

ANALISA ANGKUTAN SEDIMEN DI SUNGAI JAWI KECAMATAN SUNGAI KAKAP KABUPATEN KUBU RAYA

Endyi¹⁾, Kartini²⁾, Danang Gunarto²⁾

andyistar001@yahoo.co.id

ABSTRAK

Meningkatnya aktifitas manusia di Sungai Jawi Kecamatan Sungai Kakap memberikan pengaruh terhadap ekosistem perairan seperti limbah domestik, pertanian dan perkebunan. Hal ini menyebabkan meningkatnya pengikisan tanah sebagai dampaknya jumlah sedimen di dalam sungai bertambah dan menyebabkan pendangkalan di beberapa tempat terutama di Parit Haruna (hulu), Alsintan (tengah), dan PDAM/Puskesmas (hilir). Analisa angkutan sedimen ini bertujuan untuk mengetahui besarnya angkutan sedimen (Suspended Load dan Bed Load) dan sedimen total (Total Load) yang dipengaruhi pasang surut dan tingkat besarnya angkutan sedimen dari tertinggi hingga terendah. Metode penelitian ini menggunakan data primer berupa data hidrometri (pengukuran lebar, kedalaman, kecepatan aliran, suhu), perhitungan debit, dan pengambilan sampel air. Penelitian dilakukan pada kondisi pasang surut selama 24 jam interval waktu pengukuran per 2 jam. Analisa angkutan sedimen melayang dihitung dari hubungan antara hasil perkalian konsentrasi sedimen layang dan debit aliran. Sedangkan untuk analisa sedimen dasar menggunakan Tabel 'Strand dan Pemberton'. Hasil analisa menunjukkan besarnya angkutan sedimen secara keseluruhan didapatkan dengan menjumlahkan sedimen layang dan sedimen dasar dan didapat sedimen total (Total Load) di Parit Haruna kondisi pasang 276,73 Kg/hari, kondisi surut 518,79 Kg/hari, di Alsintan kondisi pasang 806,75 Kg/hari, kondisi surut 1.282,33 Kg/hari, dan di PDAM/Puskesmas kondisi pasang 2.229,09 Kg/hari, kondisi surut 4.716,60 Kg/hari. Pasokan sedimen perhari yang dipengaruhi pasang surut, dihasilkan dalam sedimen total harian di Parit Haruna sebesar 242,06 Kg/hari, di Alsintan sebesar 475,58 Kg/hari dan di PDAM/Puskesmas sebesar 2.487,50 Kg/hari. Tingkat besarnya angkutan sedimen tertinggi adalah berada di PDAM/Puskesmas, rendah di Alsintan dan terendah di Parit Haruna.

Kata Kunci: sedimen layang, sedimen dasar, pasang surut

1. PENDAHULUAN

Kecamatan Sungai Kakap merupakan salah satu kecamatan yang berada di Kabupaten Kubu Raya, Kalimantan Barat. Kecamatan Sungai Kakap memiliki saluran alami yaitu Sungai Jawi yang terletak diantara Kecamatan Pontianak Barat, Kecamatan Pontianak Kota dan Kecamatan Sungai Kakap dimana bagian hilirnya adalah Kecamatan Sungai Kakap dan di Sungai Kapuas. Sungai Jawi memiliki dua muara yang dipengaruhi oleh pasang surut yaitu, muara pertama di Laut Natuna Kecamatan Sungai Kakap merupakan bagian

barat dari Sungai Jawi dan muara kedua di Sungai Kapuas Kecamatan Pontianak Barat merupakan bagian timur dari Sungai Jawi (Pangestu, 2012).

Di sepanjang aliran Sungai Jawi merupakan salah satu sungai primer sehingga sungai ini menampung dan mengalirkan limpasan air dari daerah kiri dan kanan yang ada disepanjang aliran sungai. Meningkatnya aktivitas manusia di sepanjang aliran Sungai Jawi khususnya Sungai Jawi Kecamatan Sungai Kakap telah memberi pengaruh terhadap ekosistem perairan. Kegiatan yang sering dilakukan

penduduk sehari-hari memberikan dampak terhadap perairan seperti limbah domestik, pertanian dan perkebunan. Hal ini menyebabkan meningkatnya pengikisan tanah di sepanjang aliran sungai, sebagai dampaknya jumlah sedimen di dalam sungai bertambah dan menyebabkan pendangkalan.

