

STUDI KASUS IMBANGAN ANGKUTAN SEDIMEN DI KALI PUTIH

Rizal Gunawan¹, Darmono²

^{1,2} Jurusan Pendidikan Teknik Sipil dan Perencanaan, FT-UNY
darmono@uny.ac.id

ABSTRACT

This study aims to find out the volume of a flood plan and balance between sediment raised in the mining of sand and sediment that comes in the time of flooding in kali Putih river's area regional of Srumbung. The method of study is using observation method, interview method, and literature method. Hydrology data used in this study is map kali Putih river, map rain stasiun, and gradation of sand grains. To calculate the volume of a flood plan is using the rational method, weduwen method, and hasper method. And to calculate sediment transport using Mayer, Peter and Muller formulation. The calculation based on 5 rain station Argomulyo, G.maron, Ngepos, Babadan, and Kaliadem station using (1) Rasional, (2) Weduwen and (3) Hasper to 5 year reissue period are: (1) 233,94 m³/sec, (2) 80,67 m³/sec, (3) 129,48 m³/sec. Tthe result of the calculation of sediment transport using Meyer, Petter and Muller formulation produces sediment transport base for the entire widht of the river of 4,66 m³/second, and base sediment transport for 1 hour of 16776 m³. From the result of mining sediment of Srumbung area is 492750 m³/year. So the mining was done in Srumbung for 1 year is 492750 m³ can be offset by during floods for 11,54 hours resulting heaps of 493214,4 m³.

PENDAHULUAN

Gunung Merapi yang berada di perbatasan antara Daerah Istimewa Yogyakarta dengan Provinsi Jawa Tengah ini merupakan salah satu gunung teraktif di dunia. Letusan gunung Merapi tersebut mengeluarkan material vulkanik berupa pasir, kerikil, dan bebatuan. Material tersebut kemudian turun karena terbawa oleh aliran air dari lereng gunung menuju ke sungai, dalam hal ini bisa disebut sebagai lahar dingin. Seperti Kali Putih yang berlokasi di Kabupaten Magelang yang merupakan salah satu jalur aliran lahar dingin dari gunung merapi. Di sepanjang aliran kali putih ini merupakan daerah hunian serta sebagai sumber penghidupan penduduk sekitar dari hasil perkebunan dan pertanian.

Pada saat terjadinya lahar dingin, arah aliran lavanya lurus mengikuti arah aliran kali putih, hal ini menyebabkan bangunan-bangunan di sekitar hancur dan rusaknya area perkebunan dan pertanian di sekitar kali putih tersebut. Dampak lain yang terjadi yaitu adanya perubahan luas atau bentuk sungai sehingga menciptakan bentuk sungai yang baru. Setelah terjadinya lahar dingin, sedimen yang terbawa oleh aliran air tersebut kemudian mengendap dan menjadikan area di sekitar kali menjadi area penambangan sedimen. Kejadian proses sedimentasi yang terjadi di kali putih tersebut mengakibatkan pendangkalan sungai, tetapi dilihat dari banyaknya penambangan yang dilakukan di daerah sekitar kali Putih ada kemungkinan untuk mengurangi pendangkalan di dasar sungai. Berdasarkan permasalahan tersebut di atas perlu dilakukan kajian mengenai studi kasus imbangan angkutan sedimen di kali Putih.

Kali putih merupakan salah satu jalur aliran lahar dingin dari Gunung Merapi yang lokasinya di Kabupaten Magelang. Kali Putih ini terletak pada titik koordinat 07°36' 9" LS - 110°11'103,8" BT. Pada saat Gunung Merapi meletus dan membawa lahar dingin, lahar dingin ini mengalir mengikuti arah aliran kali putih, dan menyebabkan bangunan-bangunan di sekitarnya hancur. Dampak yang

Studi Kasus Imbangan ... (Rizal/ hal. 90 - 94)

terjadi akibat adanya lahar dingin tersebut yaitu terjadinya perubahan luas atau bentuk pada sungai sehingga menciptakan bentuk sungai yang baru, rusaknya lahan pertanian, perladangan, pemukiman dan bangunan yang berada di sekitar sungai.

