

BAB V

HASIL ANALISIS DAN PEMBAHASAN

5.1 Hasil Analisis

Perhitungan ini akan menjelaskan langkah-langkah perhitungan volume penambangan pasir, volume angkutan sedimen, dan dampak degradasi/agradasi terhadap stabilitas dasar Sungai Progo. Contoh perhitungan diambil dari data pada titik 1pias Kebon Agung II.

a. Perhitungan Hidrometri

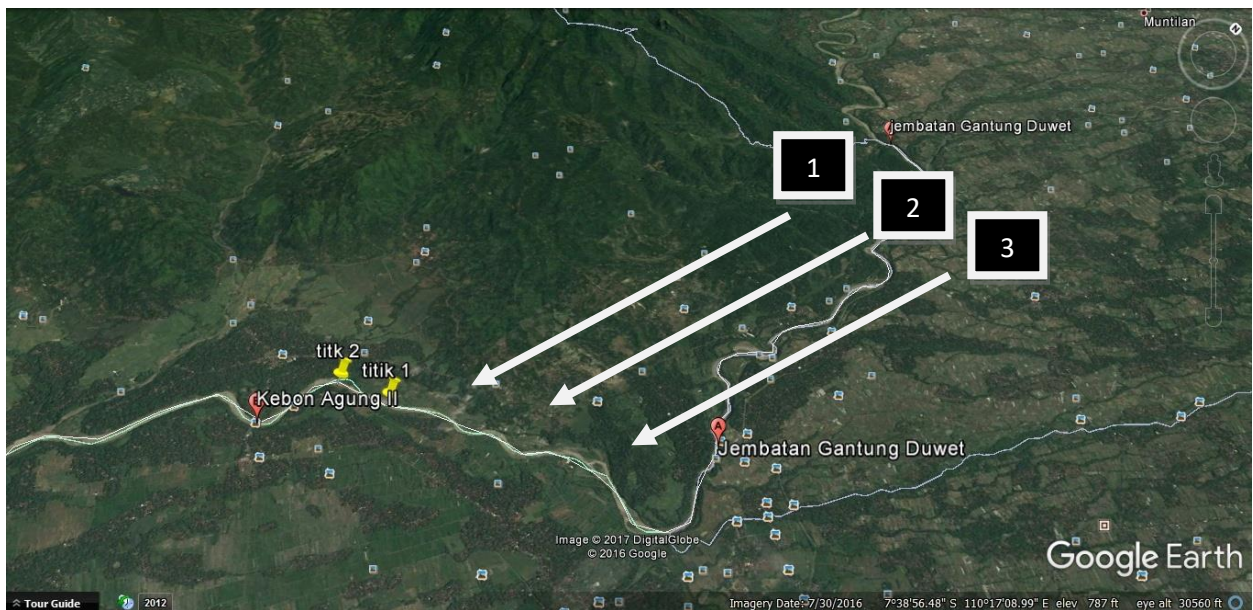
1. Kecepatan aliran

Pengukuran Hidrometri pada penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan data kecepatan aliran (V), debit aliran (Q) dan angkutan sedimen. Data pengukuran di lapangan Sungai Progo ditampilkan dalam tabel 5.1

Tabel 5.1 Hasil pengukuran di lapangan titik 1pias Kebon Agung II Sungai Progo

Aliran	
$L = \text{jarak (m)}$	$t = \text{waktu (d)}$
10	11,39
10	9,98
10	10,46

Sumber : Hasil Analisis penelitian 2017



Gambar 5.1 Pengambilan data kecepatan aliran di pias Jembatan Gantung Duwet sampai Jembatan Kebon Agung II

Tabel 5.2 Sketsa Lapangan Sungai Progo Titik 1 Kebon Agung II

Lokasi	Sungai Progo, Titik 1 Kebon Agung II		Koordinat
Hari/Tanggal	Rabu/29 Maret 2017	S 7°43'21.21"	E 110°13'51.81"
Jam	09.30 WIB		
No	Data	Keterangan/Ukuran	
1	Lebar aliran (W)	81.86m	
2	Kedalaman sungai (D)	0,98 m	
3	Lebar banjir sebelah kiri	6,53 m	
4	Lebar banjir sebelah kanan	6,53 m	
5	Kemiringan dasar saluran (S)	0,0017	
6	Berat jenis sedimen pasir (γ_s)	1400 kg	
7	Berat jenis air (γ)	1000 kg/m ³	
8	Material dasar sungai	Pasir	
9	Penambangan pasir	Ya	