Besarnya debit angkutan sedimen terutama tergantung dari pada perubahan kecepatan aliran, karena perubahan musim hujan, kemarau, dan aktivitas manusia. Sebagai akibat dari perubahan debit angkutan sedimen adalah terjadinya penggerusan di beberapa tempat serta terjadinya pengendapan di tempat lain pada dasar sungai, dengan demikian umumnya bentuk dari dasar sungai akan selalu berubah.

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini, yaitu mengetahui besarnya angkutan sedimen (*Suspended Load* dan *Bed Load*) dan besarnya angkutan sedimen total (*Total Load*) yang dipengaruhi pasang surut. Dan tingkat besarnya angkutan sedimen dari tertinggi hingga terendah.

Adapun yang menjadi pembatasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Lokasi penelitian hanya dilakukan di Sungai Jawi Kecamatan Sungai Kakap. Dilakukan pada tiga titik lokasi yaitu: Titik A : Parit Haruna (hulu), Titik B : Alsintan (tengah), Titik C : PDAM/Puskesmas (hilir)
- b. Penelitian dilakukan pada kondisi pasang surut selama 24 jam interval waktu pengukuran per 2 jam.
- c. Untuk analisa angkutan sedimen melayang dihitung dari hubungan antara hasil perkalian konsentrasi

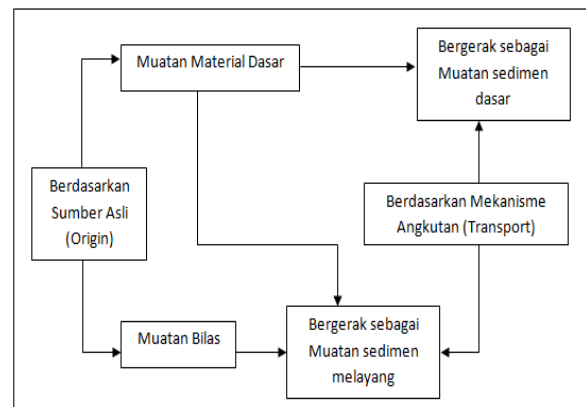
sedimen layang dan debit aliran. Sedangkan untuk analisa sedimen dasar menggunakan Tabel ‘Strand dan Pemberton’.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Sedimen adalah hasil proses erosi, baik berupa erosi permukaan, erosi parit, atau jenis erosi tanah lainnya. Sedimen umumnya mengendap dibagian bawah kaki bukit, di daerah genangan banjir, saluran air, sungai, dan waduk (Asdak, 2007).

Proses sedimentasi berjalan sangat kompleks, dimulai dari jatuhnya hujan yang menghasilkan energi kinetik yang merupakan permulaan dari proses erosi. Begitu tanah menjadi partikel halus kemudian menggelinding bersama aliran, sebagian akan tertinggal diatas tanah sedangkan yang lainnya masuk ke sungai terbawa aliran menjadi angkutan sedimen (Soewarno, 2000).

Angkutan sedimen (*sediment transport*) adalah mekanisme pemindahan partikel sedimen dari tempat lepasnya ke tempat barunya akibat aliran air. Laju pengangkutan sedimen tersebut disebut debit sedimen.



Sumber: Soewarno, 2000

Gambar 1. Skema Angkutan Sedimen

Korelasi antara debit sedimen dan kedalaman menunjukkan bahwa semakin dalam dasar sungai maka debit sedimen yang dihasilkan semakin besar. Korelasi antara debit sedimen dan lebar menunjukkan bahwa semakin lebar suatu penampang sungai maka semakin besar pula debit sedimen yang dihasilkan. Korelasi antara debit sedimen dan kecepatan menunjukkan bahwa semakin tinggi kecepatan sungai maka debit yang dihasilkan akan semakin besar pula. Korelasi antara debit sedimen dan debit air menunjukkan bahwa semakin besar debit air yang terjadi maka debit sedimen yang dihasilkan akan semakin besar (Erlanda, 2012).

