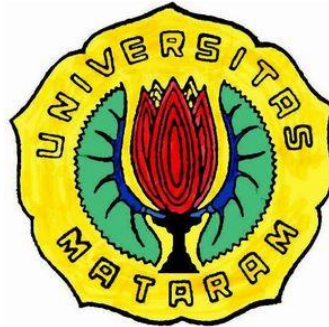


TEMA 10

**LAPORAN AKHIR
HIBAH PENELITIAN STRATEGIS NASIONAL
Tahun Anggaran 2012**



INFRASTRUKTUR, TRANSPORTASI DAN TEKNOLOGI PERTAHANAN

**PEMETAAN ORDE STATUS SUNGAI
DALAM SUATU DAERAH ALIRAN SUNGAI (DAS)
BERDASARKAN LAJU ANGKUTAN SEDIMEN**

Yusron Saadi, ST., MSc., Ph.D.
Agus Suroso, ST., MT.
I B Giri Putra, ST., MT.

Dibiayai dengan Dana DIPA DP2M Ditjen Dikti Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan
Nomer : 0541/023-04.1.01/00/2012 Tanggal 9 Desember 2011

UNIVERSITAS MATARAM
DESEMBER 2012

HALAMAN PENGESAHAN LAPORAN AKHIR

1. Judul Penelitian : Pemetaan Orde Status Sungai Dalam Suatu Daerah Aliran Sungai (DAS) Berdasarkan Laju Angkutan Sedimen

2. Ketua Peneliti

- a. Nama lengkap : Yusron Saadi, ST., MSc., PhD.
b. Jenis Kelamin : L
c. NIP : 196610201994031003
d. Jabatan Fungsional : Lektor Kepala
e. Jabatan Struktural :
f. Bidang Keahlian : Hidrolika dan Transportasi Sedimen
g. Fakultas/Jurusan : Teknik/Teknik Sipil
h. Perguruan Tinggi : Universitas Mataram
i. Tim Peneliti :

No	Nama	Bidang Keahlian	Fakultas/Jurusan	Perguruan Tinggi
1.	Agus Suroso, ST., MT	Modelling	Teknik/Teknik Sipil	Unram
2.	IB Giri Putra, ST., MT	Hidrolika, Transportasi Sedimen	Teknik/Teknik Sipil	Unram

3. Pendanaan dan Jangka Waktu Penelitian

- a. Jangka waktu penelitian yang diusulkan : 3 tahun
b. Biaya total yang diusulkan : Rp. 284.225.000,-
b. Biaya yang disetujui Tahun I : Rp. 85.000.000, -

Mataram, 10 Desember 2012

Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik

Ketua Peneliti,



Yusron Saadi, ST, MSc., PhD.
NIP. 196610201994031003

Menyetujui
Ketua Lembaga Penelitian

Ir. H. Amiruddin, MSi.
NIP. 19621231 198703 1 024

Mapping of Stream Order within a Catchment Area Based on Sediment Transporting Capacity

Yusron Saadi^{*)}, Agus Suroso^{*)} and IB Giri Putra^{*)}

^{*)} Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, University of Mataram

Jalan Majapahit 62 Mataram 83125, Lombok-NTB

E-mail of corresponding author : yoessaadi@yahoo.co.uk

SUMMARY

Jangkok river is a very strategic river which has been very pivotal in the development of agriculture in Lombok island. Therefore its function must be preserved in a way that regular monitoring of its condition must be carried out. High sediment transportation rates in the upper course of Jangkok river are particularly important to observe as it contributes to the degrading condition of the river.

In this research an extensive measurement of sediment was arranged to observe the behaviour of Jangkok River and its tributary in the upper course. This was intended to develop a map containing the order of the stream based on the sediment transporting capacity. The map will allow the authority to design the operation and maintenance activities of the river as well as the corresponding catchment in a multi-stage process particularly when the budget is in a very limited state. Furthermore, the map is also beneficial as the basic information in selecting the treatment method for every river based on their characteristic stated on it.

The early findings suggest that noticeable differences are found within the six rivers observed in this research. One particular river transported sediment several fold than neighbouring river. This indicates that the characteristic of rivers in term of sediment transportation can vary quite significantly within a small catchment area.

Keywords ; stream order, sediment transportation rates, treatment method

Pemetaan Orde Status Sungai Dalam Suatu Daerah Aliran Sungai (DAS) Berdasarkan Laju Angkutan Sedimen

Yusron Saadi^{*)}, Agus Suroso^{*)} and IB Giri Putra^{*)}

**^{*)} Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Mataram
Jalan Majapahit 62 Mataram 83125, Lombok-NTB
E-mail : yoessaadi@yahoo.co.uk**

ABSTRAK

Sungai Jangkok merupakan sungai yang sangat strategis dan berperan penting dalam pengembangan pertanian di pulau Lombok. Oleh karena itu fungsi dan keberadaannya harus dijaga melalui kegiatan pengawasan yang rutin dan terus-menerus. Laju angkutan sedimen yang tinggi perlu mendapat perhatian khusus karena sangat berpengaruh terhadap penurunan kinerja sungai Jangkok.

Dalam penelitian ini dilakukan pengukuran sedimen yang ekstensif untuk mengamati perilaku sungai Jangkok bagian hulu beserta anak-anak sungainya. Kegiatan ini dimaksudkan untuk menghasilkan sebuah peta yang memuat urutan status setiap sungai berdasarkan laju angkutan sedimennya. Keberadaan peta memungkinkan pihak yang berwenang untuk merencanakan program operasi dan pemeliharaan sungai dan daerah tangkapannya secara bertahap terutama bila anggaran yang tersedia sangat terbatas. Peta juga sangat berguna sebagai informasi dasar dalam menentukan teknik pemeliharaan untuk setiap sungai berdasarkan karakteristik yang tercantum dalam peta.

Temuan awal menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang sangat jelas diantara enam sungai dan anak sungai yang menjadi obyek penelitian. Salah satu sungai mengangkut sedimen hingga beberapa kali lipat dari sungai lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa karakteristik sungai dalam hal angkutan sedimen dapat bervariasi dengan signifikan walaupun berada dalam satu daerah tangkapan yang kecil.

Kata kunci : urutan status sungai, laju angkutan sedimen, metode pemeliharaan

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kehadlirat Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penyusunan Laporan Akhir Penelitian Hibah Strategis Nasional yang berjudul **”Pemetaan Orde Status Sungai Dalam Suatu Daerah Aliran Sungai (DAS) Berdasarkan Laju Angkutan Sedimen”** dapat terselesaikan tepat pada waktunya.

Laporan akhir penelitian ini disusun untuk memenuhi persyaratan sebagaimana tertulis dalam Surat Perjanjian Penugasan Pelaksanaan Program Penelitian Strategis Nasional Tahun Anggaran 2012 No. 212.A/SP-STRANAS/UN18.12/PL/2012 tanggal 10 Maret 2012 antara Ketua Lembaga Penelitian Universitas Mataram dengan Ketua Tim Peneliti.

Selama kegiatan mulai dari persiapan pelaksanaan hingga penyusunan laporan akhir, Tim Peneliti mendapat bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu dalam kesempatan ini disampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Direktur Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat DP2M Ditjen Dikti Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia
2. Ketua Lembaga Penelitian Universitas Mataram
3. Dekan Fakultas Teknik Universitas Mataram
4. Ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Mataram
5. Kepala Balai Informasi Sumber Daya Air (BISDA) Provinsi NTB
6. Semua pihak yang telah membantu terlaksananya kegiatan penelitian ini.

Kami mengharapkan semoga kegiatan penelitian ini berguna dan dapat memberikan manfaat terutama untuk pengembangan ilmu Transportasi Sedimen.

Mataram, Desember 2012

Ketua Tim Peneliti,

Yusron Saadi, ST., MSc., PhD.

NIP. 196610201994031003

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Halaman Pengesahan	ii
Summary	iii
Ringkasan	iv
Kata Pengantar	v
Daftar Isi	vi
Daftar Gambar	viii
Daftar Tabel	x
I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Tujuan Khusus	2
1.3. Manfaat Penelitian	2
1.4. Urgensi Penelitian	3
II. STUDI PUSTAKA	6
2.1. Konsep Kontinuitas Sedimen	6
2.2. Debit Aliran Sungai dan Angkutan Sedimen Terapung	7
2.3. Lengkung Aliran-Sedimen Sungai	8
III. METODE PENELITIAN	11
3.1. Pengumpulan Data-data Sekunder	11
3.2. Pengukuran di Lapangan	11
3.3. Pengujian Sampel Sedimen dan Analisis Data	16
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	18
4.1. Pemilihan Lokasi Pengukuran	18
4.2. Pengukuran Debit Aliran Sungai	20

4.3. Pengukuran Sedimen Suspensi	22
4.4. Pengujian Sampel Sedimen	24
4.5. Analisis Numerik dan Persamaan Lengkung-Aliran Sedimen	34
4.6. Pemetaan Orde Status Sungai	36
V. PENUTUP	39
5.1. Kesimpulan	39
5.2. Rekomendasi	39
DAFTAR PUSTAKA	41

DAFTAR GAMBAR

Nomer Gambar	Judul Gambar	Halaman
Gambar 1	Pembagian tampang melintang sungai untuk pengukuran kecepatan aliran	12
Gambar 2	Alat ukur kecepatan aliran Valeport Model 001	12
Gambar 3	Alat ukur sedimen terapung Tipe USDH 48	14
Gambar 4	Alat ukur water sampler (LaMOTTE Model JT-1	14
Gambar 5	Alat penangkap sedimen dasar (<i>bed load sampler</i>)	15
Gambar 6	Alat pengambil sedimen terendap (<i>serber</i> atau <i>Eikman grab</i>)	16
Gambar 7	Bagan alir pelaksanaan penelitian	17
Gambar 8	Lokasi penjajakan air dan pengukuran sedimen di ruas Sungai Jangkok	18
Gambar 9	Penentuan posisi pengukuran dengan alat GPS	19
Gambar 10	Pengukuran luas tampang sungai	20
Gambar 11	Pengukuran kecepatan aliran dengan <i>current meter</i>	21
Gambar 12	Alat ukur <i>water sampler</i> vertikal	22
Gambar 13	Aplikasi alat ukur <i>water sampler</i> horizontal Model JT-1	23
Gambar 14	Penggunaan alat ukur sampel sedimen tipe USDH 48	23
Gambar 15	Pemindahan sampel air dari USDH 48 dan <i>water sampler</i> model JT-1 ke wadah penyimpan	24
Gambar 16	Penyimpanan sampel dalam wadah penyimpan yang diberi nama lokasi	24
Gambar 17	Sampel air berisi sedimen dalam gelas ukur	25
Gambar 18	Sampel sedimen yang dikeringkan dalam oven	25
Gambar 19	Sampel sedimen ditimbang berat keringnya dan tetap diberi label	26

Nomer Gambar	Judul Gambar	Halaman
Gambar 20	Sampel sedimen ditempatkan pada <i>sieve shaker</i> untuk mengetahui komposisi berbagai ukuran butiran	26
Gambar 21	Kurva distribusi ukuran butiran sedimen sungai Pemoto	27
Gambar 22	Kurva distribusi ukuran butiran sedimen sungai Tembiras Hulu	28
Gambar 23	Kurva distribusi ukuran butiran sedimen sungai Bentoyang	29
Gambar 24	Kurva distribusi ukuran butiran sedimen sungai Tembiras Hilir	31
Gambar 25	Kurva distribusi ukuran butiran sedimen sungai Jangkok 1	32
Gambar 26	Kurva distribusi ukuran butiran sedimen sungai Jangkok 2	33
Gambar 27	Sampel sedimen hasil pengukuran selama musim hujan membutuhkan waktu lama untuk pengujian dan analisis	34
Gambar 28	Lokasi Pengukuran di sungai dengan sub DAS yang berdekatan	36
Gambar 29	Peta DAS berisi kurva distribusi ukuran butir sedimen dan koordinat lokasi pengukuran	37
Gambar 30	Peta orde status sub DAS Jangkok berdasarkan laju angkutan sedimen	38

DAFTAR TABEL

Nomer Tabel	Judul Tabel	Halaman
Tabel 1	Jenis dan sumber data sekunder serta periode pencatatan yang dibutuhkan	11
Tabel 2	Nama-nama sungai atau anak sungai dan koordinat lokasi pengukuran	20
Tabel 3	Hasil perhitungan penjajakan air untuk sungai yang dipilih	21
Tabel 4	Distribusi ukuran butiran sedimen untuk sungai Pemoto	27
Tabel 5	Distribusi ukuran butiran sedimen untuk sungai Tembiras Hulu	28
Tabel 6	Distribusi ukuran butiran sedimen untuk sungai Bentoyang	29
Tabel 7	Distribusi ukuran butiran sedimen untuk sungai Tembiras Hilir	30
Tabel 8	Distribusi ukuran butiran sedimen untuk sungai Jangkok 1	32
Tabel 9	Distribusi ukuran butiran sedimen untuk sungai Jangkok 2	33
Tabel 10	Hubungan antara Debit Sesaat dan Angkutan Sedimen Suspensi Anak-anak Sungai Jangkok pada Musim Kemarau	34

BAB I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Permasalahan pengelolaan sungai dari hari kehari semakin berkembang dan keseimbangan alam terutama didaerah tangkapan sungai semakin terancam akibat pertumbuhan penduduk dan pengembangan aktivitas manusia. Permasalahan tersebut disebabkan oleh kejadian yang sangat kompleks dan saling berkaitan di daerah aliran sungai (DAS) mulai dari penebangan hutan yang tak terkendali (*illegal logging*), erosi dan sedimentasi yang dipicu oleh perubahan tata guna lahan yang sangat cepat, bencana alam dan lain sebagainya. Hal ini telah menyebabkan degradasi daya dukung DAS dibagian hulu sehingga kemampuannya untuk menyimpan air berkurang.

Peraturan Pemerintah Nomer 35 Tahun 1991 tentang Sungai dalam Pasal 7 ayat 2 menyebutkan bahwa “sungai harus dilindungi dan dijaga kelestariannya, ditingkatkan fungsi dan kemanfaatannya dan dikendalikan daya rusaknya terhadap lingkungan” (Anonim, 1991b). Dalam pasal 51 ayat 1 Undang-undang No.7 tahun 2004 tentang Sumber Daya Air menyebutkan bahwa “yang dimaksud dengan daya rusak air antara lain berupa banjir, erosi dan sedimentasi, dan tanah longsor” (Anonim, 2004).

Untuk mengendalikan daya rusak air, selain kegiatan fisik diperlukan pula langkah-langkah penanganan berupa kegiatan non fisik melalui usaha-usaha konservasi, yaitu upaya memelihara keberadaan, serta keberlanjutan keadaan, sifat, dan fungsi sungai agar alirannya senantiasa tersedia dalam kuantitas dan kualitas yang memadai untuk memenuhi kebutuhan makhluk hidup baik pada waktu sekarang maupun yang akan datang. Salah satu hal yang mendesak dan sangat perlu dilakukan adalah melakukan identifikasi kondisi sungai berdasarkan laju angkutan sedimennya dan memetakannya dalam peta DAS. Peta ini akan berisi informasi tentang laju angkutan sedimen yang dituangkan dalam bentuk persamaan lengkung aliran-sedimen sehingga dapat ditentukan upaya penanganan sesuai dengan urgensi dan kondisi setiap ruas sungai.

1.2 Tujuan Khusus

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membuat suatu peta DAS yang berisi informasi tentang laju angkutan sedimen untuk setiap ruas sungai mulai dari anak-anak sungai hingga sungai utama. Peta ini diharapkan dapat digunakan sebagai panduan untuk mengetahui ruas sungai yang perlu mendapat perhatian sesuai dengan tingkat atau laju angkutan sedimennya. Indikator yang digunakan adalah adanya persamaan lengkung aliran-sedimen yang memuat hubungan antara debit sungai dan volume sedimen yang terkandung didalamnya. Dari persamaan lengkung aliran-sedimen ini dapat diketahui sub DAS yang peka erosi maupun sub DAS yang relatif stabil. Kategorisasi ruas sungai akan dibuat dalam bentuk penomeran atau orde-orde sesuai dengan laju angkutan sedimen masing-masing ruas.

Adapun tujuan khusus penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui laju angkutan sedimen setiap ruas sungai pada DAS yang ditinjau melalui pengukuran dilapangan
2. Menghasilkan persamaan lengkung-aliran sungai untuk setiap ruas sungai yang ada dalam DAS yang ditinjau
3. Membuat kategorisasi atau pengelompokan ruas sungai dalam bentuk penomeran atau orde-orde sesuai dengan laju angkutan sedimen setiap ruas (disebut sebagai nomer atau orde status sungai)
4. Menghasilkan peta DAS yang memuat penomeran atau orde status sungai termasuk persamaan lengkung-aliran sedimen untuk setiap ruas yang diperlukan
5. Menghasilkan rekomendasi berupa skala prioritas penanganan DAS berdasarkan laju angkutan sedimen

1.3 Manfaat Penelitian

Peta DAS yang dihasilkan akan berisi informasi tentang laju angkutan sedimen untuk setiap ruas sungai mulai dari anak-anak sungai hingga sungai utama (orde status sungai) sehingga dapat dijadikan dasar untuk mengetahui tingkat kesehatan masing-masing sub DAS. Persamaan lengkung aliran-sedimen yang memuat hubungan antara debit sungai dan volume sedimen yang terkandung didalamnya akan memudahkan perhitungan angkutan sedimen pada semua kondisi debit aliran.