Kecepatan Aliran, $v = \frac{l}{t}$ (3.1)

Dengan :

V = Kecepatan Aliran (m/s)

L = Jarak (m)

T = Waktu (t)

Contoh perhitungan Kecepatan pada titik Kebon Agung Sungai Progo :

$$T \text{ rata-rata} = \left(\frac{11,39+9,98+10,46}{3} \right)$$

$$= 10,61s$$

$$V \text{ permukaan} = \frac{10}{10,61}$$

$$= 0,942 \text{ m/detik}$$

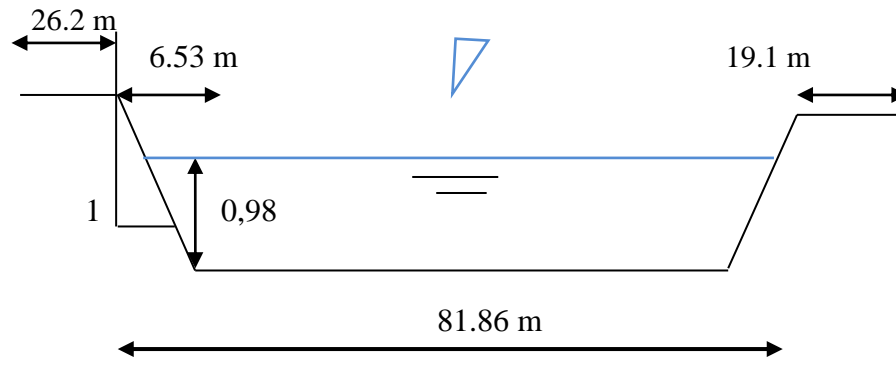
Setelah kecepatan permukaan sungai diketahui kemudian dikalikan faktor koreksi (C) untuk memperoleh kecepatan yang mewakili penampang yang ditinjau. Nilai C yang dipakai adalah 0,90 diambil dari nilai rata-rata dari nilai 0,85-0,95.

$$\begin{aligned} \text{a. } V \text{ rata-rata aliran} &= 0,942 \times 0,90 \\ &= 0,849 \text{ m/detik} \end{aligned}$$

2. Lebar dasar saluran

Dari pengukuran dilapangan pada titik di sungai progo diperoleh data sebagai berikut :

$$\text{Kedalaman aliran} = 0,98 \text{ lebar aliran} = 81,86$$



Gambar 5.2 Sketsa Penampang melintang titik 1pias Kebon Agung II
Sungai Progo

Contoh perhitungan lebar dasar saluran pada titik Kebon Agung Sungai Progo :

$$\begin{aligned} \text{Aliran 1 : } \quad B &= 81,86 - (6,53 \times 2) \\ &= 68,8 \text{ m} \end{aligned}$$

3. Luas penampang basah aliran sungai

$$A = B \times D + D^2 \quad (3.2)$$

Dengan :

$$A = \text{Luas penampang (m}^2\text{)}$$

$$B = \text{Lebar dasar saluran (m}^2\text{)}$$

$$D = \text{Kedalaman sungai (m)}$$

Contoh perhitungan luas penampang pada titik Kebon Agung sungai
Progo :

$$\begin{aligned} A &= (B \times D) + D^2 \\ &= (68,8 \times 0,98) + 0,98^2 \\ &= 68,38 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

4. Menghitung kemiringan sungai (*slope*)

Menghitung kemiringan sungai dilakukan per titik tinjauan dengan jarak 10 m dan pengambilan dilakukan dengan jarak total 100 m.

Kemiringan sungai

$$\begin{aligned} \text{Aliran} &= \frac{\text{Elevasi titik 1} - \text{Elevasi titik 2}}{(\text{jarak titik 1 sampai jarak titik 2}) \times 1000} \times 100 \quad (3.5) \\ &= \frac{84 - 210}{15000} \times 100 \\ &= 0,84 \end{aligned}$$

5. Tegangan Geser (τ_0)

Tegangan Geser (τ_0), bisa dicari dengan persamaan Englund dan Hensen yaitu :

$$\begin{aligned} (\tau_0) &= \gamma \times D \times S \\ &= 1000 \times 0,98 \times 0,0017 \\ &= 1,666 \text{ kg/m}^2 \end{aligned} \quad (3.4)$$