2.1 Analisa Angkutan Sedimen Melayang (*Suspended Load*) (Q_s)

Apabila debit air rata-rata jam-jaman atau harian diketahui maka laju angkutan muatan sedimen layang adalah (Direktorat Jenderal Sumber Daya Air, 2009):

$$Q_s = 3,6.C.Q_w$$

2.2 Analisa Angkutan Sedimen Dasar (*Bed Load*) (Q_b)

Bila pengukuran sedimen dasar (*bed load*) tidak dilakukan, besarnya sedimen tersebut dapat diperkirakan dengan menggunakan Tabel ‘Strand dan Pemberton’ dari USBR telah menyediakan sebuah tabel untuk memperkirakan besar angkutan *bed load* berdasarkan konsentrasi *suspended loadnya*.

Tabel 1. Besarnya Koreksi Sedimen Dasar (*Bed Load*)

Condition	Suspended sediment concentration, mg/L	Streambed material	Texture of suspended material	Percent bedload in terms of suspended load
1 ¹	<1000	Sand	20 to 50% sand	25 to 150
2	1000 to 7500	Sand	20 to 50% sand	10 to 35
3	>7500	Sand	20 to 50% sand	5
4 ²	Any concentration	Compacted clay gravel, cobbles, or boulders	Small amount up to 25% sand	5 to 15
5	Any concentration	Clay and silt	No sand	<2

¹Special sampling program for Modified Einstein computations required under these conditions.
²A bedload sampler such as the Helley-Smith bedload sampler may be used, or computations made by use of two or more of the bedload equations when bed material is gravel or cobble size.

Sumber: Strand dan Pemberton, 1982

Angkutan sedimen dasar (*Bed Load*) diperkirakan besarnya sesuai presentase sedimen dasar terhadap sedimen melayang. Diperkirakan < 2 % dari besarnya sedimen melayang atau 2 % dalam perhitungan ini. Struktur tanah pada lokasi penelitian merupakan tanah liat (*clay*) dan lanau (*silt*) tidak ada kandungan pasir.

2.3 Perhitungan Sedimen Total (*Total Load*) (S)

Sedimen total dapat dihitung sebagai penjumlahan antara debit sedimen melayang dengan debit sedimen dasar yang dirumuskan sebagai berikut:

$$S = Q_s + Q_b$$

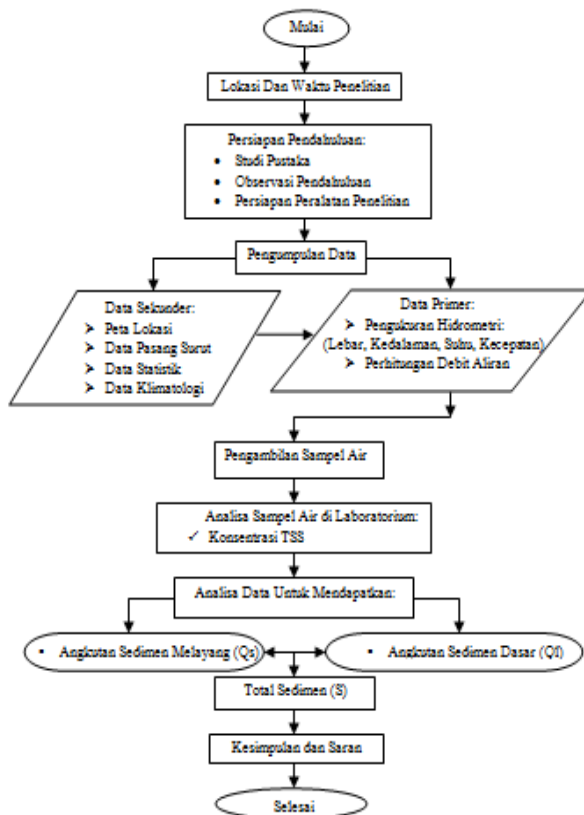
3. METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini data primer diperoleh dari pengamatan langsung di lapangan. Data primer ini berupa data hidrometri (lebar, kedalaman, kecepatan dan suhu). Dari data hidrometri kemudian dihitung debit pada saluran tersebut dan