Melalui penelitian ini dapat diperoleh suatu landasan dasar untuk menentukan konsep bentuk perlakuan yang dipakai dalam menanggulangi laju angkutan sedimen pada sungai terutama pada kondisi laju pengendapan yang berlebihan dan juga sebagai patokan dalam penanggulangan masalah serupa pada sungai atau lokasi pengamatan ditempat lain. Persamaan lengkung aliran-sedimen yang dihasilkan akan memungkinkan pihak-pihak yang terkait untuk mengetahui sub DAS yang peka erosi maupun sub DAS yang relatif stabil. Dengan adanya kategorisasi ruas sungai dalam bentuk penomeran atau orde-orde sesuai dengan laju angkutan sedimen masing-masing ruas secara langsung dapat dijadikan bahan rekomendasi untuk menentukan skala prioritas penanganan DAS berdasarkan laju angkutan sedimen. Dalam skala yang lebih besar, hasil penelitian ini diharapkan dapat dijadikan acuan untuk pemetaan hal yang serupa pada DAS lain diseluruh Indonesia.

1.4 Urgensi Penelitian

Mengacu pada pasal 7 ayat 2 PP No 35 Tahun 1991 tentang Sungai dan pasal 51 ayat 1 UU No 7 tahun 2004 seperti telah disebutkan terdahulu, maka untuk mengendalikan daya rusak pada sungai diperlukan langkah-langkah berupa monitoring ataupun pengamatan rutin tentang perilaku sungai terutama perilaku angkutan sedimen disetiap ruas maupun anak-anak sungai yang ada dalam DAS.

Konversi tata guna lahan didaerah tangkapan dari tanaman keras dengan tanaman semusim yang dianggap lebih cepat menghasilkan seperti tanaman pangan dan sayuran sudah menjadi tradisi yang sulit dihentikan karena ditunjang oleh alasan ekonomi, yaitu peningkatan hasil pendapatan masyarakat yang berada didalam DAS. Hal ini telah terbukti menyebabkan tidak terkendalinya pelestarian daerah tangkapan sungai yang berakibat pada peningkatan laju sedimentasi akibat erosi lahan yang semakin meningkat. Erosi lahan ini umumnya akan mengalir menuju alur-alur sungai yang akan berusaha mengangkut sedimen kearah hilir dan menimbulkan pendangkalan yang dapat mengurangi kapasitas tampang melintang sungai. Pengurangan luas tampang melintang sungai dapat mengakibatkan banjir yang dapat merugikan masyarakat dan merusak infrastruktur yang ada. Laju sedimentasi yang tinggi dapat pula mengakibatkan terjadinya pendangkalan pada waduk yang berakibat pada berkurangnya umur efektif waduk.

Pengukuran sedimen disungai sering dianggap sebagai sesuatu yang sulit dilakukan. Disamping kegiatan ini masih kurang mendapat perhatian dari pihak yang berwenang, juga dianggap memiliki urgensi yang rendah padahal besaran dan intensitas angkutan sedimen sungai dapat dijadikan sebagai salah satu petunjuk untuk mengetahui tingkat kerusakan suatu daerah aliran sungai (Saadi et al, 2010).

Untuk sungai-sungai yang bermuara pada suatu waduk, pengukuran sedimen yang dilakukan lebih difokuskan pada pengukuran sedimen yang sudah terendap di dalam genangan waduk, misalnya menggunakan metode *echosounding*. Metode ini cukup efektif untuk mengetahui jumlah sedimen yang sudah terendap didasar waduk tapi merupakan suatu pendekatan yang bersifat negatif karena tidak memikirkan upaya pencegahannya. Hal ini akan lebih sulit bila sungai yang bermuara diwaduk tersebut dalam jumlah yang banyak atau lebih dari satu karena tidak diketahui kontribusi angkutan sedimen masing-masing sungai. Untuk itu perlu dilakukan pengukuran sedimen disetiap sungai sehingga dapat diketahui kontributor utama atau sungai yang membawa angkutan sedimen terbesar. Dengan demikian dapat dilakukan upaya penanganan, misalnya melakukan konservasi lahan di sub DAS dengan angkutan sedimen yang tinggi atau pembuatan *check dam* disepanjang alur sungainya. Upaya seperti ini dalam jangka panjang dapat mengurangi laju pengendapan sedimen diwaduk sehingga biaya besar yang sudah diinvestasikan untuk pembangunannya tidak sia-sia karena pengurangan umur guna waduk secara signifikan dari yang sudah direncanakan dapat dihindari.

Kelemahan lain yang sering dilakukan adalah penyeragaman perkiraan perilaku sedimentasi sungai dalam suatu DAS. Karena perhatian yang kurang dan tingkat urgensi yang rendah seperti disebutkan diatas, maka pengukuran yang dilakukan biasanya dalam jumlah terbatas, misalnya pengukuran pada satu sungai yang dapat dianggap mewakili suatu DAS. Pemikiran ini perlu dikoreksi karena setiap sungai termasuk sub daerah aliran sungainya dapat memiliki karakteristik yang berbeda dalam hal laju angkutan sedimennya walaupun secara geografis berada pada lokasi yang berdekatan. Penelitian yang dilakukan terhadap tiga sungai utama yang mengalir ke waduk Batujai oleh Saadi (2007) menunjukkan bahwa ketiga sungai memiliki laju angkutan sedimen terapung yang berbeda 2 hingga 5 kali lipat antara ketiganya walaupun berada pada lokasi yang

berdekatan. Hal ini juga berakibat pada tingkat kontribusi setiap sungai dalam sedimentasi waduk Batujai yang sangat bervariasi satu sama lainnya. Temuan ini menunjukkan bahwa pengukuran laju angkutan sedimen sungai-sungai pada suatu DAS sangat relevan dan bermanfaat sehingga laju angkutan sedimen masing-masing dapat diketahui. Lebih jauh lagi, kesalahan-kesalahan akibat pendekatan perhitungan dapat dihindari dan prioritas penanganan dapat disusun dengan lebih akurat dan tepat sasaran.

Hasilnya penelitian akan sangat berguna dengan diperolehnya peta penyebaran laju angkutan sedimen pada suatu DAS. Dengan adanya penomoran berdasarkan tingkat atau laju angkutan sedimen (orde status sungai) maka prioritas penanganan dapat disusun dengan menempatkan sungai yang memiliki laju angkutan sedimen yang tinggi sebagai sasaran penangan awal. Hal ini perlu terutama untuk mengantisipasi keterbatasan anggaran biaya dari pemerintah yang dialokasikan untuk kegiatan konservasi sehingga proses penanganan yang menyeluruh dapat dilakukan secara bertahap setiap tahun anggaran. Selanjutnya penelitian yang sama dapat dilakukan pada DAS yang lain sehingga orde status sungai pada wilayah yang lebih luas dapat diketahui.

BAB II. STUDI PUSTAKA

2.1 Konsep kontinuitas sedimen

Jumlah material sedimen yang terangkut, tergerus dan terendapkan pada sungai terutama sungai aluvial merupakan fungsi dari suplai sedimen dan kapasitas angkutan sedimen oleh sungai. Suplai sedimen diperoleh dari hasil gerusan material di daerah pengaliran dan hasil gerusan material dasar dan tebing sungai. Kapasitas angkut sedimen merupakan fungsi dari ukuran sedimen, debit aliran, dan sifat-sifat geometri dan hidraulik sungai. Bila kapasitas angkut (sedimen yang terangkut oleh aliran) sama dengan suplai sedimen (sedimen masuk) terjadi kondisi keseimbangan. Dalam kenyataannya kondisi keseimbangan sulit tercapai, antara lain karena stabilitas dasar sungai-sungai dapat bervariasi secara signifikan walaupun dialiri oleh banjir dengan besaran yang sama (Saadi dan Tait, 2001). Hal ini ditunjang oleh sifat dasar sungai yang terbentuk dari partikel sedimen dengan ukuran butiran yang tidak seragam.

Konsep kontinuitas sedimen pada suatu ruas sungai untuk suatu periode tertentu dinyatakan dengan jumlah sedimen yang masuk kedalam ruas dikurangi jumlah sedimen yang keluar dari ujung sebelah hilir ruas sama dengan jumlah sedimen yang disimpan (*store*) pada ruas tersebut. Sedimen yang masuk kedalam ruas dapat berupa sedimen yang masuk melalui ruas penampang di bagian hulu ruas ditambah masukan dari samping ruas yang merupakan hasil gerusan dari daerah pengaliran dan bantaran banjir. Kapasitas angkut sedimen oleh aliran pada ruas sungai menentukan besarnya laju sedimen keluar. Perubahan jumlah sedimen di dalam ruas terjadi jika total input yang masuk ke ruas sungai (suplai sedimen) tidak sama dengan sedimen yang keluar melalui ruas ujung hilir (kapasitas angkut). Bila suplai sedimen kurang dari kapasitas angkut, gerusan atau degradasi akan terjadi di dalam ruas sehingga kapasitas angkut pada ujung pengeluaran di hilir ruas tercapai, kecuali ada pengontrol yang membatasi terjadinya gerusan. Sebaliknya bila suplai sedimen lebih besar dari pada kapasitas angkut, deposisi (*aggradation*) akan terjadi di dalam ruas. Penelitian Saadi (2008b) pada sungai Jama' di Kabupaten Lombok Timur menunjukkan bahwa pada bagian hulu bangunan pengontrol

berupa jembatan dapat menimbulkan deposisi sedimen yang berlebihan, sehingga terjadi ketidakseimbangan antara input dan output sedimen pada ruas sungai yang ditinjau .

Kestabilan sungai sangat dipengaruhi oleh sifat aliran atau pola hidrograf aliran sungai. Transportasi material yang kontinyu biasanya terjadi pada tahapan awal dari hidrograf banjir karena material dasar sungai belum terkonsolidasi dengan baik. Pada saat hidrograf banjir berlangsung lebih lama kestabilan dasar sungai bertambah sampai pada tingkat tertentu akibat proses armor (*armouring process*) yang berlangsung pada dasar sungai. Ketika hidrograf banjir susulan melintasi dasar sungai, laju angkutan sedimen tidak serta-merta meningkat secara linier walaupun hidrograf banjir yang terjadi lebih besar dari hidrograf banjir sebelumnya (Saadi, 2001). Hal ini dimungkinkan oleh terjadinya peristiwa pengisian rongga oleh sedimen dengan butiran yang lebih halus dan membentuk ikatan-ikatan dengan sedimen berbutir lebih besar. Sedimen berbutir kasar yang tadinya terekspos dan mudah bergerak oleh pergerakan aliran sungai menjadi lebih stabil karena tertutup dan terikat oleh material yang lebih lembut. Berkurangnya tingkat ekspos (*level of exposure*) butiran kasar dapat meningkatkan kestabilan butiran hingga 35% (Saadi, 2008a).

2.2 Debit Aliran Sungai dan Angkutan Sedimen Terapung

Pengukuran debit sungai harus dilakukan pada lokasi yang sama dengan pengukuran sedimen terapung. Hal ini dilakukan untuk mendapatkan hubungan yang akurat antara angkutan sedimen terapung dan debit aliran sungai. Pengukuran debit sungai diawali dengan pengukuran luas tampang melintang sungai. Pada titik yang sama dilakukan pengukuran kecepatan aliran sehingga debit aliran sungai dapat diketahui.

Pengukuran angkutan sedimen terapung disungai menggunakan metode konvensional, yaitu integrasi kedalaman seperti disebutkan dalam SNI 03-3414-1994 (Anonim, 1994) dan SNI 3414:2008 (Anonim, 2008). Metode ini mengukur kandungan sedimen suspensi pada tiga kedalaman yang berbeda, yaitu pada kedalaman 0,2h; 0,6h dan 0,8h dari permukaan air (h adalah kedalaman air). Peralatan yang digunakan dapat berupa *suspended sediment sampler* (lihat Gambar 2) atau juga menggunakan alat ukur berbentuk silinder (*cylinder water sampler*) seperti terlihat dalam Gambar 3. Untuk dimensi yang proporsional alat ukur berbentuk silinder dapat memberikan hasil

pengukuran yang lebih akurat, yaitu efisiensi tangkapan sebesar 0.8 - 1.2 untuk aliran yang tidak terlalu cepat (van Rijn, 2006). Untuk memisahkan sedimen yang terkandung dalam contoh air, dilakukan penyaringan dan penimbangan sampel. Pengukuran debit dan muatan sedimen terapung pada sungai yang ditinjau dilakukan sebanyak mungkin pada lokasi yang berbeda agar sampel yang ada sedapat mungkin mewakili kondisi sebenarnya dari sungai.

Pemilihan posisi penempatan alat *suspended sediment sampler* maupun *cylinder water sampler* pada ketiga kedalaman dianggap dapat mewakili kandungan sedimen pada ruas sungai yang ditinjau. Saadi et al (2009) mencoba menyempurnakan metode pengukuran ini agar semua kedalaman terwakili, yaitu dengan menciptakan alat pengukur sedimen suspensi sungai dengan metode intensitas cahaya. Metode ini mengukur intensitas cahaya yang dilewatkan secara vertikal dari permukaan aliran hingga ke dasar sungai dengan menggunakan teknik yang disebut *Light Difference Resistance (LDR)* yang diletakkan didasar sungai. Sinyal dari LDR dialirkan melalui *interface* yang memungkinkan komputer membaca dan mendapatkan tegangan sesuai dengan posisi LDR didalam air. Metode ini cukup efektif untuk kondisi air dengan kandungan sedimen hingga 12,732 gr/ltr yang ditunjukkan oleh pembacaan tegangan yang relatif konsisten. Inkonsistensi perubahan tegangan terjadi pada pengukuran dengan kandungan sedimen yang lebih tinggi, yaitu 19,099 gr/ltr. Hal ini disebabkan karena daya lampu yang tersedia tidak mampu melewati tingkat kekeruhan air yang tinggi dan mengurangi kemampuan LDR untuk mengalirkan sinyal melalui *interface* sehingga pembacaan tegangan terganggu. Metode ini masih dalam taraf penyempurnaan, yaitu meningkatkan daya lampu hingga 20 kali lipat menjadi 1000 watt agar air dengan kepekatan yang tinggi dapat ditembus dengan baik hingga posisi LDR. Karena masalah teknis, uji coba lanjutan agar metode ini dapat digunakan secara lebih luas belum dapat dilakukan (Saadi et al, 2009). Untuk itu pada penelitian ini pengukuran sedimen terapung dilakukan dengan metode integrasi kedalaman seperti telah disebutkan diatas.

2.3 Lengkung Aliran-Sedimen Sungai

Untuk mengolah suatu seri data yang akan diwujudkan dalam sebuah persamaan matematis (persamaan lengkung aliran-sedimen), dibutuhkan analisis numerik. Teknik

pengolahan data yang dipakai pada umumnya memerlukan pemahaman pengetahuan regresi yang hasil analisisnya disajikan dalam bentuk kurva yang diperhalus (*fitting curve*). Salah satunya adalah yang dikenal sebagai metoda kuadrat terkecil (*least square method*) yang berfungsi meminimumkan jumlah kuadrat dari penyimpangan–penyimpangan yang dibentuk oleh garis yang dihasilkan (Akai, 1994). Sebelum diselesaikan dengan metoda kuadrat terkecil, data debit dan kandungan sedimen suspensi terlebih dahulu ditulis dalam bentuk persamaan logaritmik. Pada metoda kuadrat terkecil kesalahan didefinisikan sebagai penyimpangan atau selisih antara nilai benar dan nilai terukur.