DAS adalah suatu daerah yang dibatasi oleh pemisah topografi yang menerima hujan, menampung, menyimpan dan mengalirkan ke sungai dan seterusnya ke danau atau ke laut. Komponen masukan dalam DAS adalah curah hujan, sedangkan keluarannya terdiri dari debit air dan muatan sedimen (Suripin, 2004). Konsep Daerah Aliran Sungai (DAS) merupakan dasar dari semua perencanaan hidrologi tersusun dari DAS-DAS kecil, dan DAS kecil ini juga tersusun dari DAS-DAS yang lebih kecil lagi sehingga dapat didefinisikan sebagai suatu wilayah yang dibatasi oleh batas alam seperti punggung bukit-bukit atau gunung, maupun batas buatan seperti jalan atau tanggul dimana air hujan yang turun di wilayah tersebut memberi aliran ke titik kontrol (outlet). DAS Krasak merupakan daerah yang terletak di lereng barat gunung Merapi yang secara administratif berada di wilayah kabupaten Magelang, kabupaten Sleman dan sedikit kabupaten Kulon Progo (Chrisna, 2011).

Perhitungan curah hujan rencana digunakan untuk meramalkan besarnya hujan dengan periode ulang tertentu (Soewarno, 1995). Berdasarkan curah hujan rencana dapat dicari besarnya intensitas hujan (analisis frekuensi) yang digunakan untuk mencari debit banjir rencana. Analisis frekuensi ini dilakukan dengan menggunakan sebaran gumbel tipe I, sebaran Log *Pearson* tipe III, sebaran normal Normal dan sebaran Log Normal. Uji sebaran dilakukan dengan uji kecocokan distribusi yang dimaksudkan untuk menentukan apakah persamaan sebaran peluang yang telah dipilih dapat menggambarkan atau mewakili dari sebaran statistik sampel data yang dianalisis tersebut (CD.Soemarto, 1987). Ada dua jenis uji kecocokan yaitu uji kecocokan *Chi-Square* dan *Smirnov-Kolmogorof*.

Uji kecocokan *Chi Square* dimaksudkan untuk menentukan apakah persamaan sebaran peluang yang telah dipilih dapat mewakili dari distribusi statistik sampel data yang dianalisis didasarkan pada jumlah pengamatan yang diharapkan pada pembagian kelas dan ditentukan terhadap jumlah data pengamatan yang terbaca didalam kelas tersebut atau dengan membandingkan nilai *Chi Square* (χ^2) dengan nilai *Chi Square* kritis (χ^2_{cr}). Uji kecocokan *Chi-Square* menggunakan rumus (Soewarno, 1995). Menurut Suripin (2004) ada beberapa metode untuk memperkirakan debit banjir rencana. Metode yang dipakai pada suatu lokasi lebih banyak ditentukan oleh ketersediaan data. Dalam prakteknya perkiraan debit banjir dilakukan dengan beberapa metoda dan debit banjir rencana ditentukan berdasarkan pertimbangan teknis (*engineering judgement*). metode yang digunakan diantaranya adalah metode rasional, metode Weduwen dan metode Hasper.