kemudian dari data debit tersebut dilakukan pengambilan sampel air yang sesuai pada besarnya debit dan kedalaman sungai tersebut. Sehingga sampel air untuk selanjutnya akan diuji di laboratorium. Pengambilan data dilakukan pada Tanggal 28 Januari 2017 selama 24 jam pengukuran dimulai pada pukul 00.00-24.00 interval waktu pengukuran per 2 jam dilakukan secara simultan.

3.1 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian dapat dilihat pada diagram alir (*Flow Chart*) berikut:



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Perhitungan Debit Aliran dan Konsentrasi TSS pada Tiga Titik Lokasi

Jarak lokasi penelitian dititik A (Parit Haruna) $\pm 0,00$ km jarak awal, titik B (Alsintan) $\pm 6,90$ km dan titik C (PDAM/Puskesmas) $\pm 3,30$ km sedangkan muara sungai berjarak ± 3 km dari lokasi C. Data hidrometri didapat lebar sungai di Parit Haruna 14 m elevasi kedalaman muka air < 1 m, Alsintan 17 m dan PDAM/Puskesmas 26 m elevasi kedalaman muka air > 1 m. Debit aliran diperoleh dari pengukuran kecepatan aliran serta luas penampang basah, sedangkan konsentrasi TSS diperoleh dari hasil uji sampel air. Data hasil perhitungan debit dan TSS (*Total Suspended Solid*) pada kondisi pasang dan surut disajikan pada Tabel 2 dan Tabel 3. Pasang tertinggi terjadi pada pukul 08.00 dan surut terendah terjadi pada pukul 24.00.

Tabel 2. Hasil Perhitungan Debit Aliran

Debit (m ³ /s)				Arah Aliran	Kondisi
Pukul	Parit Haruna	Alsintan	PDAM/Puskesmas		
00.00	0,540	1,199	3,591	(-) Ke hulu	Pasang (Masuk)
02.00	1,090	3,189	7,448	(-) Ke hulu	
04.00	1,217	5,342	9,072	(-) Ke hulu	
06.00	1,385	3,658	9,268	(-) Ke hulu	
08.00	1,046	3,340	7,114	(-) Ke hulu	
Jumlah	5,278	16,728	36,493		
10.00	1,237	5,003	10,640	(+) Ke hilir	Surut (Keluar)
12.00	1,542	5,335	11,084	(+) Ke hilir	
14.00	1,508	5,639	11,281	(+) Ke hilir	
16.00	1,842	3,979	12,273	(+) Ke hilir	
18.00	1,935	3,203	12,264	(+) Ke hilir	
20.00	1,513	2,330	6,454	(+) Ke hilir	
22.00	1,307	1,662	4,606	(+) Ke hilir	
24.00	0,854	1,384	3,329	(+) Ke hilir	
Jumlah	11,738	28,535	71,931		

Tabel 3. Hasil Pemeriksaan TSS

Konsentrasi TSS Rata-rata (mg/L)				Kondisi	Keterangan
Pukul	Parit Haruna	Alsintan	Pdam/Puskesmas		
00.00	19	5,5	7	Pasang	Kadar maksimum yang diperbolehkan berdasarkan PP. RI No. 82 Tkn 2001 Adalah : Residu Tersuspensi (TSS) = 50 mg/L.
02.00	3	4,5	5,75		
04.00	7	8,5	3		
06.00	6	5,5	4,25		
08.00	7	7	23,75		
10.00	9	4,75	9,25		
12.00	2	5,75	4,25	Surut	
14.00	3	6,25	7		
16.00	6	8,5	15		
18.00	6	6,5	8		
20.00	7	4,5	8,25		
22.00	11	6,5	11		
24.00	5	6,5	9,5		
Min	2	4,5	3		
Max	19	8,5	23,75		