Hubungan antara angkutan muatan terapung (*suspended load*) dan aliran sungai dinyatakan dengan suatu grafik logaritmik yang secara matematik dapat dinyatakan dengan suatu persamaan yang berbentuk :

$$Q_s = aQ_w^b \dots\dots\dots (1)$$

dengan :

Q_s = angkutan sedimen terapung (gr/lit)

Q_w = debit aliran sungai (m³/det)

a = koefisien

b = eksponen

Untuk memudahkan penyelesaian dengan menggunakan metode kwadrat terkecil, maka Persamaan (1) ditulis terlebih dahulu dalam bentuk persamaan logaritmik sebagai berikut ;

$$\log Q_s = \log a + b \log Q_w \dots\dots\dots (2a)$$

misalkan $Q_s' = \log Q_s$, $Q_w' = \log Q_w$ dan $a' = \log a$, maka

$$Q_s' = a' + bQ_w' \dots\dots\dots (2b)$$

sehingga persamaan residualnya adalah

$$R = \sum_{i=1}^n R_i^2 = \sum_{i=1}^n (a' + bQ_{wi}' - Q_{si}')^2 \dots\dots\dots (3a)$$

$$\frac{\partial R}{\partial a'} = 2 \sum_{i=1}^n (a' + bQ_{wi}' - Q_{si}') = 0 \dots\dots\dots (3b)$$

$$\frac{\gamma R}{\gamma b} = 2 \sum_{i=1}^n (a' + bQ_{wi}' - Q_{si}') Q_{wi}' = 0 \dots\dots\dots (3c)$$

Berdasarkan pertimbangan bahwa fluktuasi aliran dari tahun ketahun berbeda maka hubungan antara debit aliran sungai hasil pengukuran dengan muatan sedimen terapung yang berasal dari sampel sebenarnya merupakan korelasi antara kedua faktor pada saat pengukuran (Saadi, 2007). Laju erosi berubah dan tidak sama untuk setiap hujan karena tergantung pada intensitas curah hujan, keadaan tanah, serta pertumbuhan tanamannya. Bagian-bagian tertentu dari suatu ruas sungai mungkin lebih peka terhadap erosi daripada bagian-bagian lainnya, sehingga muatan sedimen yang lebih besar dapat diharapkan bila curah hujan terpusat pada daerah tersebut. Hal ini menunjukkan bahwa laju angkutan sedimen terapung dan laju aliran sungai tidak selamanya berkorelasi langsung. Namun demikian lengkung aliran sedimen sungai merupakan suatu alat yang sangat bermanfaat untuk memperkirakan angkutan sedimen terapung (Anonim, 1991a).

BAB III. METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan dalam dua tahap, yaitu tahap pertama berupa pengumpulan data-data sekunder, sedangkan pada tahap kedua dilakukan pengukuran dilapangan dan analisis data yang diperoleh.

3.1 Pengumpulan Data-data Sekunder

Data sekunder yang akan dikumpulkan berupa data hidrologi, data klimatologi, data tata guna lahan serta data teknis lainnya. Peta-peta yang berkaitan dengan DAS yang ditinjau dan dapat memberikan informasi tambahan juga akan dikumpulkan. Data-data tersebut diperoleh dari berbagai sumber seperti disebutkan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Jenis dan Sumber Data Sekunder serta Periode Pencatatan yang Dibutuhkan

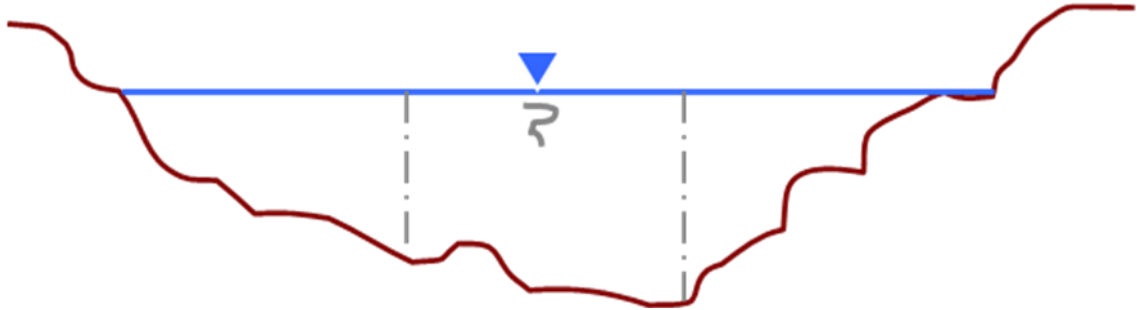
No	Jenis data	Sumber data	Keterangan
1	Data curah hujan dan data klimatologi lainnya	Balai Informasi Sumber Daya Air (BISDA), Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika (BMKG)	10 tahun terakhir
2	Data tata guna lahan dan peta-peta penunjang	Badan Pertanahan Nasional (BPN), Balai Pengelolaan Daerah Aliran Sungai (BP DAS) Dodokan Moyosari	5 tahun terakhir
3	Data DAS yang terkait lainnya	Balai Wilayah Sungai Nusa Tenggara I (BWS NT I)	5 tahun terakhir

3.2 Pengukuran di Lapangan

A. Perhitungan Debit Aliran

Untuk mengetahui debit aliran pada lokasi yang telah ditentukan dilakukan pengukuran kecepatan aliran dan penjajakan air. Pengukuran kecepatan dilakukan pada beberapa titik sesuai dengan lebar tampang sungai, dimana semakin lebar sungai maka semakin banyak titik pengukuran. Dalam hal ini lebar sungai dibagi menjadi beberapa bagian atau blok agar setiap bagian, misalnya bagian kanan, bagian tengah dari bagian

kiri dari penampang melintang sungai dapat terwakili kecepatannya (lihat Gambar 1). Pada setiap bagian dilakukan pengukuran pada 3 (tiga) titik kedalaman, yaitu 0.2 h, 0.6 h dan 0.8 h dari permukaan air dengan h merupakan kedalaman aliran. Pada lokasi pengukuran kecepatan dilakukan pengukuran luas tampang melintang sungai.



Gambar 1. Pembagian tampang melintang sungai untuk pengukuran kecepatan aliran

Pengukuran kecepatan aliran dilakukan dengan alat ukur kecepatan aliran (*flow meter wading set*) seperti terlihat pada Gambar 2. Lokasi penjajakan air dilaksanakan di anak-anak sungai hingga sungai utama. Agar diperoleh data pengukuran kecepatan aliran dan penjajakan air yang representatif, pengukuran dilakukan pada saat musim penghujan dan musim kemarau.



Gambar 2. Alat ukur kecepatan aliran Valeport Model 001

Secara lebih detail, prosedur perhitungan debit aliran adalah sebagai berikut :

1. Menentukan beberapa lokasi pengukuran kecepatan aliran dan penjajakan air pada sungai yang relatif lurus dengan penampang relatif stabil.
2. Lebar sungai diukur menjadi beberapa blok. Pada penampang sungai yang relatif lebar, penjajakan air dibagi menjadi beberapa blok dengan lebar setiap blok maksimal 5 meter, dan setiap blok dibagi menjadi beberapa pias.
3. Kecepatan aliran tiap blok diukur pada kedalaman 0,2h; 0,6h dan 0,8h dari permukaan air (h adalah kedalaman air). Saat pengukuran kecepatan, alat ukur kecepatan menghadap ke arah aliran. Lama waktu setiap pengukuran kecepatan adalah 40 detik. Pada blok yang sama diukur kedalaman air pada setiap perubahan jarak dari tepi sepanjang 1 meter. Buat sketsa penampang sungai.
4. Debit aliran sungai dihitung dengan menjumlahkan nilai debit pada masing-masing blok. Debit per blok diperoleh dari perkalian luas penampang basah blok yang ditinjau dengan kecepatan rata-rata aliran.

Bahan dan peralatan yang digunakan dalam penjajakan air adalah:

1. Meteran 50 meter, digunakan untuk mengukur lebar penampang basah sungai;
2. Alat ukur kecepatan aliran (*flow meter wading set*), untuk mengukur kecepatan aliran
3. GPS (*Global Positioning System*), digunakan untuk menentukan lokasi pengukuran;
4. Waterpass dan kelengkapannya, digunakan untuk mengukur elevasi muka air
5. Formulir pencatatan data dan alat tulis
6. Baju pelampung dan *wader*

B. Pengukuran Kandungan Sedimen Terapung (Suspended load)

Pengukuran kandungan sedimen suspensi dilakukan pada lokasi yang sama dengan pengukuran kecepatan aliran dan penjajakan air. Pengukuran dilakukan menggunakan alat ukur kandungan sedimen suspensi (*suspended load sampler*) dan *water sampler* seperti terlihat pada Gambar 3 dan Gambar 4.



Gambar 3. Alat Ukur Sedimen Terapung Tipe USDH 48



Gambar 4. Alat Ukur *Water Sampler* (LaMOTTE Model JT-1)

Prosedur pengukuran sedimen suspensi :

1. Alat ukur kandungan sedimen suspensi ditempatkan di lokasi pengukuran kecepatan aliran dan penjajakan air. Alat diposisikan sedemikian rupa sehingga tegak lurus terhadap arah aliran sungai
2. Pengambilan sampel sedimen suspensi

C. Pengukuran Sedimen Dasar (Bed load)

Seperti halnya pada pengukuran kandungan sedimen suspensi, pengukuran sedimen dasar juga dilakukan pada lokasi yang sama dengan pengukuran kecepatan aliran dan penjajakan air. Pengukuran dilakukan menggunakan alat ukur sedimen dasar (*bed load sampler*) yang dirancang sedemikian rupa agar pengukuran sedimen dasar (*bed load*) dapat dilakukan dengan baik (lihat Gambar 5).



Gambar 5. Alat penangkap sedimen dasar (*bedload sampler*)

Untuk mengetahui distribusi butiran sedimen dasar dilakukan pengambilan sampel di beberapa tempat yang mewakili dengan menggunakan alat berupa *serber* atau *Eikman grab* seperti diperlihatkan dalam Gambar 6. *Serber* dipakai terutama pada sungai yang dalam atau lokasi yang sulit dimana pengambilan sampel secara langsung tidak bisa dilakukan. Pengambilan sampel pada sungai yang dangkal dan mudah terjangkau dapat dilakukan dengan wadah atau ember biasa .

Peralatan penunjang yang digunakan dalam pengukuran sedimen suspensi dan sedimen dasar adalah:

1. Meteran 50 meter, digunakan untuk menentukan posisi alat ukur;
2. GPS (*Global Positioning System*), digunakan untuk pengecekan posisi alat ukur;
3. Baju pelampung dan *wader*



Gambar 6. Alat pengambil sedimen terendap (*serber* atau *Eikman grab*)

3.3 Pengujian Sampel Sedimen dan Analisis Data

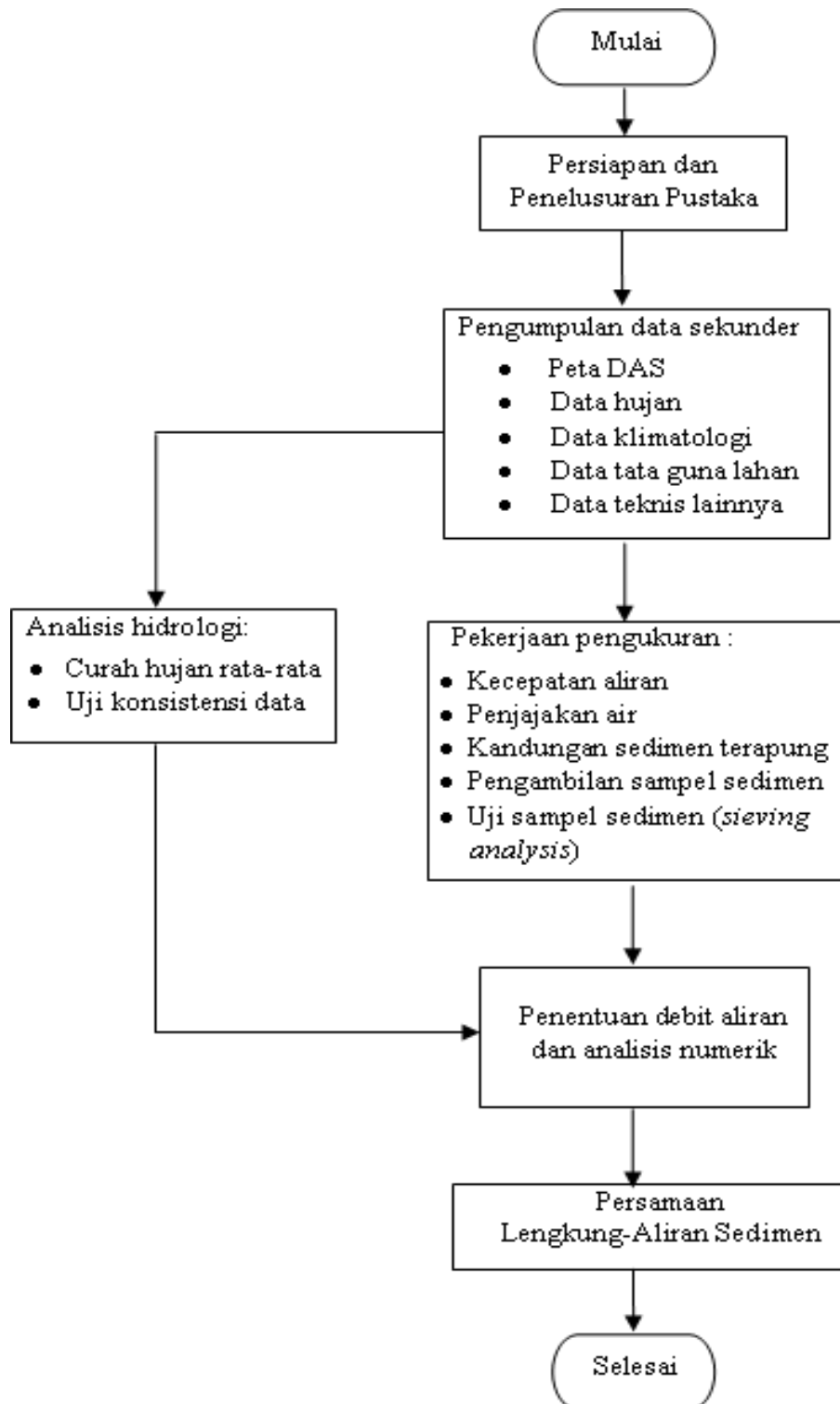
A. Pengujian Sampel Sedimen

Sampel sedimen yang diuji meliputi sampel sedimen suspensi dilokasi pengukuran. Pengambilan sampel terendap dilakukan pada lokasi yang berbeda di dalam DAS. Sampel sedimen diuji di Laboratorium Mekanika Tanah dengan jenis uji yang dilakukan adalah uji volumetri/gravimetri dan analisis ayakan (*sieving analysis*). Parameter yang dihasilkan dari pengujian sampel diatas antara lain : *specific gravity*, analisis gradasi butiran (*gravel, sand, silt* dan *clay*), berat volume tanah (basah dan kering).

Semua tahap pelaksanaan penelitian dituangkan dalam bagan alir penelitian seperti disajikan dalam Gambar 7.

B. Analisis Numerik

Analisis numerik dilakukan untuk mendapatkan persamaan lengkung-aliran sedimen terapung. Analisis dilakukan dalam 2 (dua) tahap, yaitu tahap pertama adalah pengumpulan data debit aliran dan kandungan sedimen suspensi. Tahap kedua adalah data diolah menggunakan metode kuadrat terkecil (*least square method*).

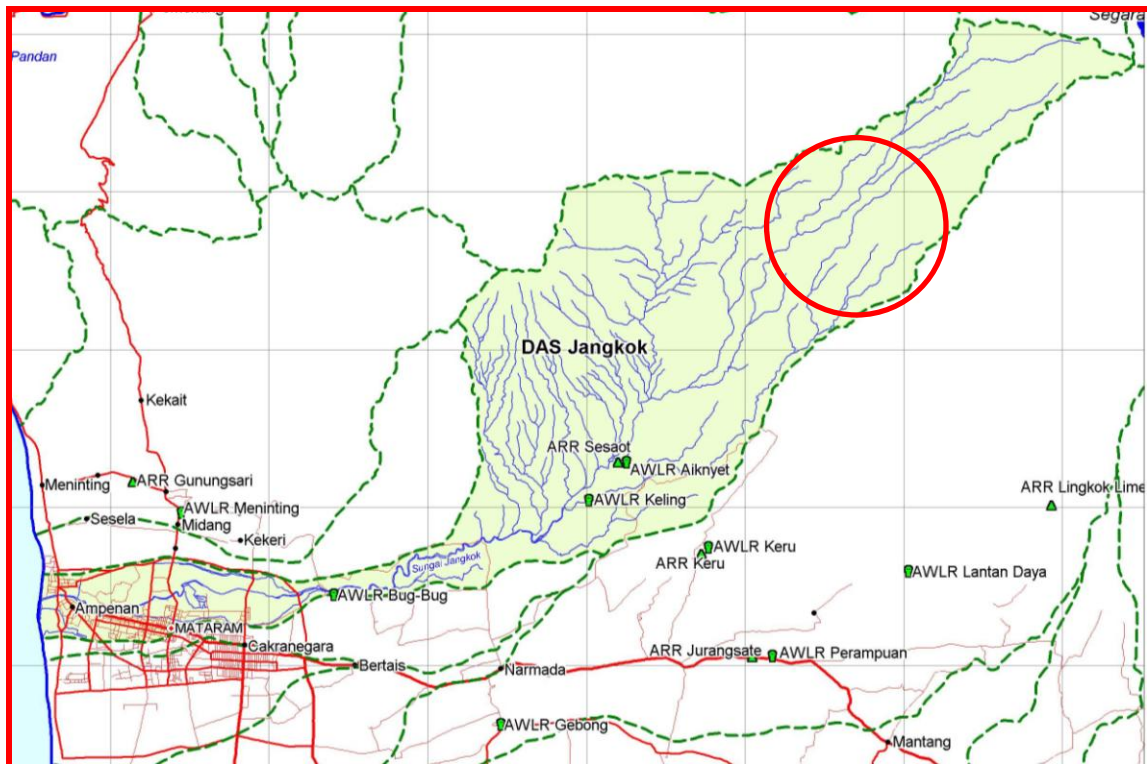


Gambar 7. Bagan alir pelaksanaan penelitian

BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pemilihan Lokasi Pengukuran

Pada penelitian ini penjajakan air dan pengambilan sampel sedimen dilakukan pada bagian hulu sungai Jangkok (Gambar 8), yaitu Sungai Pemoto, Sungai Tembiras, Sungai Bentoyang dan Sungai Jangkok. Nama anak-anak sungai Jangkok diambil berdasarkan sebutan atau pemberian nama oleh penduduk setempat karena belum ada laporan resmi atau peta yang memuat dan mencantumkan nama anak-anak sungai ini. Dengan demikian manfaat lain dari penelitian ini adalah identifikasi anak-anak sungai Jangkok dan mencantumkannya dalam laporan atau peta secara resmi untuk pertama kalinya.