Lokas i	Titik	Jarak (m)	Waktu (detik)	Kecepatan permukaan (m/detik)	Faktor koreksi	Kecepatan Aliran (m/detik)
Kebon Agung II	1	10	11,39	0,942	0,90	0,84
		10	9,98			
		10	10,46			
		Kedalaman aliran	Lebar aliran (m)	Luas penampang	Kecepatan Aliran (m/detik)	Debit aliran (m ³ /detik)
		0,98	81,86	80,74	0,84	69,04

Tabel 5.3 Hidrometri titik 1 Kebon Agung II

6. Menentukan jenis butiran material permukaan yang dominan (D-50).

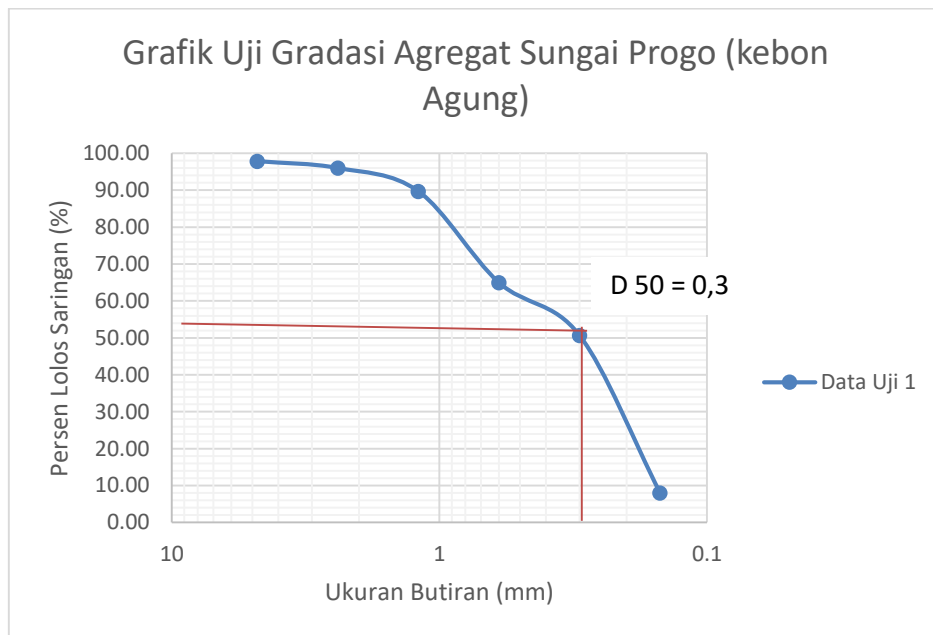
Dari grafik analisis ukuran butiran pada titik 1pias Kebon Agung Sungai Progo, diketahui nilai D-50 = 0,3 mm. Jadi dapat disimpulkan bahwa material dasar permukaan yang dominan adalah material pasir pasir berukuran kurang lebih 0,3 mm.

Lokasi Sampel	Jembatan Kebon Agung II				
Jenis sampel	Sedimen Saluran Dasar Sungai				
Berat sampel yang di uji	2000 gr				
Tanggal pengujian	Senin,09 Maret 2017				
Lokasi pengujian	Laboratorium Teknik Sipil UMY				
Ukuran	Ukuran (mm)	Berat Tertahan (gram)	Berat tertahan (%)	Berat tertahan Kumulatif (%)	Berat lolos Kumulatif (%)
No.4 (4,8 mm)	4,8	14,3	2,14	2,14	97,86
No.8 (2,4 mm)	2,4	12,4	1,85	3,99	96,01
No.16 (1,2 mm)	1,2	42	6,28	10,27	89,73
No.30 (0,6 mm)	0,6	165,4	24,74	35,01	64,99
No.50 (0,3 mm)	0,3	95,5	14,28	49,29	50,71
No.100(0,15 mm)	0,15	285,2	42,66	91,95	8,05
Pan		53,8	8,05	100,00	0,00
Total		668,6	100	292,65	

Tabel 5.4 pengujian Analisis saringan agregat halus dan kasar

Sumber : Pengujian analisis saringan (2017)

Garfik 5.1 Distribusi ukuran butir pasir



b. Perhitungan debit sedimen perbulan (Q_s)