Sumber: Hasil Perhitungan dan Hasil Uji Sampel Air, 2017

Pada Tabel 2 terlihat variasi debit aliran yang terjadi pada masing-masing lokasi maupun waktu, jumlah debit terbesar terjadi pada kondisi surut. Pada Tabel 3 rata-

rata hasil uji dengan asumsi bahwa konsentrasi sedimen merata pada seluruh bagian penampang melintang sungai.

4.2 Debit Angkutan Sedimen

Debit sedimen total (*Total Load*) merupakan akumulasi dari semua jenis sedimen yang masuk pada bagian outlet atau aliran sungai. Untuk menghitung sedimen total dengan cara penjumlahan sedimen layang (*Suspended Load*) dan sedimen dasar (*Bed Load*). Dapat dilihat pada Tabel 4 yang merupakan hasil analisa perhitungan sedimen total. Pengambilan sampel

dilakukan per 2 jam, untuk mewakili waktu 2 jam pengambilan sebelum dan sesudah. Maka dilakukan perkalian waktu 2 jam. Jumlah debit sedimen total kondisi pasang dan surut dapat dilihat pada Tabel 5 dan Tabel 6, serta Gambar 3. Dari gambar ini terlihat bahwa tingkat sedimen yang terjadi di PDAM/Puskesmas tertinggi dari lokasi Alsintan rendah dan Parit Haruna terendah.

Tabel 4. Hasil Analisa Perhitungan Sedimen Total

Pukul	Parit Haruna (Kg/2jam)	Alsintan (Kg/2jam)	PDAM/Puskesmas (Kg/2jam)	Mewakili Pukul	Kondisi	Kecepatan (m/s) dan Elevasi M.A (m) (Parit Haruna)	Kecepatan (m/s) dan Elevasi M.A (m) (Alsintan)	Kecepatan (m/s) dan Elevasi M.A (m) (PDAM/Puskesmas)
00.00	75.35	48.43	184.61	23.00 - 01.00	Pasang (Masuk)			
02.00	24.01	105.39	314.51	01.00 - 03.00				
04.00	62.56	333.47	199.87	03.00 - 05.00				
06.00	61.03	147.75	289.27	05.00 - 07.00				
08.00	53.77	171.70	1,240.82	07.00 - 09.00				
Jumlah	276.73	806.75	2,229.09					
10.00	81.76	174.52	722.80	09.00 - 11.00	Surut (Keluar)			
12.00	22.65	225.29	345.95	11.00 - 13.00				
14.00	33.22	258.83	579.93	13.00 - 15.00				
16.00	81.17	248.39	1,351.99	15.00 - 17.00				
18.00	85.26	152.90	720.53	17.00 - 19.00				
20.00	77.78	77.00	391.03	19.00 - 21.00				
22.00	105.58	79.34	372.09	21.00 - 23.00				
24.00	31.36	66.07	232.26	23.00 - 01.00				
Jumlah	518.79	1,282.33	4,716.60					