Gambar 8. Lokasi penjajakan air dan pengukuran sedimen di ruas Sungai Jangkok

Pengukuran pada sungai Tembiras dilakukan pada 2 (dua) lokasi, yaitu bagian hulu dan hilir. Untuk sungai Jangkok, pengukuran juga dilakukan pada 2 (dua) lokasi,

yaitu dibagian hulu pertemuan dengan sungai Tembiras dan dibagian hilir pertemuan. Karena pemberian nama diharapkan menjadi referensi bagi masyarakat dikemudian hari maka setiap lokasi dipetakan dengan sebaik-baiknya, yaitu dengan mencantumkan lokasinya dalam bentuk koordinat yang diukur dengan alat Global Positioning System (GPS) seperti tampak dalam Gambar 9.



Gambar 9. Penentuan posisi pengukuran dengan alat GPS

Berdasarkan pengukuran dengan GPS maka dapat diketahui lokasi atau posisi sungai dan anak-anak sungai yang diukur. Penentuan landai dasar sungai dilakukan dengan pengukuran langsung dilapangan dengan cara mengukur beda elevasi dasar sungai bagian hulu dan hilir masing-masing 3 (tiga) titik, yaitu bagian pinggir kanan, bagian tengah dan bagian pinggir kiri dari ruas sungai yang ditinjau.. Untuk kemudahan terutama dalam menghindari mobilisasi peralatan-peralatan pengukuran yang relatif besar dan berat, maka digunakan selang air berdiameter kecil sepanjang 100 m. Namun karena kondisi medan yang tidak beraturan terutama pada tempat yang memiliki kemiringan dasar yang tinggi atau banyak terjunan maka panjang bentangan untuk selang air disesuaikan dengan kondisi setempat, misalnya kurang dari 100 m. Untuk memudahkan, semua hasil pengukuran dibuat dalam bentuk tabel yang disajikan sebagai berikut.

Tabel 2. Nama-nama sungai atau anak sungai dan koordinat lokasi pengukuran

No.	Nama Sungai atau Anak Sungai	Koordinat	Landai Dasar (gradien) Sungai	Keterangan
1.	Pemoto (P)	50L 417187 ; 9058465	0.03040	Anak sungai Tembiras
2.	Bentoyang (B)	50L 417029 ; 9058530	0.01040	Anak sungai Tembiras
3.	Tembiras hulu (Tu)	50L 417077 ; 9058470	0.00023	Sebelum Bentoyang
4.	Tembiras hilir (Td)	50L 417014 ; 9058474	0.00704	Setelah Bentoyang
5.	Jangkok 1 (J1)	50L 416942 ; 9058524	0.02600	Sebelum pertemuan Tembiras
6.	Jangkok 2 (J2)	50L 416961 ; 9058423	0.01910	Bagian hilir pertemuan Tembiras

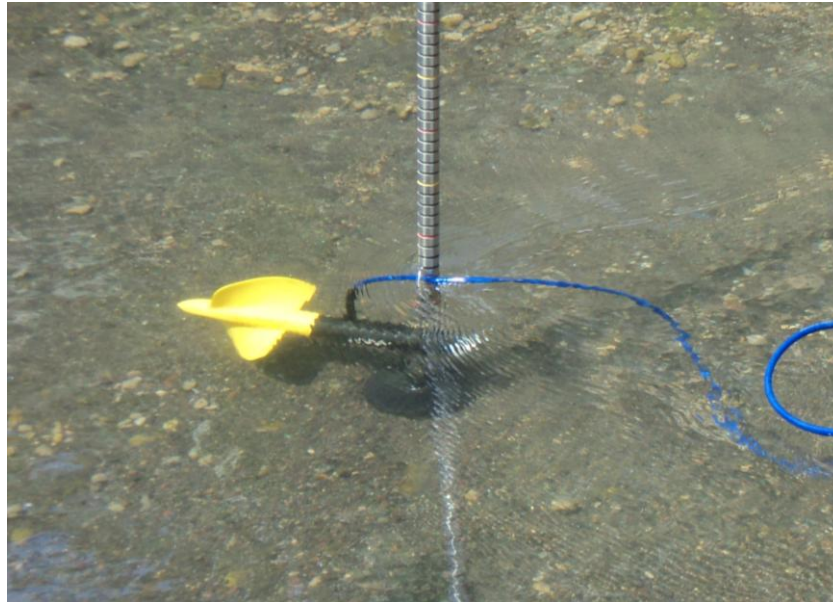
4.2 Pengukuran Debit Aliran Sungai

Penjajakan air untuk perhitungan debit aliran sungai dilakukan pada lokasi yang sama dengan pengukuran sedimen terapung maupun sedimen dasar. Hal ini dilakukan untuk mendapatkan hubungan yang akurat antara angkutan sedimen terapung dan debit aliran sungai. Pengukuran debit sungai diawali dengan pengukuran luas tampang melintang sungai (lihat Gambar 10).



Gambar 10. Pengukuran luas tampang sungai

Pada titik yang sama dilakukan pengukuran kecepatan aliran (lihat Gambar 11) sehingga debit aliran sungai dapat diketahui. Tabel 3 memperlihatkan contoh hasil pengukuran kecepatan dan luas tampang sungai untuk sungai Pemoto sehingga debit sesaat aliran dapat diketahui.



Gambar 11. Pengukuran kecepatan aliran dengan *current meter*

Tabel 3. Hasil perhitungan peninjauan air untuk sungai yang dipilih

No.	Sungai atau Anak Sungai	Kecepatan (m/dt)	Luas Tampang (m ²)	Debit Sesaat (m ³ /dt)
1.	Pemoto (P)	0.200	1.225	0.242
		0.267	0.872	0.233
		0.237	1.085	0.257
		0.191	1.150	0.220
2.	Tembiras Hulu (Tu)	0.329	0.804	0.265
		0.150	1.205	0.181
		0.167	1.244	0.208
		0.178	1.186	0.212
3.	Bentoyang (B)	0.318	6.250	1.988
		0.690	1.684	1.162
4.	Tembiras Hilir (Td)	0.267	1.816	0.485
		0.252	2.090	0.527
		0.199	2.708	0.539
5.	Jangkok 1 (J1)	0.085	3.883	0.331
		0.384	17.850	6.854
		0.749	8.800	6.547
6.	Jangkok 2 (J2)	0.158	5.485	0.867

4.3 Pengukuran Sedimen Suspensi

Pada awalnya 3 (tiga) macam alat yang berbeda dipakai untuk mengukur sedimen suspensi, yaitu alat ukur USDH 48 dan *water sampler* vertikal dan *water sampler* horizontal. Dalam pelaksanaan pengukuran dilapangan ternyata *water sampler* vertikal berbentuk tabung yang ditempatkan secara tegak lurus terhadap arah aliran (lihat Gambar 12) tidak bisa berfungsi secara efektif. Alat ini hanya mampu menyimpan air karena sedimen suspensi cenderung menghindari alat mengikuti aliran air yang berbelok kekedua sisi luar silinder. Oleh karena itu dalam pengujkuran selanjutnya, alat ini tidak digunakan lagi.



Gambar 12. Alat ukur *water sampler* vertikal

Alat ukur *water sampler* horizontal seperti terlihat pada Gambar 13 terbukti lebih efektif untuk menangkap sedimen suspensi. Hal ini sesuai dengan pendapat van Rijn (2006) yang menyebutkan bahwa untuk dimensi yang proporsional alat ukur berbentuk silinder seperti ini dapat memberikan hasil pengukuran yang lebih akurat dengan efisiensi tangkapan sebesar 0.8 -1.2 untuk aliran yang tidak terlalu cepat.



Gambar 13. Aplikasi alat ukur *water sampler* horizontal Model JT-1

Alat ukur lainnya yang dipakai adalah tipe USDH 48 seperti terlihat pada Gambar 14. Penggunaan alat ini harus dilakukan dengan mempertimbangkan bahwa lama waktu pengisian atau pengambilan sampel tergantung dari ukuran *nozzle* yang digunakan dengan ketentuan bahwa waktu yang digunakan untuk menurunkan alat sama dengan waktu yang digunakan untuk menaikkan alat.



Gambar 14. Penggunaan alat ukur sampel sedimen tipe USDH 48

Sampel untuk setiap pengukuran dimasukkan dalam botol atau wadah penyimpan (*container*) dengan penamaan yang teratur sesuai dengan tempat dan waktu pengukuran.

Pemindahan sampel air berisi sedimen suspensi dilakukan secara hati-hati agar air tidak tumpah sehingga material sedimen suspensi dengan butiran yang halus tetap tertahan (lihat Gambar 15). Selanjutnya sampel sedimen disimpan dalam wadah penyimpanan yang dibuat dari bahan yang tembus pandang (lihat Gambar 16).



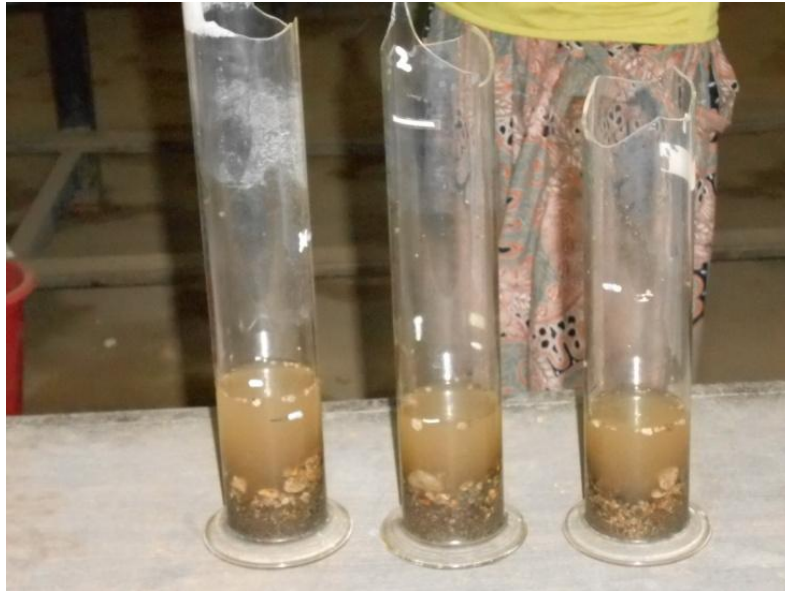
Gambar 15. Pemindahan sampel air dari USDH 48 dan *water sampler* model JT-1 ke wadah penyimpan



Gambar 16. Penyimpanan sampel dalam wadah penyimpan yang diberi nama lokasi

4.4. Pengujian Sampel Sedimen

Sampel sedimen hasil pengukuran di setiap sungai baik itu sedimen dasar (*bed load*) maupun sedimen suspensi (*suspended load*) dianalisis untuk mengetahui distribusi ukuran butirnya. Sampel terlebih dahulu dimasukkan dalam gelas ukur untuk memperoleh pencampuran yang merata (lihat Gambar 17). Sebelum dikeringkan dalam oven, volume air untuk setiap sampel dicatat terlebih dahulu.



Gambar 17. Sampel air berisi sedimen dalam gelas ukur

Untuk memperoleh berat kering, sampel sedimen dimasukkan dalam wadah dan dikeringkan dalam oven selama lebih kurang 24 jam (lihat Gambar 18). Sedimen yang sudah kering ditimbang dengan menggunakan timbangan digital sehingga beratnya dapat diketahui (lihat Gambar 19). Sampel ini disimpan kembali dan diberi label sesuai lokasi pengukuran dan akan diuji lagi pada tahapan selanjutnya, yaitu analisis saringan.



Gambar 18. Sampel sedimen yang dikeringkan dalam oven



Gambar 19. Sampel sedimen ditimbang berat keringnya dan tetap diberi label

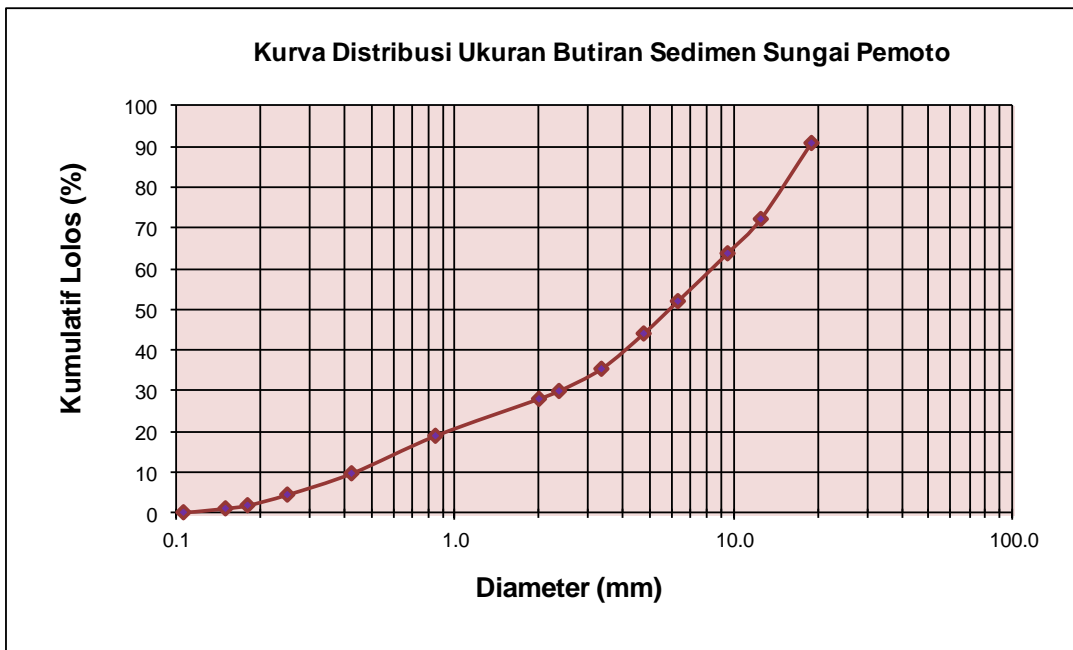
Analisis saringan dilakukan untuk mengetahui variasi butiran sedimen setiap sungai. Analisa saringan dilakukan dengan menempatkan sampel sedimen pada susunan saringan dengan diameter berbagai ukuran mulai dari besar hingga ukuran terkecil (*sieve size*) yang dilengkapi mesin penggetar (*sieve shaker*) agar sedimen dengan ukuran butir tertentu dapat melewati saringan dibawahnya (lihat Gambar 20). Butiran sedimen yang tertahan untuk setiap saringan kemudian ditimbang untuk mengetahui persentasenya. Distribusi ukuran butiran sedimen untuk sungai dan anak-anak sungai Jangkok dapat dilihat pada Tabel 4 sampai dengan Tabel 9. Sedangkan kurva distribusinya disajikan pada Gambar 21 sampai dengan Gambar 26.