1. Mencari nilai kekasaran dari *Manning*(n)

(3.6)

$$V = \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times S^{1/2}$$

$$V = \frac{1}{n} \times \left[\frac{(B \times D)n + (m \times D^2)}{(B + 2 \times D \times m)} \right]^{2/3} \times S^{1/2}$$

$$0,849 = \frac{1}{n} \times \left[\frac{(68,8 \times 0,98) + (6,53 \times 0,98^2)}{(68,8 + 2 \times 0,98 \times 6,53)} \right]^{2/3} \times 0,0017^{1/2}$$

$$N = 0,0853$$

2. Data Debit

Data debit rerata bulanan Kebon Agung 2017 diperoleh dari data debit di sekitar stasiun terdekat di daerah Jembatan Gantung Duwet, karena stasiun ini merupakan stasiun terdekat dengan Kebon Agung dan memiliki data yang memadai untuk mencari angkutan sedimen perbulan. Untuk data debit Kebon Agung 2016 bisa dilihat di tabel 5.5

Tabel 5.5 Data debit 2016 di titik 1 Kebon Agung Sungai Progo

Tahun	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nov	Des
1998	50,216	17,789	93,967	100,865	56,772	47,463	55,438	51,439	21,613	84,761	145,024	64,958
1999	213,571	182,513	176,739	144,218	160,440	40,886	27,706	56,977	23,540	21,685	96,637	120,865
2000	207,314	146,119	148,484	159,769	118,339	65,726	25,921	22,843	29,137	29,513	110,238	155,837
2001	97,692	145,536	155,203	144,235	86,095	84,156	42,537	35,346	23,004	133,247	124,254	92,591
2002	82,131	140,443	97,098	122,276	74,171	52,049	23,024	20,741	16,072	10,943	46,380	24,899
2003	84,958	149,918	153,294	102,132	80,141	24,603	23,017	25,966	14,772	34,285	39,825	104,326
2004	85,772	84,023	133,086	119,425	53,311	40,522	40,067	19,313	14,256	13,747	36,257	97,103
2005	90,030	104,278	106,487	142,723	69,799	44,342	62,213	34,323	17,927	20,172	21,699	82,669
2006	154,451	110,757	72,489	108,279	85,458	44,431	25,855	19,512	19,543	15,351	16,002	36,984
2007	34,176	61,258	88,187	105,787	44,122	42,411	26,857	22,149	16,728	11,441	51,455	58,987
2008	81,041	64,734	88,721	91,017	58,382	28,348	22,168	21,073	16,644	31,619	90,015	57,277
2009	96,785	123,800	98,414	76,408	66,161	82,282	24,313	21,813	18,341	19,976	20,723	34,591
2010	69,930	96,938	109,525	81,172	120,172	96,234	66,777	32,410	69,861	64,460	63,159	41,693
2011	39,586	39,123	101,555	122,156	104,217	45,321	33,279	28,234	20,245	18,509	84,391	69,676
2012	177,801	123,126	131,197	110,217	114,178	66,550	28,537	21,227	17,723	24,356	38,042	94,444
2013	146,833	132,155	142,259	133,069	77,124	96,284	91,735	32,682	20,154	18,348	tad	tad
Max	213,571	182,513	176,739	159,769	160,440	96,284	91,735	56,977	69,861	133,247	145,024	155,837
Rerata	107,018	107,657	118,544	116,484	85,555	56,351	38,715	29,128	22,473	34,526	65,607	75,793
Min	34,176	17,789	72,489	76,408	44,122	24,603	22,168	19,313	14,256	10,943	16,002	24,899



Gambar 5.4 Peta lokasi pias Jembatan gantung Duwet sampai stasiun kebon Agung Sungai Progo

Sumber : Google Earth (2017)

3. Mencari kedalaman sungai (D) Kebon Agung di Bulan Januari 2017

Mencari kedalaman (D) perbulan bisa dicari dengan rumus Debit dengan persamaan (3.3)

$$\begin{aligned}
 Q \text{ Januari} &= V \times A \\
 Q &= V \times \frac{(B+b) \times D}{2} \\
 2 Q &= V \times (B + b) \times D \\
 D &= \frac{2 Q}{V \times (B+b)} \\
 D &= \frac{2 \times 107,018}{0,84 \times (81,86+68,8)}
 \end{aligned}$$

$$D \text{ januari} = 1,691 \text{ m}$$

Hasil perhitungan kedalaman di pias Kebon Agung II di Sungai Progo pada bulan januari s/d Desember selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 7.