Sumber: Hasil Analisa Perhitungan, 2017

Tabel 5. Jumlah Debit Sedimen Total Kondisi Pasang

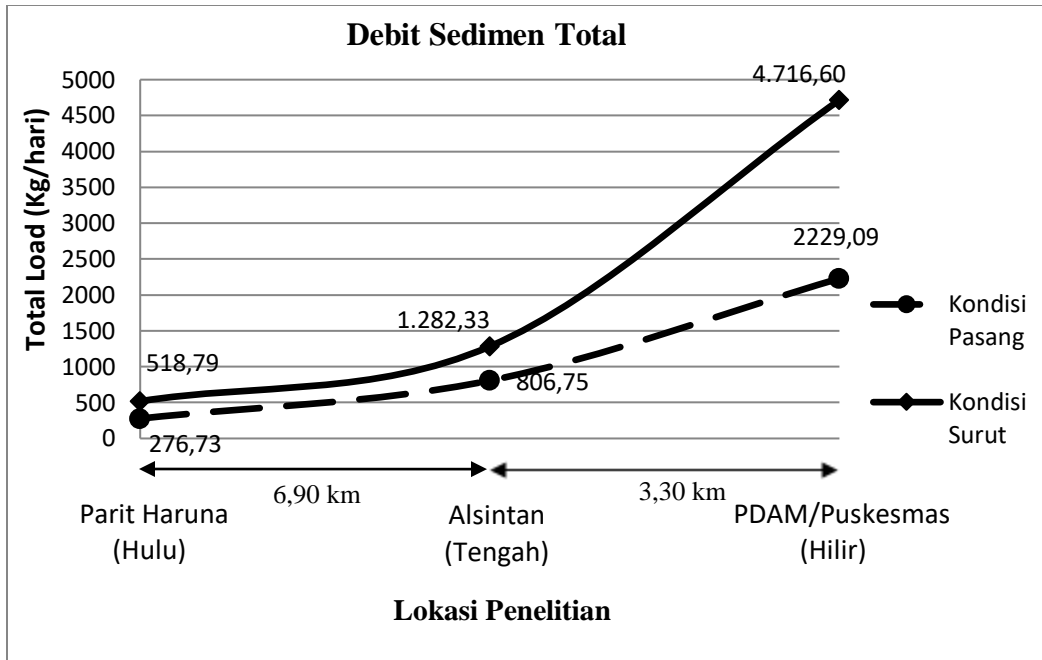
Kode	Lokasi	Suspended Load Kg/hari	Bed Load Kg/hari	Total Load Kg/hari
A	Parit Haruna	271.30	5.43	276.73
B	Alsintan	790.93	15.82	806.75
C	PDAM/Puskesmas	2,185.38	43.71	2,229.09
Rata-rata		1,082.54	21.65	1,104.19

Sumber: Hasil Analisa Perhitungan, 2017

Tabel 6. Jumlah Debit Sedimen Total Kondisi Surut

Kode	Lokasi	Suspended Load Kg/hari	Bed Load Kg/hari	Total Load Kg/hari
A	Parit Haruna	508.62	10.17	518.79
B	Alsintan	1,257.19	25.14	1,282.33
C	PDAM/Puskesmas	4,624.11	92.48	4,716.60
Rata-rata		2,129.97	42.60	2,172.57

Sumber: Hasil Analisa Perhitungan, 2017



Gambar 3. Debit Sedimen Total

Berdasarkan hasil analisa yang telah dilakukan memperlihatkan bahwa jumlah angkutan sedimen di lokasi PDAM/Puskesmas lebih tinggi dibandingkan lokasi Alsintan dan lokasi Parit Haruna terutama pada kondisi pasang dan kondisi surut, hal ini dapat disebabkan oleh lokasi PDAM/Puskesmas berada tidak jauh dari muara Laut Natuna Kecamatan Sungai Kakap, sehingga sedimen akan semakin besar ke arah hilir terutama di muara. Kondisi pasang debit sedimen besar diduga angkutan tersuspensi dari muara Laut Natuna dan kondisi surut debit sedimen