Gambar 20. Sampel sedimen ditempatkan pada *sieve shaker* untuk mengetahui komposisi berbagai ukuran butiran

Tabel 4. Distribusi ukuran butiran sedimen untuk Sungai Pemoto

LOKASI : SUNGAI PEMOTO			Berat sampel kering: 495.9 gram				
No ayakan	Ukuran ayakan (mm)	Berat saringan (gram)	Berat tanah tertahan + ayakan (gram)	Berat tanah tertahan (gram)	Berat tanah kumulatif lolos ayakan (gram)	Persen lolos saringan (%)	Tertahan (%)
3/4"	19	469.8	515.2	45.4	451.7	90.9	9.1
1/2"	12.5	451.8	544.6	92.8	358.9	72.2	18.7
3/8"	9.5	443.8	485.7	41.9	317	63.8	8.4
1/4"	6.3	441.4	499.8	58.4	258.6	52.0	11.7
4	4.75	430.5	470	39.5	219.1	44.1	7.9
6	3.35	412.4	455.5	43.1	176	35.4	8.7
8	2.36	394.6	421.7	27.1	148.9	30.0	5.5
10	2	396.4	406	9.6	139.3	28.0	1.9
20	0.85	355.6	400.7	45.1	94.2	18.9	9.1
40	0.425	312.9	358.7	45.8	48.4	9.7	9.2
60	0.25	285.2	311.2	26	22.4	4.5	5.2
80	0.18	280.6	293.6	13	9.4	1.9	2.6
100	0.15	276.2	280	3.8	5.6	1.1	0.8
140	0.106	272.7	277.5	4.8	0.8	0.2	1.0
200	0.075	268.8	269.6	0.8	0	0.0	0.2
TOTAL				497.1			100.0



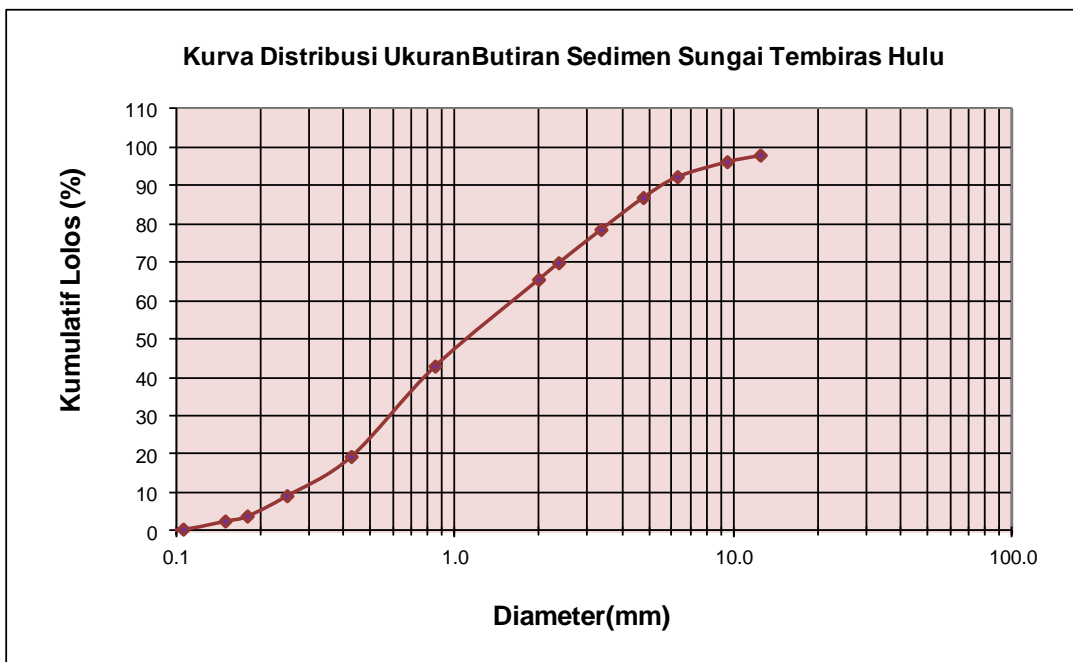
Gambar 21. Kurva distribusi ukuran butiran sedimen sungai Pemoto

Dari Tabel 4 dan Tabel 5 serta Gambar 21 dan Gambar 22 terlihat bahwa material dasar sungai Pemoto (P) lebih kasar bila dibandingkan dengan material dasar sungai dibagian hilirnya, yaitu sungai Tembiras hulu (Tu). Sungai Pemoto (P) ditandai oleh keberadaan material dengan ukuran butir mulai dari 6.3 mm yang cukup signifikan, yaitu mencapai 30 %, sedangkan pada sungai Tembiras Hulu (Tu) material dasar didominasi

oleh butiran dengan diameter yang lebih kecil, yaitu ukuran 0.25 mm hingga 0.85 mm dengan jumlah lebih dari 50 %. Hasil ini cukup menarik karena terdapat potensi terjadinya fenomena penghalusan butiran dibagian hilir (*downstream fining*). Namun untuk membuktikan terjadinya fenomena ini secara lebih akurat membutuhkan penyelidikan lebih lanjut.

Tabel 5. Distribusi ukuran butiran sedimen untuk Sungai Tembiras Hulu

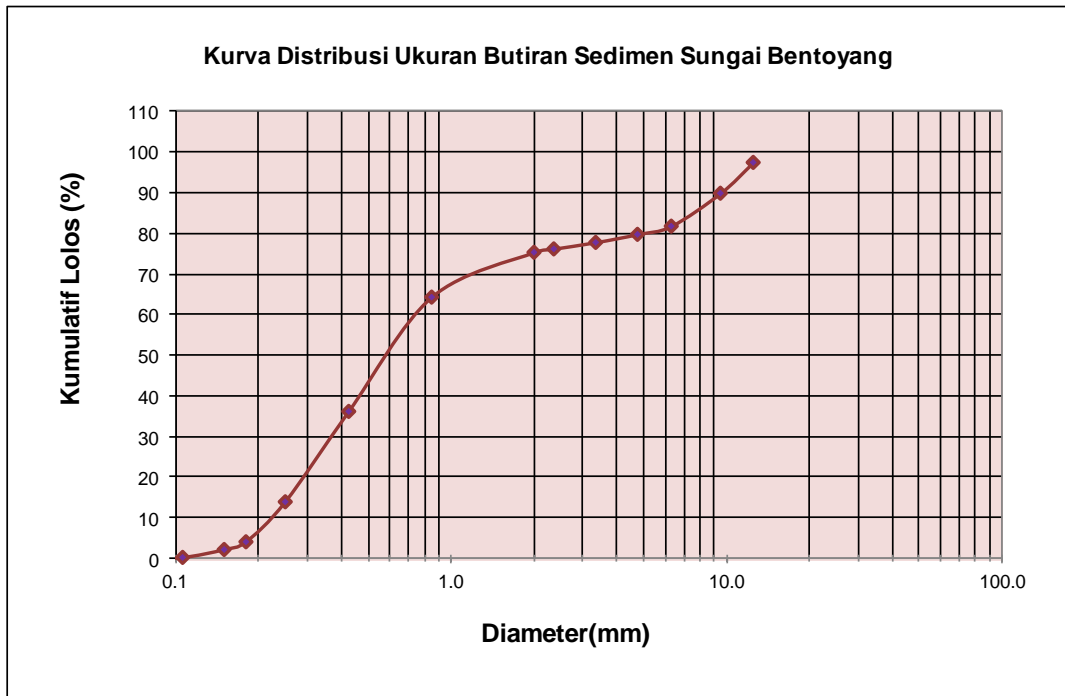
LOKASI : SUNGAI TEMBIRAS HULU				Berat sampel kering: 494,5 gram			
No ayakan	Ukuran ayakan (mm)	Berat saringan (gram)	Berat tanah tertahan + ayakan (gram)	Berat tanah tertahan (gram)	Berat tanah kumulatif lolos ayakan (gram)	Persen lolos saringan (%)	Tertahan (%)
3/4"	19						
1/2"	12.5	451.8	462	10.2	484.4	97.9	2.1
3/8"	9.5	443.8	452.3	8.5	475.9	96.2	1.7
1/4"	6.3	441.4	460.7	19.3	456.6	92.3	3.9
4	4.75	430.5	457.4	26.9	429.7	86.9	5.4
6	3.35	412.4	453.6	41.2	388.5	78.5	8.3
8	2.36	394.6	437.5	42.9	345.6	69.9	8.7
10	2	396.4	417.9	21.5	324.1	65.5	4.3
20	0.85	355.6	467.4	111.8	212.3	42.9	22.6
40	0.425	312.9	429.4	116.5	95.8	19.4	23.6
60	0.25	285.2	335.8	50.6	45.2	9.1	10.2
80	0.18	280.6	306.8	26.2	19	3.8	5.3
100	0.15	276.2	282.6	6.4	12.6	2.5	1.3
140	0.106	272.7	283.2	10.5	2.1	0.4	2.1
200	0.075	268.8	270.9	2.1	0	0.0	0.4
TOTAL				494.6			100.0



Gambar 22. Kurva distribusi ukuran butiran sedimen sungai Tembiras Hulu

Tabel 6. Distribusi ukuran butiran sedimen untuk Sungai Bentoyang

LOKASI : SUNGAI BENTOYANG			Berat sampel kering: 498.7 gram				
No ayakan	Ukuran ayakan (mm)	Berat saringan (gram)	Berat tanah tertahan + ayakan (gram)	Berat tanah tertahan (gram)	Berat tanah kumulatif lolos ayakan (gram)	Persen lolos saringan (%)	Tertahan (%)
3/4"	19						
1/2"	12.5	451.8	464.7	12.9	487	97.4	2.6
3/8"	9.5	443.8	481.7	37.9	449.1	89.8	7.6
1/4"	6.3	441.4	481.9	40.5	408.6	81.7	8.1
4	4.75	430.5	440.6	10.1	398.5	79.7	2.0
6	3.35	412.4	422.3	9.9	388.6	77.7	2.0
8	2.36	394.6	402.6	8	380.6	76.1	1.6
10	2	396.4	400.6	4.2	376.4	75.3	0.8
20	0.85	355.6	410.7	55.1	321.3	64.3	11.0
40	0.425	312.9	453.5	140.6	180.7	36.1	28.1
60	0.25	285.2	396.4	111.2	69.5	13.9	22.2
80	0.18	280.6	329.8	49.2	20.3	4.1	9.8
100	0.15	276.2	285.7	9.5	10.8	2.2	1.9
140	0.106	272.7	282.4	9.7	1.1	0.2	1.9
200	0.075	268.8	269.9	1.1	0	0.0	0.2
TOTAL				499.9			100.0



Gambar 23. Kurva distribusi ukuran butiran sedimen sungai Bentoyang

Sungai Bentoyang (B) yang merupakan anak sungai Tembiras juga memiliki material yang lebih kasar bila dibandingkan dengan sungai induknya (lihat Tabel 5 dan Tabel 6 serta Gambar 22 dan Gambar 23). Walaupun pada kedua sungai butiran berukuran 0.25 mm hingga 0.85 mm lebih dominan bila dibandingkan dengan ukuran butiran lainnya (lebih dari 50 %), sungai Bentoyang memiliki material dasar sungai

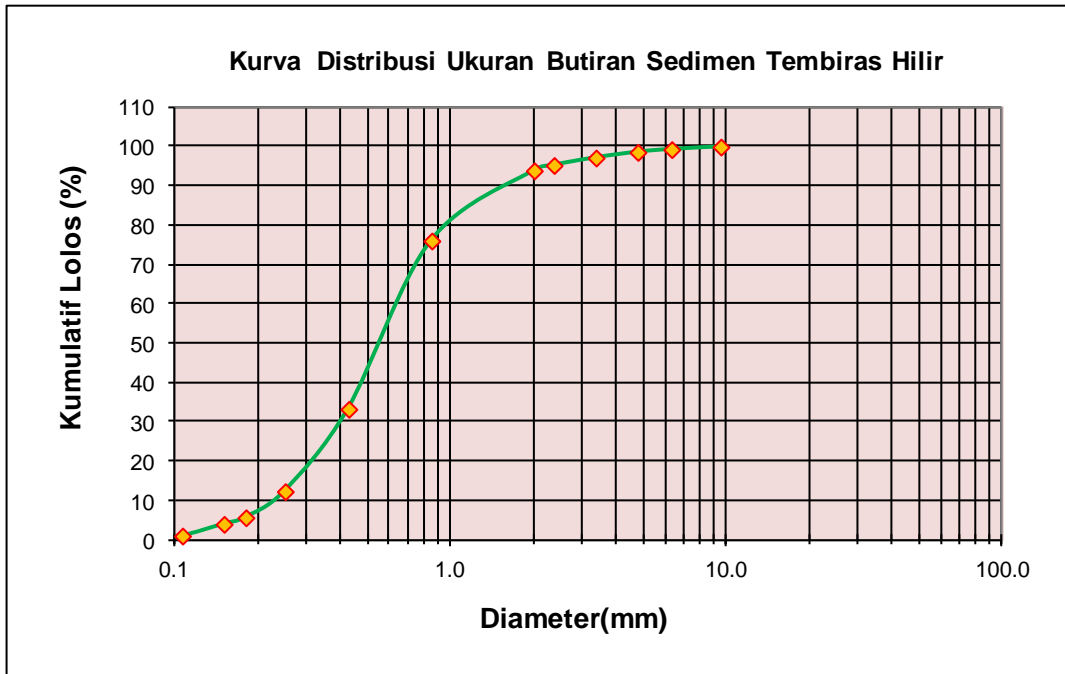
dengan diameter butiran 6.3 mm dan 9.5 mm hingga mencapai 15 %. Hal ini berarti bahwa material dasar sungai Bentoyang (B) relatif masih lebih kasar dari sungai Tembiras Hulu (Tu).

Perbandingan antara kedua anak sungai Tembiras, yaitu sungai Pemoto (P) dan sungai Bentoyang (B) menunjukkan bahwa material dasar sungai Pemoto masih lebih kasar dari material dasar sungai Bentoyang dimana dominasi material berukuran 6.3 mm dan lebih besar tampak dominan hingga mendekati 30 % dari jumlah butiran yang ada.

Fenomena *downstream fining* juga terlihat di sungai Tembiras dimana material dasar sungai Tembiras Hilir (Td) jauh lebih halus daripada material dasar sungai Tembiras Hulu (Tu). Seperti terlihat pada Tabel 7 dan Gambar 24, persentase ukuran butir antara 0.25 mm hingga 0.85 mm di sungai Tembiras Hilir (Td) mencapai 81.6 % dari total sampel yang dianalisis sedangkan pada sungai Tembiras hulu (Tu) persentase butiran yang sama adalah 56.4 % (Tabel 6 dan Gambar 23) . Hal ini cukup menarik karena jarak pengambilan sampel antara kedua lokasi relatif tidak jauh, yaitu kurang dari 100 m. Namun perlu diingat bahwa antara kedua lokasi terdapat pertemuan dengan sungai Bentoyang (B). Terjadinya penambahan debit aliran dan potensi adanya suplai sedimen dari sungai Bentoyang (B) dapat berpengaruh terhadap perbedaan yang terjadi dibagian hilir sungai Tembiras dan perlu dibuktikan melalui penelitian lanjutan.

Tabel 7. Distribusi ukuran butiran sedimen untuk Sungai Tembiras Hilir

LOKASI : SUNGAI TEMBIRAS HILIR				Berat sampel kering: 567.4 gram			
No ayakan	Ukuran ayakan (mm)	Berat saringan (gram)	Berat tanah tertahan + ayakan (gram)	Berat tanah tertahan (gram)	Berat tanah komulatif lolos ayakan (gram)	Persen lolos saringan (%)	Tertahan (%)
3/4"	19	469.8					
1/2"	12.5	451.8					
3/8"	9.5	443.80	444.4	0.60	566.70	99.89	0.11
1/4"	6.3	441.40	445.1	3.70	563.00	99.24	0.65
4	4.75	430.50	434.5	4.00	559.00	98.54	0.71
6	3.35	412.40	420.5	8.10	550.90	97.11	1.43
8	2.36	394.60	405.4	10.80	540.10	95.21	1.90
10	2	396.40	404.1	7.70	532.40	93.85	1.36
20	0.85	355.60	456.8	101.20	431.20	76.01	17.84
40	0.425	312.90	555.8	242.90	188.30	33.19	42.82
60	0.25	285.20	404	118.80	69.50	12.25	20.94
80	0.18	280.60	318.3	37.70	31.80	5.61	6.65
100	0.15	276.20	285.7	9.50	22.30	3.93	1.67
140	0.106	272.70	289.6	16.90	5.40	0.95	2.98
200	0.075	268.80	274.2	5.40	0.00	0.00	0.95
TOTAL				567.30			100.00

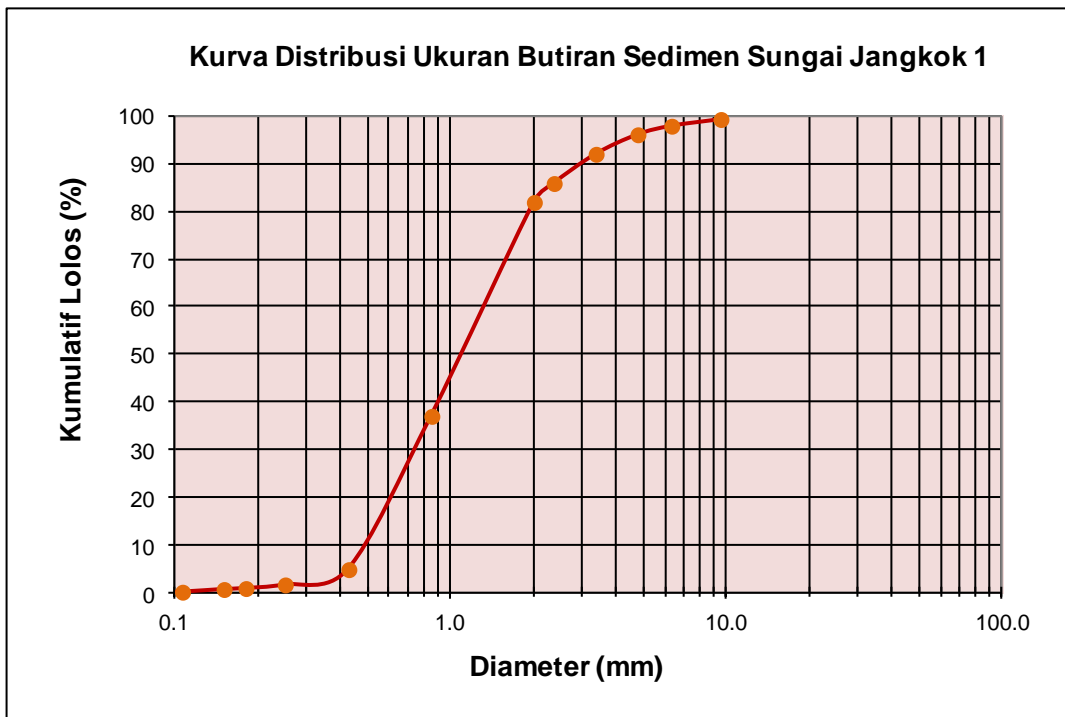


Gambar 24. Kurva distribusi ukuran butiran sedimen sungai Tembiras Hilir

Pengamatan terhadap terhadap material dasar sungai Jangkok 1 (J1) dengan sungai Jangkok 2 (J2) menunjukkan kecenderungan yang sama dengan yang terjadi pada sungai Tembiras dan anak-anak sungainya. Sungai Jangkok 2 (J2) memiliki material dasar yang lebih halus bila dibandingkan dengan material dasar sungai Jangkok 1 (J1). Hasil analisis pada Tabel 8 dan Tabel 9 menunjukkan bahwa jumlah sedimen dengan ukuran butiran antara 0.25 mm hingga 0.85 mm pada sungai Jangkok 2 (J2) adalah mencapai 89.06 % sedangkan pada Jangkok 1 (J1) mencapai 80.2 %. Walaupun dengan tingkat perubahan yang berbeda, fenomena *downstream fining* juga eksis atau terjadi pada sungai induk. Tapi seperti halnya pada ulasan diatas, terdapat tambahan debit dan potensi suplai sedimen diantara kedua lokasi pengukuran. Dalam hal ini sungai Tembiras yang merupakan anak sungai Jangkok yang membentuk percabangan diantara Jangkok 1 (J1) dan Jangkok 2 (J2) berpeluang memberikan kontribusi terhadap terjadinya perubahan yang ada terutama dalam hal distribusi ukuran butiran material dasar sungai.

