 1 ditinjau dari Jembatan Kebon Agung II sebagai $Q_s In$ menuju Jembatan Kebon Agung I sebagai $Q_s Out$ (Gambar 5), dan Pias 2 ditinjau dari Jembatan Kebon Agung I sebagai $Q_s In$ menuju Jembatan Bantar sebagai $Q_s Out$ (Gambar 6). Hasil analisis agradasi dan degradasi dapat dilihat pada Tabel 5 dan Tabel 6.

Tabel 5. Hasil analisis agradasi degradasi Pias 1

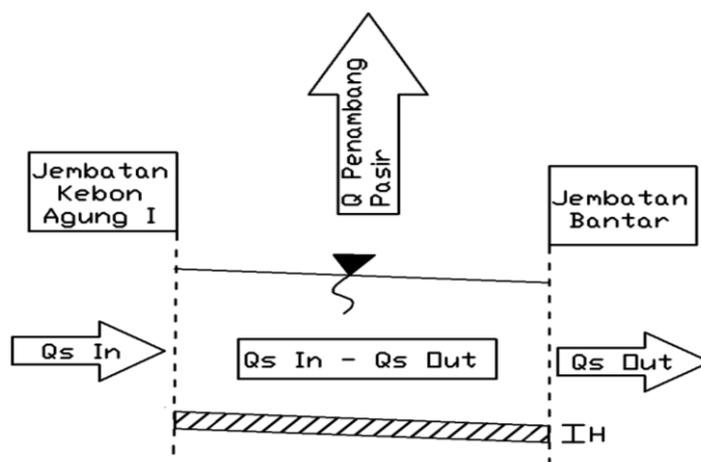
Bulan	Qs Kebon Agung II (Qs In) (m ³)	Qs Kebon Agung I (Qs Out) (m ³)	Qs In - Qs Out (m ³)	Q Penambang Pasir (m ³)	V (m ³)	H (m)
Januari	98.452,7	87.891,2	10.561,5	1.290	9.271,5	0,0302
Februari	92.466,9	82.568,4	9.898,5	1.290	8.608,5	0,0280
Maret	65.063,1	57.963,8	7.099,3	1.290	5.809,3	0,0189
April	61.023,3	54.308,6	6.714,7	1.290	5.424,7	0,0176
Mei	55.815,8	49.589,5	6.226,3	1.290	4.936,3	0,0161
Juni	30.268,7	26.429,1	3.893,6	1.290	2.549,6	0,0083
Juli	13.933,4	11.860,6	2.072,8	1.290	782,8	0,0025
Agustus	9.907,9	8.353,0	1.554,9	1.290	264,9	0,0009
September	7.617,8	6.380,7	1.237,1	1.290	-52,9	-0,0002
Oktober	15.436,9	13.182,0	2.255,0	1.290	965,0	0,0031
November	38.298,0	33.692,3	4.605,7	1.290	3.315,7	0,0108
Desember	60.415,8	53.758,5	6.657,3	1.290	5.367,3	0,0175
Σ per tahun	548.700,2	485.977,7	62.722,5	15.480	47.242,5	0,1537



Gambar 5. Ilustrasi angkutan sedimen Pias 1

Tabel 6. Hasil analisis agradasi degradasi Pias 2

Bulan	Qs Kebon Agung II (Qs In) (m ³)	Qs Kebon Agung I (Qs Out) (m ³)	Qs In - Qs Out (m ³)	Q Penambang Pasir (m ³)	V (m ³)	H (m)
Januari	87.891,2	144.784,4	-56.893,3	4.980	-61.873,3	-0,0956
Februari	82.568,4	135.191,3	-52.623,0	4.980	-57.603	-0,0890
Maret	57.963,8	91.650,0	-33.686,1	4.980	-38.666,1	-0,0890
April	54.308,6	85.328,5	-31.019,9	4.980	-35.999,9	-0,0597
Mei	49.589,5	77.238,5	-27.649,0	4.980	-32.629,0	-0,0556
Juni	26.429,1	39.008,9	-12.579,7	4.980	-17.559,7	-0,0504
Juli	11.860,6	16.676,8	-4.816,2	4.980	-9.796,2	-0,0271
Agustus	8.353,0	11.571,6	-3.218,7	4.980	-8.198,7	-0,0127
September	6.380,7	8.757,6	-2.376,9	4.980	-7.356,9	-0,0114
Oktober	13.182,0	18.630,8	-5.448,8	4.980	-10.428,8	-0,0161
November	33.692,3	50.693,5	-17.001,2	4.980	-21.981,2	-0,0340
Desember	53.758,5	84.381,1	-30.622,6	4.980	-35.602,6	-0,0550
Σ per tahun	485.977,7	763.913,1	-277.935,4	59.760	-337.695,4	-0,5218



Gambar 6. Ilustrasi angkutan sedimen Pias 2

Berdasarkan Perhitungan yang dilakukan dan data hasil analisis tanya jawab kepada pengelola tambang Pias 1 (Kebon Agung II - Kebon Agung I) mengalami degradasi sebesar $-0,1537$ m/tahun dan Pias 2 (Kebon Agung I – Bantar) mengalami degradasi sebesar $-0,5218$ m/tahun. Jadi, Pias 1 mengalami penurunan elevasi dasar sungai sebesar $-0,1537$ m dalam setahun dan Pias 2 mengalami penurunan elevasi dasar sungai sebesar $-0,5218$ m dalam setahun. Dari data tersebut, Pias 2 mengalami degradasi seiring dengan banyaknya jumlah penambang pasir, sedangkan di Pias 1 hanya ada satu penambang pasir, maka salah satu usaha yang dapat diterapkan adalah memindahkan beberapa penambang pasir yang ada di Pias 2 ke Pias 1.

Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan

Selain mempunyai dampak yang baik dari segi ekonomi, penambangan pasir di Sungai Progo dari Jembatan Kebon Agung II sampai Jembatan Bantar memiliki potensi mengalami degradasi dan agradasi. Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan pada penelitian ini, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Volume penambangan pasir di Sungai Progo, dari bagian tengah sungai di titik Jembatan Kebon Agung II sampai ke Jembatan Bantar adalah sebesar $213 \text{ m}^3/\text{hari} = 76.680 \text{ m}^3/\text{tahun}$.
2. Dampak ekonomi akibat penambang pasir di Sungai Progo adalah penambangan pasir memberikan lapangan kerja bagi masyarakat sekitar lokasi penambangan dengan nilai ekonomis yang dihasilkan oleh penambangan pasir per tahun senilai Rp. 6.129.000.000,-.
3. Data angkutan sedimen, pada lokasi penelitian diketahui sebagai berikut:
 - a. Angkutan sedimen di titik 1 pada lokasi Jembatan Kebon Agung II adalah sebesar $548.700,24 \text{ m}^3/\text{tahun}$.
 - b. Angkutan sedimen di titik 2 pada lokasi Jembatan Kebon Agung I Sungai Progo adalah sebesar $485.977,69 \text{ m}^3/\text{tahun}$.
 - c. Angkutan sedimen di titik 2 pada lokasi Jembatan Bantar Sungai Progo adalah sebesar $763.913,10 \text{ m}^3/\text{tahun}$.

4. Dampak penambangan pasir terhadap stabilitas dasar Sungai Progo:
 - a. Titik Jembatan Kebon Agung I sampai ke Jembatan Kebon Agung II yaitu mengalami kecenderungan agradasi, dengan nilai agradasi sebesar 0,1537 m/tahun.
 - b. Titik Jembatan Kebon Agung I sampai ke Jembatan Bantar yaitu mengalami kecenderungan degradasi, dengan nilai degradasi sebesar - 0,5218 m/tahun.

Saran

Untuk penelitian lebih lanjut tentang tinjauan penambangan pasir di Sungai Progo terhadap laju degradasi agradasi elevasi dasar sungai, yaitu mencari data yang di perlukan sebelum masuk analisis, disarankan membandingkan dengan persamaan lain tidak hanya dengan satu persamaan supaya data yang diperoleh dapat maksimal, mencoba dengan debit di tahun yang berbeda.

Daftar Referensi

- Ahmad, R., Idiannor, M., Mijani, R., & Jamzuri, H., 2016. Status Kualitas Air Sungai Sekitar Kawasan Penambangan Pasir Di Sungai Batang Alai Desa Wawai Kalimantan Selatan. *EnviroScienteeae*, 12(1), 1–6.
- Dwityaningsih, R., Triwuri, N. A., & Handayani, M., 2018. Analisa Dampak Aktivitas Penambangan Pasir Terhadap Kualitas Fisik Air Sungai Serayu Di Kabupaten Cilacap. *Jurnal Akrab Juara*, 3(3), 1–8.
<http://www.akrabjuara.com/index.php/akrabjuara/article/view/336>
- Soemarto, 1999. *Hidrologi Teknik* (I. P. Wahyu (ed.); 2nd ed.). Erlangga.
- Soewarno, 1991. *Hidrologi: Pengukuran dan pengolahan data aliran sungai (hidrometri)*. Penerbit Nova.
- Suherman, D. W., Suryaningtyas, D. T., & Mulatsih, S., 2015. Impact of Sand Mining to the Land and Water Conditions at Sukaratu Sub District, Tasikmalaya District. *Journal of Natural Resources and Environmental Management*, 5(2), 99–105. <https://doi.org/10.19081/jpsl.5.2.99>
- Syafiya, A., & Hadisusanto, S., 2020. Komunitas Makrozoobentos di Kawasan Penambangan Pasir di Sungai Progo (Macrozoobenthos Community in Sand Mining Area of Progo River). *Jurnal Manusia Dan Lingkungan*, 26(2), 52. <https://doi.org/10.22146/jml.40255>
- Tamrin, -, Saam, Z., & Siregar, S. H., 2018. Analisis Kegiatan Penambangan Pasir – Batu Terhadap Erosi, Kualitas Air Dan Sosial Ekonomi Masyarakat Di Sekitar Sungai Indragiri. *Photon: Jurnal Sain Dan Kesehatan*, 8(2), 67–74. <https://doi.org/10.37859/jp.v8i2.718>
- Wiqoyah, Q., 2007. *Pengaruh tras terhadap parameter kuat geser tanah lempung the effect of tras on shear strength parameter of clay 1*). 7, 147–153.
- Yang, C. T., 1996. *Sediment Transport : Theory and Practice*. The McGra-Hill Companies.