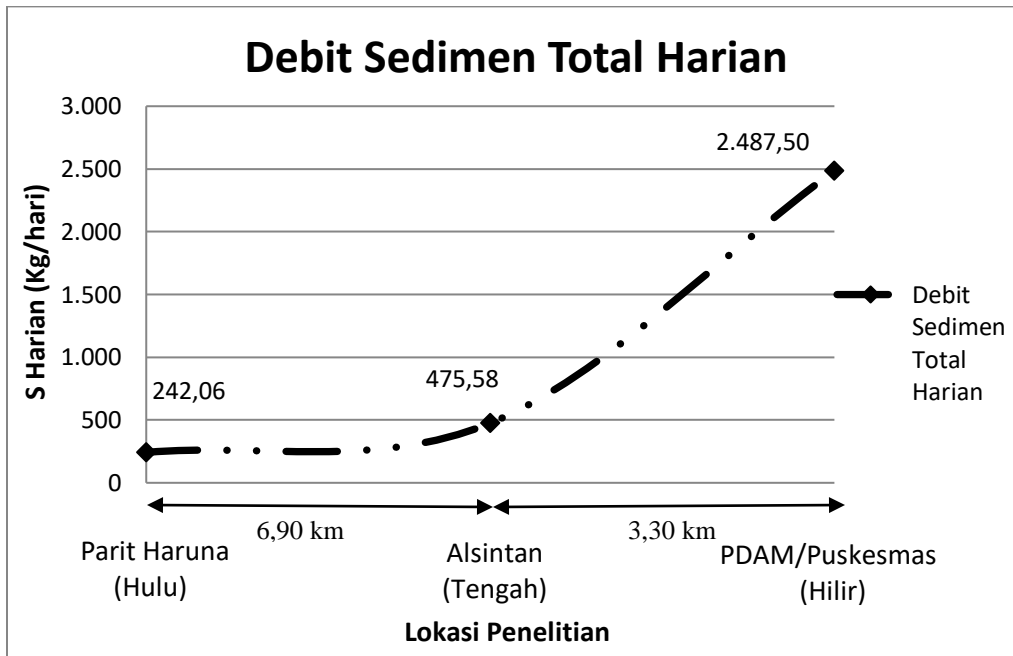
besar diduga hasil angkutan tersuspensi dari hulu ketengah hingga ke hilir sungai (PDAM/Puskesmas).

Sedimen total harian dapat dilihat pada Tabel 7 dan Gambar 4 merupakan pasokan sedimen harian, jumlah sedimen dalam satu hari debit sedimen harian adalah dengan cara jumlah debit yang tertinggi dikurangi jumlah debit sedimen terendah atau hasil penelitian yang didapat sedimen surut dikurangi sedimen pasang dan didapat sedimen harian dalam satu hari yang masuk pada aliran sungai.

Tabel 7. Debit Sedimen Total Harian (S Harian)

Kode	Lokasi	Suspended Load Kg/hari	Bed Load Kg/hari	Total Load Kg/hari
A	Parit Haruna	237,31	4,75	242,06
B	Alsintan	466,26	9,33	475,58
C	PDAM/Puskesmas	2.438,73	48,77	2.487,50
Rata-rata		1.047,43	20,95	1.068,38

Sumber: Hasil Analisa Perhitungan, 2017



Gambar 4. Debit Sedimen Total Harian

Adapun pada Gambar 4 merupakan grafik debit total harian lokasi PDAM/Puskesmas debit yang dihasilkan lebih tinggi dari lokasi Alsintan dan Parit Haruna. Sedimen harian total dilokasi Parit Haruna lebih kecil dari lokasi lain, hal tersebut karena keadaan kawasan sekitar masih lebih baik dari lokasi lainnya.

Sungai pada lokasi penelitian dipengaruhi pasang surut dengan diketahuinya debit sedimen harian yang masuk ke dalam sungai, maka dapat diprediksi pasokan sedimen tersebut dalam kurun waktu yang ditentukan.

5. KESIMPULAN

a. Hasil analisa angkutan sedimen melayang (*Suspended Load*)

- Debit sedimen kondisi pasang di Parit Haruna sebesar 271,30 Kg/hari, di Alsintan sebesar 790,93 Kg/hari, di PDAM/Puskesmas sebesar 2.185,38 Kg/hari.
- Debit sedimen kondisi surut di Parit Haruna sebesar 508,62 Kg/hari, di Alsintan sebesar 1.257,19 Kg/hari, di PDAM/Puskesmas sebesar 4.624,11 Kg/hari.
- Debit sedimen layang harian di Parit Haruna sebesar 237,31 Kg/hari, di Alsintan sebesar 466,26 Kg/hari dan di PDAM/Puskesmas sebesar 2.438,73 Kg/hari.