Tabel 8. Distribusi ukuran butiran sedimen untuk Sungai Jangkok 1

LOKASI : SUNGAI JANGKOK 1			Berat sampel kering: 250.1 gram				
No ayakan	Ukuran ayakan (mm)	Berat saringan (gram)	Berat tanah tertahan + ayakan (gram)	Berat tanah tertahan (gram)	Berat tanah kumulatif lolos ayakan (gram)	Persen lolos saringan (%)	Tertahan (%)
3/4"	19	469.8					
1/2"	12.5	451.8					
3/8"	9.5	443.80	445.2	1.40	248.10	99.44	0.56
1/4"	6.3	441.40	444.9	3.50	244.60	98.04	1.40
4	4.75	430.50	435	4.50	240.10	96.23	1.80
6	3.35	412.40	422.6	10.20	229.90	92.14	4.09
8	2.36	394.60	409.9	15.30	214.60	86.01	6.13
10	2	396.40	406.3	9.90	204.70	82.04	3.97
20	0.85	355.60	467.5	111.90	92.80	37.19	44.85
40	0.425	312.90	393.1	80.20	12.60	5.05	32.14
60	0.25	285.20	293.2	8.00	4.60	1.84	3.21
80	0.18	280.60	282.5	1.90	2.70	1.08	0.76
100	0.15	276.20	276.7	0.50	2.20	0.88	0.20
140	0.106	272.70	274.1	1.40	0.80	0.32	0.56
200	0.075	268.80	269.6	0.80	0.00	0.00	0.32
TOTAL				249.50			100.00

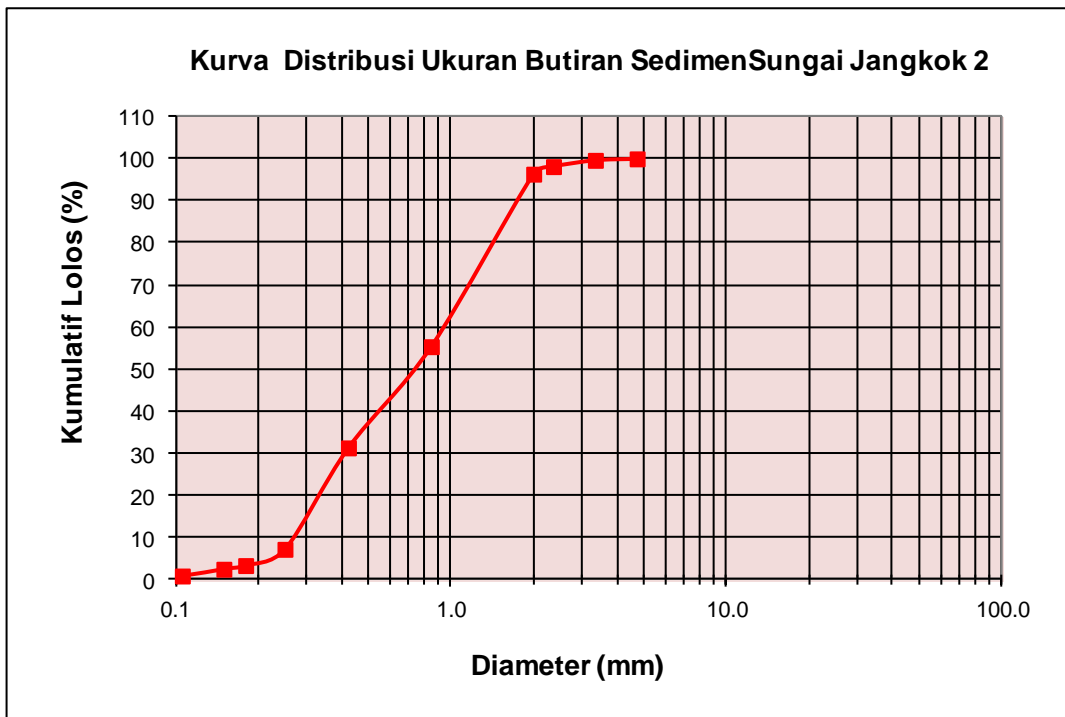


Gambar 25. Kurva distribusi ukuran butiran sedimen sungai Jangkok 1

Pembahasan diatas menunjukkan bahwa fenomena yang menarik berupa variasi distribusi ukuran butiran dapat terjadi pada beberapa sungai yang berdekatan satu sama lainnya. Hal ini dapat terjadi karena beberapa faktor, seperti sub DAS setiap lokasi yang

Tabel 9. Distribusi ukuran butiran sedimen untuk Sungai Jangkok 2

LOKASI : SUNGAI JANGKOK 2			Berat sampel kering: 278.2 gram				
No ayakan	Ukuran ayakan (mm)	Berat saringan (gram)	Berat tanah tertahan + ayakan (gram)	Berat tanah tertahan (gram)	Berat tanah kumulatif lolos ayakan (gram)	Persen lolos saringan (%)	Tertahan (%)
3/4"	19	469.8					
1/2"	12.5	451.8					
3/8"	9.5	443.80					
1/4"	6.3	441.40					
4	4.75	430.50	435	0.10	173.50	99.94	0.06
6	3.35	412.40	422.6	0.60	172.90	99.60	0.35
8	2.36	394.60	409.9	2.60	170.30	98.10	1.50
10	2	396.40	406.3	3.10	167.20	96.31	1.79
20	0.85	355.60	467.5	71.10	96.10	55.36	40.96
40	0.425	312.90	393.1	41.70	54.40	31.34	24.02
60	0.25	285.20	293.2	41.80	12.60	7.26	24.08
80	0.18	280.60	282.5	6.70	5.90	3.40	3.86
100	0.15	276.20	276.7	1.50	4.40	2.53	0.86
140	0.106	272.70	274.1	2.80	1.60	0.92	1.61
200	0.075	268.80	269.6	1.60	0.00	0.00	0.92
TOTAL				173.60			100.00



Gambar 26. Kurva distribusi ukuran butiran sedimen sungai Jangkok 2

ditinjau memiliki karakteristik yang berbeda, laju angkutan sedimen yang berbeda satu sama lainnya ataupun tingkat erosi lahan yang tidak sama sesuai dengan kondisi tutupan atau vegetasi lahan masing-masing.

4.5. Analisis Numerik dan Persamaan Lengkung Aliran-Sedimen

Analisis numerik yang dilakukan adalah berdasarkan data yang terbatas karena hanya berdasarkan pengukuran musim kemarau. Hasil pengukuran musim hujan yang dilakukan pada awal bulan Desember 2012 belum semuanya dianalisis karena jumlah sampel yang sangat banyak sehingga membutuhkan waktu untuk pengolahannya.



Gambar 27. Sampel sedimen hasil pengukuran selama musim hujan membutuhkan waktu lama untuk pengujian dan analisis

Sebagai informasi awal diberikan hasil analisis yang menghasilkan persamaan yang memuat hubungan antara angkutan sedimen terapung (Q_s) dan debit aliran sungai (Q_w) pada pengukuran musim kemarau (lihat Tabel 10). Dari data terbatas ini dapat diketahui hubungan dasar antara debit sesaat dengan kandungan sedimen yang terangkut pada saat pengukuran.

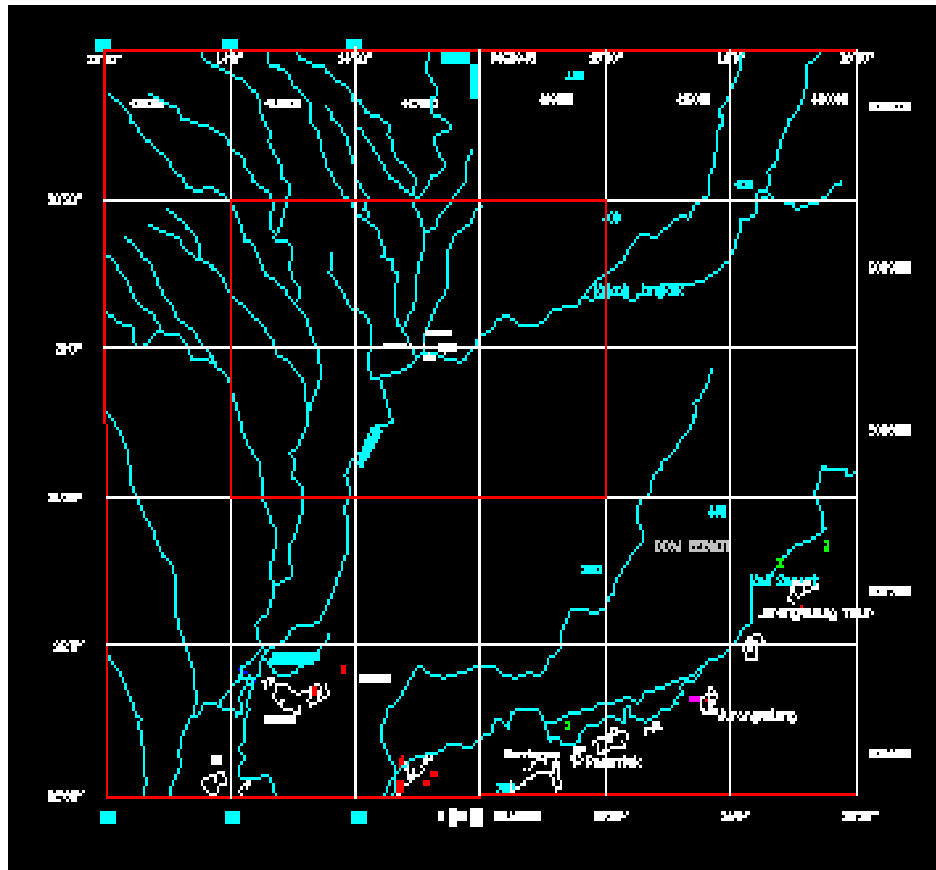
Tabel 10. Hubungan antara Debit Sesaat dan Angkutan Sedimen Suspensi Anak-anak Sungai Jangkok pada Musim Kemarau

No.	Sungai	Debit Aliran (m^3/dt)		Angkutan Sedimen (gr/l)		Kandungan Sedimen per m^3/dt (gr/l)
		Individual	Rerata	Individual	Rerata	
1.	Pemoto (P)	0.229	0.229	0.111	0.109	0.089
		0.229		0.000		
		0.229		0.216		
2.	Tembiras Hulu (Tu)	0.273	0.273	0.083	0.055	0.201
		0.273		0.000		

		0.273		0.083		
3.	Bentoyang (B)	1.988	1.988	0.083	0.083	0.042
		1.988		0.083		
		1.988		0.083		
4.	Tembiras hilir (Td)	0.539	0.539	0.100	0.867	1.609
		0.539		1.100		
		0.539		1.400		
5.	Jangkok 1 (J1)	0.216	0.216	0.100	0.100	0.463
		0.216		0.100		
		0.216		0.100		
6	Jangkok 2 (J2)	0.868	0.868	0.100	0.067	0.077
		0.868		0.000		
		0.868		0.100		

Persamaan lengkung aliran-sedimen sungai dibuat dengan menggunakan banyak data sehingga aplikasi metode kuadrat terkecil menjadi lebih valid. Hal ini perlu mendapat perhatian karena dalam metoda kuadrat terkecil kesalahan didefinisikan sebagai penyimpangan atau selisih antara nilai benar dan nilai terukur. Semakin banyak data yang digunakan maka *trend* yang diperoleh akan lebih mewakili semua hasil pengamatan.

Dugaan sementara adalah bahwa setiap sungai yang ditinjau berpeluang untuk memiliki lengkung aliran-sedimen yang berbeda. Hal ini didasari oleh pengamatan hubungan antara debit sesaat dan kandungan sedimen seperti ditunjukkan pada Tabel 10 diatas. Terlihat bahwa sungai Tembiras hilir (Td) mengandung sedimen terbesar, yaitu 1.609 gr/lit per satuan debit atau dalam 1 m³/dt. Hasil ini belum dapat dijadikan dasar untuk menarik kesimpulan mengingat pengukuran dilakukan pada musim kemarau dan dalam jumlah yang terbatas, yaitu dalam satu debit aliran atau tidak ada variasi debit aliran. Perlu diingat bahwa perbedaan kandungan sedimen per satuan debit aliran seperti ditunjukkan dalam Tabel 10 dapat dijadikan indikasi awal bahwa walaupun sungai yang diukur terletak dalam sub DAS yang berdekatan (lihat Gambar 28), persamaan lengkung-aliran sedimen dapat menunjukkan adanya perbedaan dalam tingkat atau laju angkutan sedimen terapungnya.