Sedimentasi dapat didefinisikan sebagai pengangkutan, melayangnya (suspensi) atau mengendapnya material fragmentasi oleh air. Sedimentasi merupakan akibat adanya erosi, dan memberi banyak dampak di sungai, saluran, waduk, bendungan atau pintu-pintu air, dan di sepanjang sungai (CD.Soemarto, 1987). Angkutan sedimen terjadi dengan 2 cara sebagai berikut (Mardjiko, 1985): (1) Muatan Dasar (*Bed Load Transport*). Muatan dasar (*Bed Load*) adalah partikel yang bergerak pada dasar sungai dengan cara berguling, meluncur dan meloncat. Muatan dasar keadaannya selalu bergerak, oleh sebab itu pada sepanjang aliran dasar sungai selalu terjadi proses degradasi dan aggradasi yang disebut sebagai "alterasi dasar sungai": (2) Muatan Layang (*Suspended Load Transport*). Muatan layang (*suspended load*) yaitu partikel yang bergerak dalam pusaran aliran yang cenderung terus menerus melayang bersama aliran. Ukuran partikelnya lebih kecil dari 0,1 mm. Menurut asal (*origin*) dapat dibedakan sebagai berikut (Mardjiko, 1985): (a) *Bed material transport*. Asal bahan yang ditranspor ada di dasar sungai, artinya transpornya ditentukan oleh keadaan dasar dan aliran dapat berupa bed load dan suspended load; (b) *Wash load* (Einstein). Bahan yang diangkut tidak, atau untuk sebagian kecil berasal dari dasar sungai setempat. Bahan transpor berasal dari sumber luar (erosi) dan tidak

mempunyai hubungan langsung dengan kondisi lokal. Material hanya dapat berupa *suspended load*. Biasanya halus sekali, $d < 0,05$ mm (*silt, clay, colloids*) dan berlingkungan di antara butir-butir yang lebih besar serta tidak mempengaruhi perubahan konfigurasi dasar sungai.

Sedangkan partikel yang lebih besar antara lain pasir kasar cenderung bergerak dengan cara melompat (*saltation load*). Sedangkan partikel yang lebih besar seperti kerikil atau bebatuan bergerak dengan cara merayap atau menggelinding di dasar sungai (*bed load*). Besarnya ukuran sedimen yang terangkut aliran air ditentukan oleh interaksi faktor-faktor sebagai berikut: (1) Ukuran sedimen yang masuk ke sungai; (2) Karakteristik saluran; (3) Debit; (4) Karakteristik fisik partikel sedimen. Untuk perhitungan transport sedimen menggunakan salah satu metode yaitu Meyer-Peter-Muller (Mardjiko, 1985):

$$\omega \frac{Q_s}{Q} h \left(\frac{k_s}{k'} \right)^{3/2} I = 0,047 (s - s_c) d_{50} + 0,25 \left(\frac{\omega}{g} \right)^{2/3} T b^{2/3} \dots \dots \dots (1)$$

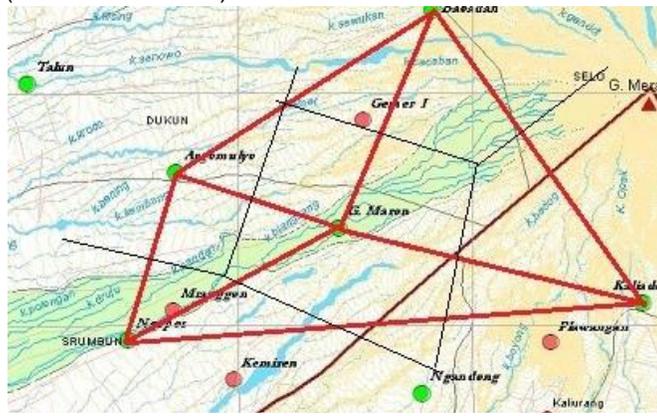
Sedimen di dalam sungai, terlarut atau tidak terlarut merupakan produk dari pelapukan batuan induk yaitu partikel-partikel tanah atau produk dari gunung berapi yaitu berupa batu-batu besar. Begitu sedimen memasuki badan sungai, maka berlangsunglah pengangkutan sedimen. Kecepatan pengangkutan sedimen merupakan fungsi dari kecepatan aliran sungai dan ukuran partikel sedimen. Partikel sedimen ukuran kecil seperti tanah liat dan debu dapat diangkut aliran air dalam bentuk terlarut (*wash load*). Pasir halus bergerak dengan cara melayang (*suspended load*). Besarnya sedimen yang masuk ke sungai dan besarnya debit ditentukan oleh faktor iklim, topografi, geologi, vegetasi. Sedangkan karakteristik sungai yang penting, terutama bentuk morfologi sungai, tingkat kekerasan dasar sungai dan kemiringan sungai. Dalam kajian ini, perhitungan transport sedimen menggunakan metode Meyer-Peter-Muller. Rumus-rumus yang digunakan dalam perhitungan sedimen yaitu sebagai berikut