b. Hasil analisa angkutan sedimen dasar (*Bed Load*)

- Debit sedimen kondisi pasang di Parit Haruna sebesar 5,43 Kg/hari, di Alsintan sebesar 15,82 Kg/hari dan di PDAM/Puskesmas sebesar 43,71 Kg/hari.
- Debit sedimen kondisi surut di Parit Haruna sebesar 10,17 Kg/hari, di Alsintan sebesar 25,14 Kg/hari dan di PDAM/Puskesmas sebesar 92,48 Kg/hari.
- Debit sedimen dasar harian di Parit Haruna sebesar 4,75 Kg/hari, di Alsintan sebesar 9,33 Kg/hari dan di PDAM/Puskesmas sebesar 48,77 Kg/hari.

c. Hasil analisa angkutan sedimen total (*Total Load*) Penjumlahan *Suspended Load* dan *Bed Load*

- *Total Load* kondisi pasang di Parit Haruna sebesar 276,73 Kg/hari, di Alsintan sebesar 806,75 Kg/hari dan di

PDAM/Puskesmas sebesar 2.229,09 Kg/hari.

- *Total Load* kondisi surut di Parit Haruna sebesar 518,79 Kg/hari, di Alsintan sebesar 1.282,33 Kg/hari dan di PDAM/Puskesmas sebesar 4.716,60 Kg/hari.
- Debit sedimen total harian di Parit Haruna sebesar 242,06 Kg/hari, di Alsintan sebesar 475,58 Kg/hari dan di PDAM/Puskesmas sebesar 2.487,50 Kg/hari.

Dari hasil analisa angkutan sedimen tersebut, tingkat besarnya angkutan sedimen tertinggi berada di PDAM/Puskesmas, rendah di Alsintan dan terendah di Parit Haruna.

Perlu adanya pengamatan serta pengukuran debit dan kecepatan aliran yang berkelanjutan untuk mendapatkan data-data yang akurat. Kesadaran masyarakat disekitar Sungai Jawi Kecamatan Sungai Kakap agar selalu menjaga kelestarian lingkungan demi mengurangi resiko sedimen yang lebih besar. Dan dapat dilakukan penelitian lanjutan dengan metode perhitungan angkutan sedimen baik untuk angkutan sedimen melayang dan sedimen dasar yang telah dikembangkan oleh beberapa ahli antara lain dengan Metode Einstein, Metode MPM, Metode L.C Van Rijn, dll.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada orang tua Herman dan Juliana atas doa, moril dan materil. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada ibu Dr. Ir. Hj. Kartini, MT dan bapak Danang Gunarto, ST, MT selaku dosen pembimbing dalam penelitian ini. Tidak lupa saya ucapkan banyak terima kasih kepada Laboratorium Kesehatan RSUD dr. Soedarso Provinsi Kalimantan Barat yang telah membantu penulis dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Asdak, C. 2007. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Yogyakarta: Universitas Gajah Mada.
- Direktorat Jenderal Sumber Daya Air Nomor: 39/KPTS/D/2009. *Tentang Pedoman Survey dan Monitoring Sedimentasi Waduk*. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.
- Erlanda, E. P. 2012. *Kajian Sedimentasi Pada Sumber Air Baku PDAM Kota Pontianak*. Pontianak: Skripsi Penelitian, Universitas Tanjungpura.
- Pangestu, D. 2012. *Pemilihan Lokasi Dan Perencanaan Sistem Air Baku Di Sungai Jawi Kecamatan Sungai Kakap Kabupaten Kubu Raya*. Pontianak: Skripsi Penelitian, Universitas Tanjungpura.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 82 Tahun 2001. *Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air*. Republik Indonesia.
- Soewarno. 2000. *Hidrologi: Pengukuran dan Pengolahan Data Aliran Sungai (Hidrometri)*. Bandung: Penerbit NOVA.
- Strand, R dan Pemberton, E. 1982. *Reservoir Sedimentation - Technical Guideline for Bureau of Reclamation*. Bureau of Reclamation, Denver, Colorado.