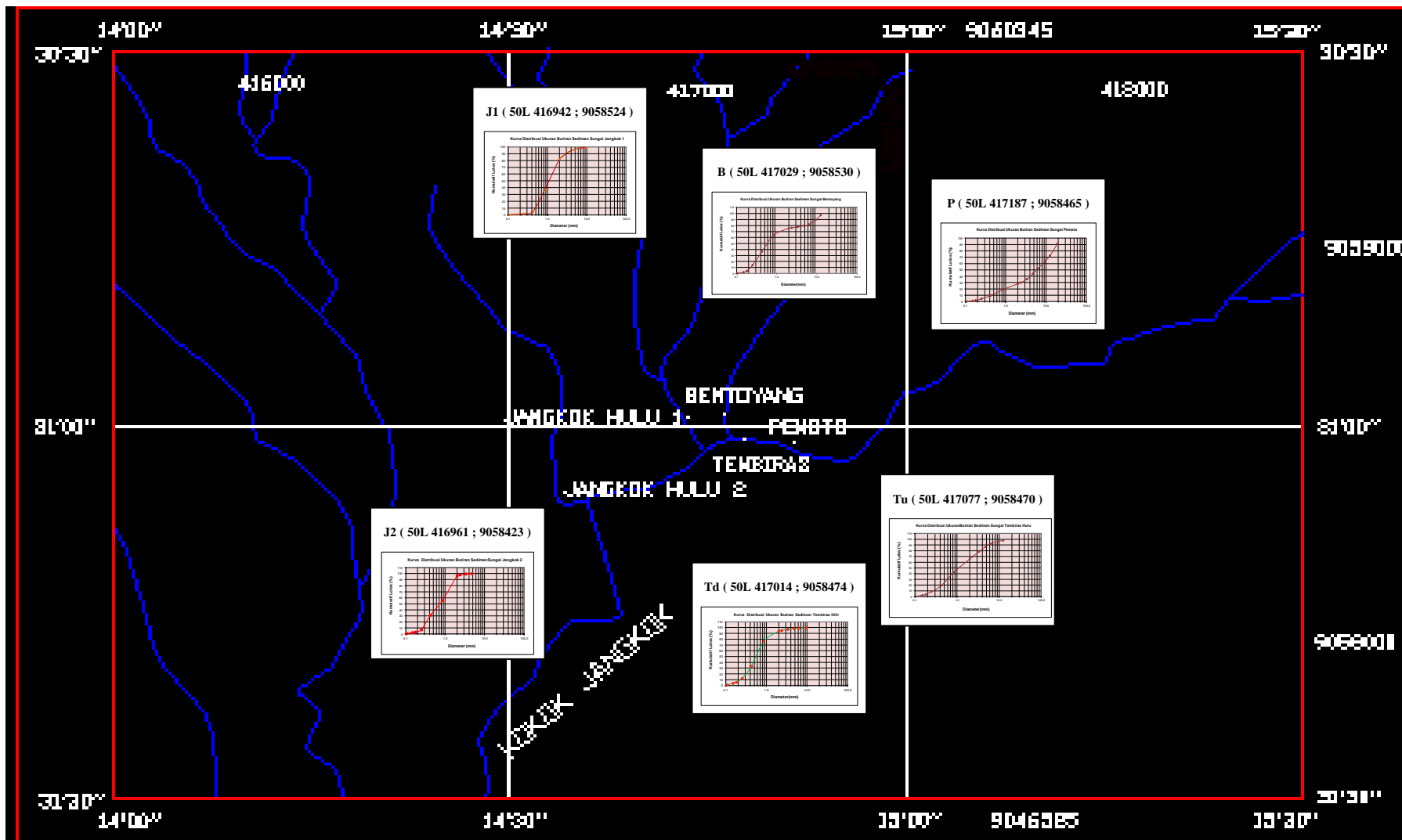


Gambar 28. Lokasi pengukuran disungai dengan sub DAS yang berdekatan

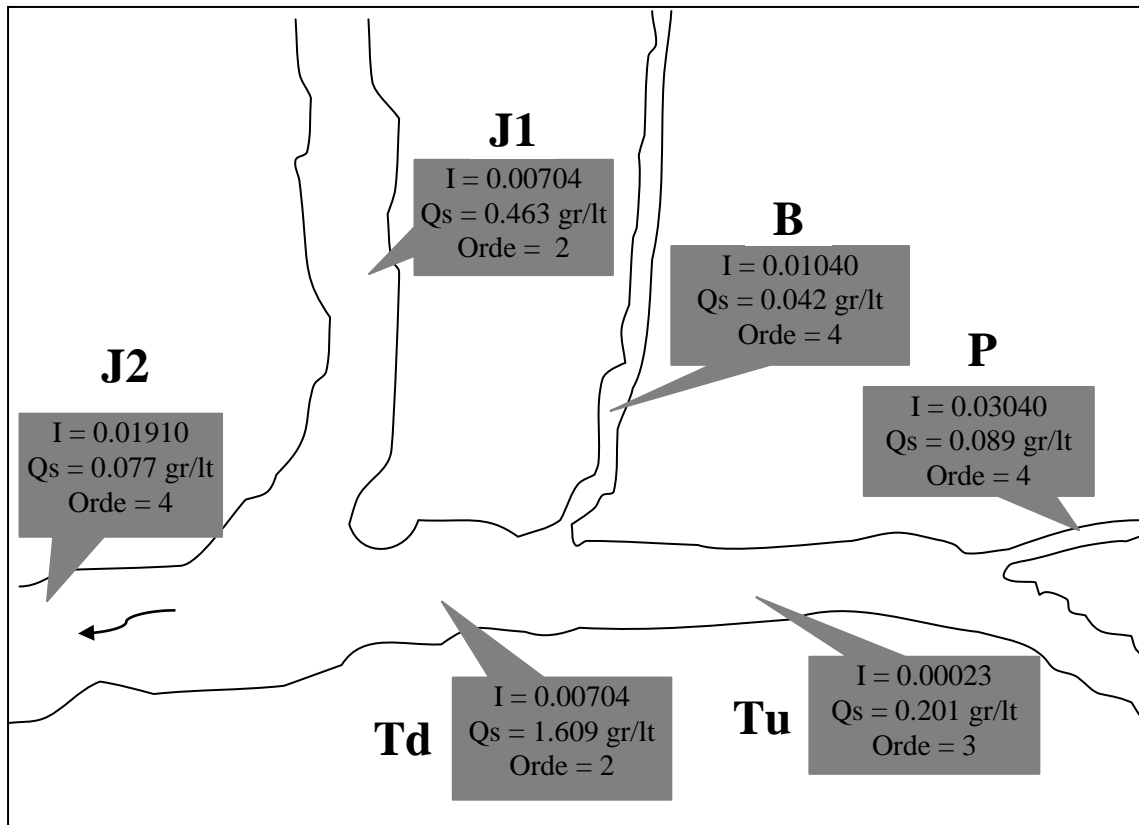
4.6. Pemetaan Orde Status Sungai

Orde status sungai ditentukan berdasarkan laju angkutan sedimen masing-masing sungai dalam DAS atau sub DAS yang ditinjau. Untuk langkah awal peta sub DAS Jangkok bagian hulu dilengkapi oleh informasi tentang sebaran atau variasi butiran sedimen dilokasi pengukuran. Informasi disajikan dalam bentuk kurva distribusi ukuran butiran (lihat Gambar 29). Informasi tentang lokasi pengukuran juga diberikan dengan mencantumkan koordinat lokasi.

Dalam bentuk yang lebih detail juga dibuat peta dengan skala yang lebih besar. Peta ini berisi informasi teknis berupa kemiringan dasar sungai, laju angkutan sedimen, dan informasi lainnya yang terkait (lihat Gambar 30). Sebagai produk akhir dicantumkan orde status sungai berdasarkan kategorisasi atau laju angkutan sedimen sungai meliputi sedimen suspensi (*suspended load*) maupun sedimen dasar (*bed load*). Penomeran orde dimulai dari nomer 1 untuk kondisi laju angkutan sedimen yang tinggi dan bertambah untuk angkutan sedimen yang relatif rendah.



Gambar 29. Peta DAS berisi kurva distribusi ukuran butir sedimen dan koordinat lokasi pengukuran



Gambar 30. Peta orde status sub DAS Jangkoki berdasarkan laju angkutan sedimen

Dengan adanya peta orde status sungai berdasarkan laju angkutan sedimen, maka kondisi DAS atau sub DAS yang berkaitan dengan sedimentasi sungai dapat diamati sehingga dapat diambil langkah-langkah penanganan yang diperlukan. Peta orde status sungai ini juga bermanfaat untuk menentukan skala prioritas penanganan DAS atau sub DAS terutama apabila anggaran untuk konservasi daerah tangkapan sungai (*catchment area*) dan perlindungan tebing dan dasar sungai terhadap erosi, berada dalam kondisi yang minim dan terbatas.

BAB V. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan diatas, dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Terdapat perbedaan dalam hal distribusi ukuran sedimen pada ruas sungai yang ditinjau dimana terdapat indikasi adanya penghalusan ukuran butir dibagian hilir (*downstream fining*). Hal ini menarik karena jarak antara lokasi pengukuran bagian hulu dan hilir relatif tidak terlalu jauh.
2. Analisis debit sesaat dan pengukuran sampel sedimen selama musim kemarau menunjukkan bahwa sungai Tembiras Hilir (Td) memiliki kandungan sedimen yang paling besar, yaitu 1.609 gr/lit untuk setiap satuan debit aliran, sedangkan sungai Bentoyang (B) memiliki kandungan sedimen terendah, yaitu 0.042 gr/lit dalam satu satuan debit aliran.
3. Peta DAS atau sub DAS berisi kurva distribusi ukuran sedimen dapat dijadikan sebagai dasar untuk memperkirakan pola angkutan yang mungkin terjadi termasuk lokasi yang berpotensi untuk mengangkut sedimen dengan ukuran butiran tertentu
4. Peta orde status sungai menempatkan sungai Tembiras Hilir (Td) sebagai sungai yang paling berpotensi mengangkut sedimen suspensi, namun status ini boleh jadi akan berubah karena data-data hasil pengukuran selama musim hujan masih dalam proses pengolahan sehingga persamaan lengkung aliran-sedimen belum bisa diperoleh sebagai bahan acuan atau indikator penting

5.2 Rekomendasi

Beberapa hal yang perlu mendapat perhatian antara lain sebagai berikut :

1. Pengukuran harus memperhitungkan kedua musim. Namun karena pengukuran musim hujan baru dilakukan pada bulan Desember maka hasil yang lebih representatif belum bisa diperoleh karena hasil pengukuran selama musim hujan masih dalam proses pengolahan

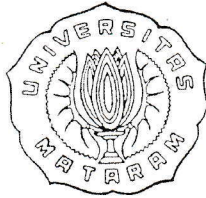
2. Ambang batas untuk setiap orde perlu dipertegas agar penomeran dalam peta lebih konsisten, misalnya penetapan batas atas dan batas bawah laju angkutan sedimen mulai dari kondisi buruk hingga kondisi yang dianggap baik
3. Daerah aliran sungai Jangkok bagian hulu perlu mendapat perhatian dari pemerintah karena selama pengukuran ditemukan adanya praktik-praktik perladangan liar berupa perusakan tebing alamiah sungai dengan cara menghilangkan tanaman penutup tebing dan menggantinya dengan tanaman semusim yang lebih produktif secara ekonomi seperti talas dan pisang. Adanya kegiatan ini menyebabkan potensi erosi lahan yang terbawa oleh aliran limpasan permukaan (*surface run off*) pada ruas tertentu akan semakin besar dan mempengaruhi laju angkutan sedimen pada ruas tersebut.
4. Pengukuran dalam cakupan DAS atau sub DAS yang lebih luas perlu dilakukan agar pola dan perilaku angkutan sedimen secara menyeluruh dapat diketahui. Disamping itu pengukuran hendaknya dilakukan secara periodik terutama pada lokasi dimana terjadi perubahan tataguna lahan yang sangat cepat (*rapid change in land use*).

DAFTAR PUSTAKA

- Akai, T.J., 1994, *Applied Numerical Methods for Engineers*, John Wiley & Sons, New York.
- Anonim, 1991a, *Overview Dam Design and Construction, Volume II, Small-scale Irrigation Management Project*, Ministry of Public Works, in cooperation with USAID, Harza Engineering Company and Bandung Institute of Technology, Jakarta.
- Anonim, 1991b, *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomer 35 Tahun 1991 Tentang Sungai*, Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 1991 Nomer 44.
- Anonim, 1994, *Metode Pengambilan Contoh Muatan Sedimen Melayang di Sungai dengan Cara Integrasi Kedalaman Berdasarkan Pembagian Debit*, SNI 03-3414-1994, Dewan Standardisasi Nasional, Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum.
- Anonim, 2004, *Undang-undang Nomer 7 Tahun 2004 Tentang Sumber Daya Air, Tambahan Lembaran Negara RI Nomer 4377*.
- Anonim, 2008, *Tata Cara Pengambilan Contoh Muatan Sedimen Melayang di Sungai dengan Cara Integrasi Kedalaman Berdasarkan Pembagian Debit*, SNI 3414:2008, Badan Standardisasi Nasional
- Saadi, Y., dan Tait, S.J., 2001, *The Influence of Time Varying Antecedent Flows on the Stability of Mixed Grain Size Sediment Deposits*, *Proceeding of 3rd International Symposium on Environmental Hydraulics*, Tempe, Arizona-USA, Manuscript 00124.
- Saadi, Y., 2001, *Near Bed Turbulence and Mixed Grain Size Sediment Transportation*, *Proceeding of Indonesian Student Scientific Meeting in Europe*, Manchester-UK.
- Saadi, Y., 2007, *Persamaan Lengkung Aliran-Sedimen Sungai untuk Pendugaan Sedimentasi Waduk (Studi Kasus terhadap 3 Sungai Waduk Batujai)*, *Prosiding Manajemen dan Rekayasa Sumber Daya Air dan Lingkungan, Konferensi Nasional Pengembangan Infrastruktur Berkelanjutan*, Program Magister Teknik Sipil Universitas Udayana, 18 Oktober 2007, Kuta, pp. 56-70.

- Saadi, Y., 2008a, Fractional Critical Shear Stress at Incipient Motion in a Bimodal Sediment, *Journal of Civil Engineering Science and Application, Civil Engineering Dimension*, 10 (2), pp.89-98.
- Saadi, Y., 2008b, A Study on Sediments Deposition and Proposed Flood Control System in River Jama', *Proceeding International Conference on Sustainable Environmental Technology and Sanitation for Tropical Region*, ITS, 18-19 November 2008, Surabaya.
- Saadi, Y., Supriono dan Hartana, 2009, Pengukuran Sedimen Suspensi Sungai Menggunakan Metode Intensitas Cahaya Dalam Upaya Optimalisasi Umur Guna Waduk Batujai, *Laporan Akhir Hibah Penelitian Strategis Nasional*, Lembaga Penelitian Universitas Mataram, Mataram.
- Saadi, Y., Saidah, H., dan Irawan, L.D.B., 2010, Tinjauan Terhadap Indeks dan Kelas Bahaya Erosi Pada Sub Daerah Aliran Sungai Tanggek, *Prosiding Konferensi Nasional Teknik Sipil (Konteks) 4 : Peluang dan Tantangan dalam Rekayasa Sipil dan Lingkungan*, Jurusan Teknik Sipil Universitas Udayana Denpasar bekerjasama dengan Jurusan Teknik Sipil UPH Jakarta dan Jurusan Teknik Sipil UAJY Yogyakarta, 2-3 Juni 2010, Sanur, pp. I-467 - I-476
- Van Rijn, L.C., 2006, *Manual Sediment Transport Measurements*, Report S304, Delft Hydraulics, The Netherland.

LAMPIRAN
SURAT PERJANJIAN PENUGASAN
No. 212.A/SP-STRANAS/UN18.12/PL/2012



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS MATARAM
LEMBAGA PENELITIAN

Jl. Pendidikan No.37 Mataram NTB, Tlp.(0370) 641552, 638265
Fax. (0370) 638265, e-mail: lemlit_unram@yahoo.com

**SURAT PERJANJIAN PENUGASAN
PELAKSANAAN PROGRAM PENELITIAN STRATEGIS NASIONAL
TAHUN ANGGARAN 2012**

Nomor :212.A/SP-STRANAS/UN18.12/PL/2012

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : **Ir. H. Amiruddin, M.Si**
Jabatan : Ketua Lembaga Penelitian Universitas Mataram
Alamat : Jln. Pendidikan No. 37 Mataram

Bertindak dan untuk atas nama Lembaga Penelitian Universitas Mataram selanjutnya dalam Surat Perjanjian Penugasan ini di sebut **PIHAK PERTAMA**;

1. Nama : **Yusron Saadi, ST.M.Sc.Ph.D**
2. Nama : Agus Surosao, ST.MT
3. Nama : I B Giri Putra, ST.MT
Alamat : Fakultas Teknik, Jln. Majapahid No. 62 Mataram

Masing-masing bertindak untuk dan atas nama dirinya sendiri sekaligus sebagai keseluruhan dalam team kerja yang selanjutnya dalam Surat Perjanjian Penugasan ini di sebut **PIHAK KEDUA**;

Pada hari ini **Sabtu** tanggal **sepuluh** bulan **Maret** tahun **dua ribu dua belas** kedua belah pihak telah sepakat untuk membuat Surat Perjanjian Penugasan dengan ketentuan sebagai berikut :

Pasal 1

LINGKUP KEGIATAN

- (1) **PIHAK PERTAMA** memberi tugas kepada **PIHAK KEDUA** dan **PIHAK KEDUA** menerima tugas tersebut untuk melaksanakan dan sebagai penanggung jawab pelaksanaan penelitian yang berjudul : "**Pemetaan Orde Status Sungai Dalam Suatu Daerah Aliran Sungai (DAS) Berdasarkan Laju Angkutan Sedimen**".
- (2) Pelaksanaan penelitian sebagaimana dimaksud pada ayat (1), mengacu pada Proposal Penelitian yang telah disetujui oleh Direktorat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat, Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, sebagaimana tercantum dalam lampiran dan merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari surat perjanjian penugasan ini.