4. Mencari kecepatan Sungai (v) Kebon Agung Bulan Januari 2017

Mencari kecepatan Sungai (v) perbulan bisa dicari dengan rumus Manning bawah ini dengan persamaan (3.6)

$$\begin{aligned}
 V \text{ januari} &= \frac{1}{n} \times \left[\frac{(B \times D) + (m \times D^2)}{(B + 2 \times D \times m)} \right]^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}} \\
 &= \frac{1}{0,853} \times \left[\frac{(81,86 \times 1,691) + (6,53 \times 1,691^2)}{(81,86 + 2 \times 1,691 \times 6,53)} \right]^{\frac{2}{3}} \times 0,0017^{\frac{1}{2}} \\
 &= 0,063 \text{ m/detik}
 \end{aligned}$$

Hasil perhitungan di titik Kebon Agung di Sungai Progo pada bulan januari s/d Desember selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 7.

5. Mencari Qs Kebon Agung bulan januari 2017

Mencari Qs perbulan bisa di cari dengan persamaan (3.4)

$$\begin{aligned}
 Qs \text{ januari} &= 0,05 \times v_s \times v_{2 \text{ januari}} \times \left[\frac{d \ 50}{g x \left(\frac{s}{v} - 1 \right)} \right]^{1/2} \times \left[\frac{\tau_0}{g x \left(\frac{s}{v} - 1 \right)} \right]^{3/2} \\
 &= 0,05 \times 1400 \times 0,063^2 \times \left[\frac{0,3}{9,81 x \left(\frac{1400}{1000} - 1 \right)} \right]^{1/2} \times \left[\frac{1,666}{9,8 x \left(\frac{1400}{1000} - 1 \right)} \right]^{3/2} \\
 &= 0,201
 \end{aligned}$$

Hasil perhitungan qs di titik Sapon dan Kebon Agung di Sungai Progo pada bulan januari s/d Desember selengkapnya bisa dilihat pada Lampiran 7.

6. Mencari Jumlah sedimen yang diambil oleh penambang pasir (Qs) Kebon Agung di Bulan januari 2017

Mencari Jumlah sedimen yang diambil oleh penambang pasir (Qs) perbulan bisa dicari dengan persamaan(3.3)

$$\begin{aligned}
 Qs &= W \times qs \text{ januari} \\
 &= 81,86 \times 0,201 \\
 &= 16,453 \text{ kg/s} \\
 &= \frac{16,453 \times 86400}{1000} \times 30 \\
 &= 42646,176 \text{ ton/bulan}
 \end{aligned}$$

Hasil perhitungan Qs di titik Kebon Agung di Sungai Progo pada bulan januari s/d Desember selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 7.

Tabel Hasil perhitungan sedimen di titik 1 Gantung Duwet

Bulan	v (m/s)	Q K.Talun (m ³ /s)	qs	Qs (kg/s)	Qs (ton/bulan)
Januari	0,73618	149,08	0,300368963	20,785532	53876,1
Februari	0,735682	148,65	0,29996722	20,75742	52009,79
Maret	0,725104	140,84	0,291398712	20,245742	52267,14
April	0,726558	141,89	0,292568526	20,245742	52476,96
Mei	0,660793	100,05	0,242001408	16,746497	43406,92
Juni	0,679125	110,57	0,300368963	20,785532	53876,1
Juli	0,62852	83,45	0,218940058	15,150652	39270,49
Agustus	0,3942779	17,04	0,086157263	5,9620826	15453,72
September	0,162802	1,28	0,014689483	1,0165122	2634,8
Oktober	0,461782	28,583	0,118184637	8,1783769	21198,35
November	0,548248	51,37	0,166587012	11,527821	29880,11
Desember	0,648507	93,46	0,233086093	16,129558	41807,81
Rata-Rata	0,59229824	88,85525	0,21369282	14,787543	458158,3

Tabel 5.6 Hasil perhitungan sedimen di titik 2 Kebon Agung II

Bulan	v (m/s)	Q Kebon Agung (m ³ /s)	qs	Qs (kg/s)	Qs (ton/bulan)
Januari	0,063	107,018	0,201	16,453	4264,176
Februari	0,063	107,657	0,201	16,453	4264,176
Maret	0,085	118,544	0,35	28,561	74030,11
April	0,08	116,484	0,325	26,604	68957,56
Mei	0,097	85,555	0,478	39,129	101422,3
Juni	0,067	56,351	0,228	18,664	48377,08
Juli	0,057	38,715	0,165	13,506	35007,552
Agustus	0,043	29,128	0,94	76,948	19944,216
September	0,049	22,473	0,122	9,986	25883,712
Oktober	0,072	34,526	0,263	21,529	55803,168
November	0,076	65,607	0,293	23,984	62166,528
Desember	0,831	857,851	3,883	317,766	67259,8
Rata-Rata	0,06925	71,48758333	0,323583333	26,4805	47281,69817

c. Analisis perhitungan angkutan sedimen setiap pias (Kebon Agung)