METODE

Pada kajian ini tahapan yang dilakukan adalah sebagai berikut: menentukan daerah aliran sungai (DAS) beserta luasannya. Menentukan luas pengaruh dari stasiun hujan yang mewakili DAS Kali Putih. Menentukan curah hujan maksimum tiap tahun dari data curah hujan dari stasiun yang ada. Jika ada salah satu data tahunan yang kosong dikarenakan alat rusak atau hilang, maka menggunakan data bangkitan dari data yang ada. Menghitung curah hujan rencana dengan periode ulang T tahun. Menghitung debit banjir rencana berdasarkan besarnya curah hujan rencana pada periode ulang T tahun. Analisis gradasi butiran sedimen. Menghitung volume sedimen sungai Kali Putih.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Daerah aliran sungai (DAS) Kali Putih terbagi dalam luasan poligon Thiessen yang diperoleh dengan cara menarik garis lurus dari stasiun Ngepos, Argomulyo, G.Maron, Babadan, Kaliadem sehingga membentuk segitiga, kemudian bagi segitiga tersebut pada garis sumbu sehingga membentuk luasan yang mewakili masing-masing Stasiun curah hujan tersebut. Sketsa daerah aliran sungai kali Putih dan poligon Thiessen dari Stasiun Ngepos, Argomulyo, G.Maron, Babadan, Kaliadem ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar 1. Sketsa DAS Kali Putih dalam Poligon Thiessen

Besarnya luas pengaruh stasiun terhadap daerah aliran sungai. Kali Putih ditunjukkan pada tabel 1 berikut.

Tabel 1. Luas Pengaruh Stasiun Hujan

No	Nama Stasiun	Luas (km ²)	Bobot(%)
1	Argomulyo	0,66	5,77
2	Ngepos	1,61	14,07
3	G.Maron	4,37	38,20
4	Babadan	2,91	25,44
5	Kaliadem	1,89	16,52
Luas total		11,44	100

Untuk menghitung curah hujan ini ada beberapa cara yang digunakan yaitu cara rerata aljabar, cara poligon thiessen dan cara isohyet. Harga rata-rata hitung didapatkan dengan menjumlahkan data curah hujan dari semua tempat pengukuran selama 10 tahun. Dalam kajian ini digunakan cara poligon thiessen dianggap bahwa data curah hujan dari suatu tempat pengamatan dapat dipakai untuk daerah pengaliran sekitar yaitu pada stasiun Argomulyo, stasiun G.maron, stasiun Ngepos, stasiun Babadan dan stasiun Kaliadem. Pemilihan metode Thiessen ini dipilih karena pertimbangan sebagai berikut: (1) Merupakan cara yang sangat baik dan mempunyai ketelitian yang baik jika dibandingkan dengan rata-rata aljabar karena memberikan koreksi terhadap besarnya tinggi hujan selama jangka waktu tertentu; (2) Metode ini akan lebih akurat jika daerah yang ditinjau dengan stasiun pengukuran hujan tidak rata, stasiun tersebar merata dengan variasi hujan tahunan tidak terlalu tinggi. Curah hujan maksimum dihitung berdasarkan rekapitulasi data curah hujan harian setiap tahun di masing-masing stasiun hujan. Setelah dihitung besaran timbunan sedimen untuk seluruh lebar sungai, kemudian di hitung banyaknya dalam hitungan jam dalam sehari yang ditabelkan dalam tabel 2 sebagai berikut:

Tabel 2. Banyaknya Timbunan Sedimen dalam Satuan Jam

Jam	Q (m ³ /det)	Jam	Q (m ³ /det)	Jam	Q (m ³ /det)
1	16776	9	150984	17	285192
2	33552	10	167760	18	301968
3	50328	11	184536	19	318744
4	67104	12	201312	20	335520
5	83880	13	218088	21	352296
6	100656	14	234684	22	369072
7	117432	15	251640	23	385848
8	134208	16	268416	24	402624

SIMPULAN

Dari hasil perhitungan debit banjir rencana kali Putih dengan menggunakan metode rasional, metode weduwen, dan metode hasper dipilih metode rasional yaitu diperoleh debit banjir sebesar 233,94 m³/det untuk periode ulang 5 tahun. dan dari hasil perhitungan transport sedimen di Kali Putih menggunakan metode Meyer-Peter- Muller diperoleh timbunan bahan dasar selama 1 jam sebesar 16.776 m³. Dari hasil penambangan yang dilakukan di daerah srumbung didapatkan pengangkutan sebesar 492.750 m³ (dalam 1 tahun). Sehingga banyaknya pengangkutan sedimen yang dilakukan oleh para penambang dalam 1 tahun (492.750 m³) dapat diimbangi dengan lama banjir selama 29,4 jam yang menghasilkan timbunan dasar sebesar 493.214,4 m³.

DAFTAR RUJUKAN

- [1] Heri Efendi & Oke Novianto. (2007). *Perencanaan Sabo Dam dan Bendung di Kali Putih Kabupaten Magelang Provinsi Jawa Tengah*. Diakses dari <http://eprints.undip.ac.id/33847>. pada tanggal 24 Oktober 2013, Jam 23:42 WIB.
- [2] Harto, Sri. (1993). *Analisis Hidrologi*. Jakarta: PT gramedia Pustaka Utama.
- [3] Yefri Hendrayani. (2007). *Perencanaan Sistem dan Jaringan Drainase DAS Kali*.
- [4] *Semarang*. diakses dari <http://eprints.undip.ac.id/34663/>. pada tanggal 24 Oktober 2013, Jam 23:53 WIB.
- [5] Kamiana, IM. (2011). *Teknik Perhitungan Debit Rencana Bangunan Air*. diakses dari <http://kmosipil.blogspot.com>. pada tanggal 3 Desember 2013, Jam 23.13 WIB.
- [6] Mardjiko, P. (1993). *Angkutan Sedimen*. Yogyakarta: UGM.
- [7] Sosrodarsono, dkk. (2003). *Hidrologi untuk Pengairan*. Diakses dari <http://kmosipil.blogspot.com>. pada tanggal 3 desember 2013, jam 22.29 WIB.
- [8] Sekti Aryo Nugroho & Syahrizal. (2011). *Perencanaan Bendung Penahan Sedimen Kali Putih Pasca Erupsi 2010*. diakses dari <http://eprints.undip.ac.id/34349/>. pada tanggal 24 Oktober 2013, Jam 23.17 WIB.
- [9] Soemarto. (1987). *Hidrologi Teknik*. Diakses dari <http://pakteguhs.blogspot.com>. pada tanggal 7 desember 2013, jam 17,51 WIB.
- [10] Suripin. (2004). *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. Diakses dari <http://perahu-sipil.blogspot.com>. pada tanggal 5 desember 2013, jam 21.47 WIB.
- [11] Soewarno. (1995). *Aplikasi Metode Statistik untuk Analisa Data*. Diakses dari <http://kmosipil.blogspot.com>. pada tanggal 3 Desember 2013, Jam 22.09 WIB.