Pasal 2
PEMBIAYAAN

- (1) **PIHAK PERTAMA** memberikan bantuan dana untuk kegiatan sebagaimana dimaksud pada pasal 1 sebesar **Rp. 85.000.000,- (Delapan puluh lima juta rupiah)** yang dibebankan kepada DIPA Direktorat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat, Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Nomor : 0541 /023-04.1.01/00/2012, tanggal 9 Desember 2011.
- (2) Pembayaran dana penelitian sebagaimana dimaksud pada pasal 2 ayat (1) oleh **PIHAK PERTAMA** kepada **PIHAK KEDUA** dilakukan secara berangsur melalui 2 (dua) tahap sebagai berikut :
- a. Tahap pertama $70\% \times \text{Rp. 85.000.000,-} = \text{Rp. 59.500.000,-}$ (Lima puluh sembilan juta lima ratus ribu rupiah) setelah Surat Perjanjian ini ditanda tangani oleh kedua belah pihak;
 - b. Tahap kedua $30\% \times \text{Rp. 85.000.000,-} = \text{Rp. 25.500.000,-}$ (Dua puluh lima juta lima ratus ribu rupiah) setelah **PIHAK KEDUA** menyerahkan laporan-laporan pelaksanaan kegiatan kepada **PIHAK PERTAMA**

Pasal 3
KEWAJIBAN PAJAK

Segala sesuatu yang berkaitan dengan Pajak berupa PPh dan/atau PPh menjadi tanggungjawab **PIHAK KEDUA** dan harus disetorkan ke kas Negara sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Pasal 4
JANGKA WAKTU PELAKSANAAN KEGIATAN

Jangka waktu pelaksanaan kegiatan sampai selesai 100%, terhitung sejak ditandatangani Perjanjian Kerjasama pada tanggal **10 Maret 2012** dan berakhir sampai dengan tanggal **10 Desember 2012**;

Pasal 5
TATA CARA PENGELOLAAN DANA BANTUAN PENELITIAN

- (1) Pengelolaan dana bantuan penelitian dilakukan secara swakelola oleh **PIHAK KEDUA** dan berpedoman pada prinsip-prinsip pengelolaan *block grant*, yaitu:
- a. Menerapkan prinsip keterbukaan, jujur, demokratis, akuntabel, efektif dan efisien;
 - b. Pertanggungjawaban keuangan harus sesuai dengan peraturan yang berlaku;
 - c. Pembukuan dana bantuan penelitian harus tersendiri yang tidak disatukan dengan pembukuan keuangan lainnya;
 - d. Pembukuan dana bantuan berisi semua transaksi keuangan menurut urutan tanggal transaksi;
 - e. Menyusun rekapitulasi penggunaan dana, termasuk pajak-pajak yang harus dibayarkan kepada kas Negara, dalam bentuk Laporan Penggunaan Dana Penelitian disertai bukti-bukti pembayaran kuitansi yang asli dan syah; dan
 - f. Laporan Penggunaan Dana Penelitian harus ditandatangani oleh **PIHAK KEDUA** dan diketahui/disyahkan oleh **PIHAK PERTAMA**.

- (2) Laporan Penggunaan Dana Penelitian harus disampaikan kepada **PIHAK PERTAMA** dengan pengaturan sebagai berikut:
- a. Laporan penggunaan dana penelitian 70% diserahkan kepada **PIHAK PERTAMA** selambat-lambatnya 17 September 2012;
 - b. Laporan penggunaan dana penelitian 100% diserahkan kepada **PIHAK PERTAMA** bersama-sama dengan Laporan Akhir Hasil Penelitian selambat-lambatnya 10 Desember 2012.

Pasal 6

HAK DAN KEWAJIBAN

(1) Hak dan Kewajiban PIHAK PERTAMA

1. Hak PIHAK PERTAMA

- a. Memperoleh data dan informasi yang diperoleh dari hasil kegiatan penelitian yang dilaksanakan oleh **PIHAK KEDUA**;
- b. Meminta dan menerima laporan-laporan secara periodik mengenai pelaksanaan kegiatan penelitian yang dilakukan oleh **PIHAK KEDUA**.

2. Kewajiban PIHAK PERTAMA

- a. Menyalurkan bantuan dana penelitian kepada **PIHAK KEDUA**, sesuai Pasal 2 di atas;
- b. Mengawasi, memantau dan mengevaluasi kegiatan penelitian yang dilaksanakan oleh **PIHAK KEDUA**.

(2) Hak dan Kewajiban PIHAK KEDUA

1. Hak **PIHAK KEDUA** adalah menerima bantuan dana dari **PIHAK PERTAMA** sesuai dengan Pasal 2 di atas dan kesepakatan kedua belah pihak;

2. Kewajiban PIHAK KEDUA

- a. Melaksanakan dan menyelesaikan kegiatan sesuai dengan jadwal dan batas waktu yang telah ditetapkan dalam Perjanjian Penugasan ini;
- b. Bertanggungjawab mutlak terhadap pembelanjaan dana bantuan penelitian yang telah diterima dari **PIHAK PERTAMA** sesuai dengan Perjanjian Penugasan ini dan peraturan perundangan yang berlaku;
- c. Mempublikasikan hasil penelitiannya dalam jurnal internasional atau sekurang-kurangnya dalam jurnal Nasional terakreditasi. Hasil penelitian harus dipublikasikan selambat-lambatnya pada tahun kedua sejak penelitian dimulai. Selain itu, **PIHAK KEDUA** harus mengupayakan, dan/atau menindaklanjuti penelitiannya untuk menghasilkan : (1) proses dan produk ipteks (metode, blue print, prototype, system kebijakan atau model); dan/atau (2) HKI; dan/atau (3) bahan ajar, dan/atau (4) teknologi tepat guna, sebagaimana yang dijanjikan oleh peneliti dalam usulan penelitiannya;
- d. Melaporkan kepada **PIHAK PERTAMA** tentang perkembangan publikasi artikel ilmiah dan/atau perolehan paten secara periodik 1 (satu) kali dalam 3 (tiga) bulan sejak berakhirnya pelaksanaan penelitian;
- e. Mempresentasikan hasil penelitiannya pada seminar yang akan dilaksanakan oleh **PIHAK PERTAMA** dan/atau Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan;

- f. Memberikan data, informasi, dan keterangan secara benar dan jujur kepada Tim Monitoring dan Evaluasi (monev) yang berasal dari Lembaga Penelitian Universitas Mataram dan/atau Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Kemdikbud;
- g. Mentaati teguran/peringatan tertulis yang disampaikan oleh PIHAK PERTAMA; dan
- h. Menyampaikan laporan-laporan kepada PIHAK PERTAMA sesuai yang termaktub dalam Pasal 7 Perjanjian Kerjasama ini;

Pasal 7 PELAPORAN

- (1) Laporan terdiri atas:
 - a. Laporan Perkembangan Pelaksanaan Kegiatan;
 - b. Laporan Penggunaan Dana Penelitian; dan
 - c. Laporan Akhir Hasil Penelitian.
- (2) Laporan Perkembangan Pelaksanaan Kegiatan (Laporan Kemajuan Pelaksanaan Penelitian):
 - a. Disusun berdasarkan hasil pelaksanaan kegiatan penelitian;
 - b. Laporan harus menggambarkan tentang keseluruhan proses pelaksanaan kegiatan dan hasil-hasil penelitian yang telah dicapai;
 - c. Laporan yang disampaikan harus sesuai dengan proposal yang sudah disepakati;
 - d. Laporan disusun sesuai dengan format yang ditentukan oleh PIHAK PERTAMA; dan
 - e. Laporan diserahkan kepada PIHAK PERTAMA sebanyak 4 (empat) eksemplar selambat-lambatnya 17 September 2012.
- (3) Laporan Penggunaan Dana Penelitian:
 - a. Laporan disusun dengan berpedoman pada prinsip-prinsip pengelolaan *block grant* sebagaimana disebutkan dalam Pasal 5 ayat (1) Perjanjian Penugasan ini;
 - b. Laporan diserahkan kepada PIHAK PERTAMA sebanyak 3 (tiga) eksemplar;
 - c. Waktu penyerahan laporan oleh PIHAK KEDUA kepada PIHAK PERTAMA sebagaimana diatur pada Pasal 5 ayat (2) Perjanjian Penugasan ini; dan
 - d. Apabila PIHAK KEDUA tidak melakukan sebagaimana disebutkan pada Pasal 7 ayat (3) butir a, b dan c di atas, maka PIHAK PERTAMA berhak memotong 15% dari total dana penelitian PIHAK PERTAMA untuk pembayaran pajak yang akan disetorkan ke kas Negara.
- (4) Laporan Akhir Hasil Penelitian:
 - a. Disusun berdasarkan hasil pelaksanaan kegiatan penelitian;
 - b. Laporan harus menggambarkan tentang keseluruhan proses pelaksanaan kegiatan dan hasil-hasil penelitian yang telah dicapai;
 - c. Laporan yang disampaikan harus sesuai dengan proposal yang sudah disetujui oleh PIHAK PERTAMA;
 - d. Laporan disusun sesuai dengan format yang ditentukan oleh PIHAK PERTAMA, yaitu:
 - (1) Bentuk/ukuran kertas kuarto/A4;
 - (2) Warna cover (sampul) Kuning;
 - (3) Di bagian bawah cover (sampul) ditulis :
Dibiayai oleh Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan sesuai dengan Surat Perjanjian Pelaksanaan Penugasan Penelitian Strategis Nasional Nomor : 016/SP2H/PL/Dit Litabmas/ III/2012, tanggal 7 Maret 2012.

- e. Laporan Akhir Hasil Penelitian harus diserahkan oleh PIHAK KEDUA kepada PIHAK PERTAMA selambat-lambatnya **tanggal 10 Desember 2012** yang terdiri atas:
- (1) Laporan dalam bentuk *hard copy* sebanyak 8 (delapan) eksemplar dan dalam bentuk *soft copy* (CD dalam format "pdf") sebanyak 2 (dua) keping CD;
 - (2) Ringkasan/Summary (abstrak) dalam Bahasa Indonesia maupun Bahasa Inggris sebanyak 2-3 halaman; dan
 - (3) Copy artikel ilmiah yang telah dikirimkan ke jurnal nasional/internasional disertai bukti kirim ke alamat jurnal dimaksud, sebanyak 2 (dua) eksemplar.

Pasal 8

PERUBAHAN PENELITIAN

- (1). Apabila PIHAK KEDUA, karena satu dan lain hal bermaksud merubah pelaksanaan, judul, jangka waktu, lokasi penelitian, dan/atau Tim Peneliti dari pelaksana penelitian yang telah disepakati dalam Surat Perjanjian ini, PIHAK KEDUA harus mengajukan permohonan perubahan tersebut kepada PIHAK PERTAMA;
- (2). Perubahan Pelaksanaan Penelitian tersebut pada Pasal 8 ayat (1) dalam Surat Perjanjian ini dapat dibenarkan bila telah mendapat persetujuan lebih dahulu secara tertulis dari PIHAK PERTAMA; dan
- (3) Dalam hal Ketua Pelaksana Penelitian tidak dapat menyelesaikan pelaksanaan penelitian ini sepenuhnya, maka PIHAK KEDUA harus menunjuk penggantinya yang berasal dari anggota tim peneliti atau yang berkompeten dalam bidang ilmu tersebut atas persetujuan PIHAK PERTAMA.

Pasal 9

HAK ATAS KEKAYAAN INTELEKTUAL

- (1). Hak Kekayaan Intelektual yang dihasilkan dari pelaksanaan penelitian ini, diatur dan dikelola sesuai dengan peraturan dan perundang-undangan yang berlaku;
- (2) Dalam hal terjadi tuntutan dari pihak lain atas penggunaan suatu teknologi tertentu oleh PIHAK KEDUA dalam rangka pekerjaan berdasarkan Perjanjian Penugasan ini, maka PIHAK PERTAMA terbebas dari segala tuntutan pihak lain tersebut.

Pasal 10

PERALATAN ILMIAH DAN BARANG INVENTARIS

- (1) Peralatan ilmiah dan barang inventaris pengadaannya dilaksanakan oleh PIHAK KEDUA, yang berpedoman pada Peraturan Perundangan yang berlaku;
- (2) Semua hasil pengadaan peralatan ilmiah dan barang inventaris yang diperoleh melalui anggaran Penelitian ini adalah milik Negara dan harus diserahkan kepada Universitas Mataram, setelah keputusan dan/atau berakhirnya Perjanjian Penugasan ini.

Pasal 11

KEADAAN KAHAR (FORCE MAJEURE)

- (1) Keadaan kahar (*force majeure*) adalah suatu keadaan yang terjadi di luar kehendak kedua belah pihak yang mempengaruhi pelaksanaan Perjanjian Kerjasama ini sehingga PEKERJAAN yang telah ditentukan dalam Perjanjian Kerjasama ini menjadi tidak dapat dipenuhi.

- (2) Hal-hal yang termasuk keadaan kahar (*force majeure*) sebagaimana tercantum pada ayat (1) Pasal ini adalah peperangan, kerusakan, revolusi, bencana alam (banjir, gempa bumi, badai, gunung meletus, tanah longsor, wabah penyakit dan angin topan), pemogokan, kebakaran dan gangguan industri lainnya, serta keadaan lainnya sesuai dengan Peraturan Perundangan yang berlaku.
- (3) Keterangan tentang kebenaran adanya keadaan kahar (*force majeure*) sebagaimana tercantum pada ayat (1) Pasal ini harus dibuat oleh instansi/pejabat yang berwenang.
- (4) Apabila terjadi keadaan kahar (*force majeure*) sebagaimana tercantum pada ayat (1) Pasal ini, maka PIHAK KEDUA wajib memberikan laporan tertulis kepada PIHAK PERTAMA paling lambat 14 (empat belas) hari kalender setelah terjadinya keadaan kahar tersebut, untuk kemudian ditindaklanjuti oleh PIHAK PERTAMA.

Pasal 12

SANKSI

- (1) Apabila batas waktu habisnya masa Penelitian ini PIHAK KEDUA belum juga menyerahkan hasil pekerjaan seluruhnya kepada PIHAK PERTAMA, maka PIHAK KEDUA dikenakan denda sebesar 1/1000 (satu permil) setiap hari keterlambatan terhitung dari tanggal jatuh tempo yang telah ditetapkan sampai setinggi-tingginya 5% (lima persen) dari nilai surat perjanjian pelaksanaan penelitian;
- (2) Bagi pelaksana penelitian yang tidak menyerahkan laporan hasil penelitian dalam akhir tahun anggaran yang sedang berjalan dan waktu proses pencairan biayanya telah berakhir, maka sisa biaya yang bersangkutan, yang belum sempat dicairkan dinyatakan hangus dan dikembalikan ke kas Negara;
- (3) Dalam hal PIHAK KEDUA tidak dapat memenuhi Perjanjian Pelaksanaan Penelitian ini hingga **Akhir Desember 2012**, maka PIHAK KEDUA wajib mengembalikan dana penelitian yang telah diterimanya kepada PIHAK PERTAMA untuk selanjutnya disetorkan kembali ke Kas Negara
- (4) Apabila waktu penelitian seperti tersebut pada Pasal 4 tidak dapat dipenuhi, maka untuk selanjutnya PIHAK PERTAMA akan mempertimbangkan usul-usul penelitian berikutnya yang berasal dari PIHAK KEDUA;
- (5) Apabila di kemudian hari terbukti bahwa judul penelitian sebagaimana tersebut pada pasal 1 terdapat indikasi duplikasi dan/atau ketidak jujuran/itekad kurang baik yang tidak sesuai dengan kaidah ilmiah, maka penelitian tersebut dinyatakan batal dan PIHAK KEDUA wajib mengembalikan dana penelitian yang telah diterimanya kepada PIHAK PERTAMA untuk selanjutnya disetor kembali ke Kas Negara.

Pasal 13

PERUBAHAN ISI PERJANJIAN

Perubahan isi Perjanjian Penugasan ini dapat dilakukan sesuai kesepakatan kedua belah pihak, yang akan dituangkan dalam suatu Amandemen, yang merupakan bagian tidak terpisahkan dari Perjanjian ini.

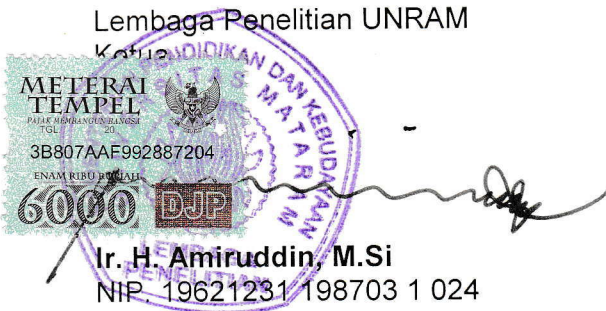
Pasal 14
PENUTUP

- (1) Surat Perjanjian Penugasan ini dibuat rangkap 3 (tiga), 2 (dua) rangkap dibubuhi meterai Rp. 6.000,- (enam ribu rupiah) yang biaya meterainya dibebankan kepada PIHAK KEDUA;
- (2) Hal yang belum diatur dalam Perjanjian Penugasan ini, akan diatur kemudian oleh kedua belah pihak secara musyawarah.

PIHAK PERTAMA

Lembaga Penelitian UNRAM

Kantor



Ir. H. Amiruddin, M.Si
NIP. 19621231 198703 1 024

PIHAK KEDUA

Ketua Pelaksana Penelitian,

1. Yusron Saadi, ST.M.Sc.Ph.D
NIP. 19661020 199403 1 003

Anggota I

2. Agus Suroso, ST.MT
NIP. 19680813 199703 1 002

Anggota II

3. I B. Giri Putra, ST.MT
NIP. 19660826 199703 1 003