1. Menghitung debit sedimen perpias dalam satu tahun

$$\begin{aligned} \Sigma Qs_{in} - \Sigma Qs_{out} &= \Sigma Qs \text{ K.Talun} - \Sigma Qs \text{ Kebon Agung} \\ &= 458158,29 - 47281,69817 \\ &= 410876,59 \text{ ton/tahun} \end{aligned}$$

Tabel 5.7 Perhitungan Exel Qs,in-Qs,out

Bulan	Qs (ton/bln)		
	K.Talun	K.Agung	Qs,in-Qs,out
Januari	53876,1	4264,176	58140,276
Februari	52009,79	4264,176	56273,966
Maret	52267,14	74030,11	126297,25
April	52476,96	68957,56	121434,52
Mei	43406,92	101422,3	144829,22
Juni	53876,1	48377,08	102253,18
Juli	39270,49	35007,552	74278,042
Agustus	15453,72	19944,216	35397,936
September	2634,8	25883,712	28518,512
Oktober	21198,35	55803,168	77001,518
November	29880,11	62166,528	92046,638
Desember	41807,81	67259,8	109067,61
Jumlah (ton/th)	458158,29	47281,69817	410876,59

2. Menghitung Jumlah penambang pasir dalam satu pias

Jumlah penambang pasir di Kebon Agung II yaitu 15 penambang. Untuk 1 rit = 5 m³ dan 1 kol = 1 m³. Berikut data penambangan pasir satu pias perhari 2017 bisa dilihat di Tabel 5.9

Tabel 5.8 Data penambangan pasir satu pias perhari

PenambanganpasirpiasKebonAgung II	
15 rit =	75 m3
5 rit =	25 m3
5 rit =	25 m3
5 rit =	25 m3
5 rit =	25 m3
4 rit =	20 m3
4 rit =	20 m3
4 rit =	20 m3
5 rit =	25 m3
6 rit =	30 m3
5 rit =	25 m3
5 rit =	25 m3
5 rit =	25 m3
5 rit =	25 m3
5 rit =	25 m3
5 rit =	25 m3
Jumlah (m3/hari)	415
Jumlah (m3/th)	149400

3. Volume Kebon agung

Untuk mencari Volume di KebonAgung bisa menggunakan rumus:

$$V = (\Sigma Q_{s,in} - \Sigma Q_{s,out}) - \text{Jumlah penambang pasir satu pias}$$

$$= 410876,59 - 149400$$

$$= 261476,59 \text{ m}^3/\text{tahun}$$

4. Mencari degradasi/agradasi sungai

Untuk mencari degradasi/agradasi sungai kebonAgung bisa menggunakan rumus:

$$H = \frac{v}{15000 \times 81,86}$$

$$= \frac{261476}{15000 \times 81,86}$$

$$= 0,21294 \text{ m}/\text{tahun}$$

5.2 Pembahasan

Data debit harian Kebon Agung didapat dari data debit AWLR di stasiun Karang Talun 2016, (lihat Lampiran). Rata-rata debit per perbulan menjadi acuan sebagai data perhitungan angkutan sedimen (Q_s). Sehingga dari data debit per bulan bisa didapat data kedalaman sungai, kecepatan aliran, q_s , dan angkutan sedimen setelah pasca erupsi gunung merapi tahun 2010, setelah semua data diperoleh maka akan didapat hasil $Q_{s,in}$ dan $Q_{s,out}$ dalam satu pias (Kebon Agung) selama satu tahun (lihat Tabel 5.7). Untuk mencari degradasi sungai Jumlah penambang pasir satu pias (Kebon Agung II s/d Jembatan Gantung Duwet) dikurangi jumlah ($Q_{s,in} - Q_{s,out}$) dan didapat hasil 0,21294 m/tahun. Karena hasil Positif (+) maka tidak terjadi degradasi atau penggerusan di dasar sungai, jadi kedalaman sungai yang hilang selama setahun di pias Kebon Agung II s/d Jembatan Gantung Duwet setelah pasca erupsi gunung merapi tahun 2010 adalah sebesar 0,21294 m/tahun.