



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET  
DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS MATARAM  
FAKULTAS TEKNIK**

Jl. Majapahit No. 62 Mataram, Telp : (0370) 636126, Fax : (0370) 636523 Mataram – NTB  
Laman : [www.ftunram.ac.id](http://www.ftunram.ac.id)

**SURAT KETERANGAN TELAH MELAKSANAKAN PENELITIAN  
NO.2713 /UN18.F6/EP/2023**

Saya yang bertanda tangan dibawah ini, Dekan Fakultas Teknik Universitas Mataram,

Nama : Muhamad Syamsu Iqbal, S.T., M.T., Ph.D.

NIP : 19720222 199903 1 002

Jabatan fungsional : Lektor Kepala

Pangkat/Golongan : Pembina/ IVa

Menyatakan bahwa dosen yang namanya disebutkan dibawah ini:

Nama : Ir. Yusron Saadi, S.T., M.Sc., Ph.D.

NIP : 19661020 199403 1 003

Jabatan fungsional : Lektor Kepala

Pangkat/Golongan : Pembina/ IVa

Pemah mendapatkan beberapa hibah penelitian yang bersifat kompetitif nasional sebagai **Ketua Peneliti** dengan nilai total sebesar: **Rp. 247,000,000,-** dengan perincian sebagai berikut:

No.	Judul Penelitian	Sumber Dana	Jumlah Dana (Rp)	Bukti Dokumen (Alamat Link)
1.	Pengukuran Sedimen Suspensi Sungai Menggunakan Metode Intensitas Cahaya dalam Upaya Optimalisasi Umur Guna Waduk Batujai	Penelitian Strategis Nasional Tahun 2009, Sumber Dana DIPA Universitas Mataram	67,000,000	<ul style="list-style-type: none"><li>Laporan Akhir dan SK PPK P2T APBN-RM Unram No. 1350/H18.11.4/ KU/2009</li><li>Link : <a href="http://eprints.unram.ac.id/id/eprint/37142">http://eprints.unram.ac.id/id/eprint/37142</a></li></ul>
2.	Pemetaan Orde Status Sungai dalam Suatu Daerah Aliran Sungai (DAS) Berdasarkan Laju Angkutan Sedimen (Tahun 1)	Penelitian Strategis Nasional Tahun 2012, Sumber Dana DIPA Universitas Mataram	85,000,000	<ul style="list-style-type: none"><li>Laporan Akhir dan Surat Perjanjian Penugasan No. 212.A/SP-STRANAS/ UN18.12/PL/2012</li><li>Link : <a href="http://eprints.unram.ac.id/id/eprint/37148">http://eprints.unram.ac.id/id/eprint/37148</a></li></ul>
3.	Pemetaan Orde Status Sungai dalam Suatu Daerah Aliran Sungai (DAS) Berdasarkan Laju Angkutan Sedimen (Tahun 2)	Penelitian Strategis Nasional Tahun 2013, Sumber Dana DIPA Universitas Mataram	95,000,000	<ul style="list-style-type: none"><li>Proposal dan Surat Perjanjian Penugasan No. 716./SPP-STRANAS/ UN18.12/PL/2013</li><li>Link : <a href="http://eprints.unram.ac.id/id/eprint/37150">http://eprints.unram.ac.id/id/eprint/37150</a></li></ul>
<b>Jumlah Dana</b>			<b>247,000,000</b>	

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.



**Muhamad Syamsu Iqbal, S.T., M.T., Ph.D.**

NIP. 19720222 199903 1 002

**LAMPIRAN**

**KEPUTUSAN PEJABAT PEMBUAT KOMITMEN**  
**PROGRAM PENDIDIKAN TINGGI (PPK-P2T) APBN-RM**  
**(Ex PEMBANGUNAN) UNIVERSITAS MATARAM**  
**TAHUN ANGGARAN 2009**

**No. 1350/H18.11.4/KU/2009**

**TENTANG**

**PENGANGKATAN TIM PENELITI STRATEGI NASIONAL**  
**UNIVERSITAS MATARAM TAHUN ANGGARAN 2009**



**DEPERTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL  
UNIVERSITAS MATARAM  
PROGRAM PENDIDIKAN TINGGI (P2T) APBN/RM**

Jl. Majapahit No. 62 Mataram Telp. (0370) 633007, 631166 Fax: (0370) 636041

**KEPUTUSAN PEJABAT PEMBUAT KOMITMEN  
PROGRAM PENDIDIKAN TINGGI (P2T) APBN-RM (Ex PEMBANGUNAN)  
UNIVERSITAS MATARAM TAHUN ANGGARAN 2009  
NOMOR : 1350/H18.11.4/KU/2009**

**TENTANG**

**PENGANGKATAN TIM PENELITI STRATEGI NASIONAL  
UNIVERSITAS MATARAM TAHUN ANGGARAN 2009**

**PEJABAT PEMBUAT KOMITMEN**

- Menimbang** : a. bahwa beberapa permasalahan yang timbul di masyarakat yang disebabkan oleh peristiwa bencana alam, perubahan iklim, penyakit menular, kekeringan dan masalah pangan serta beberapa masalah lainnya yang telah terjadi ataupun yang diperkirakan terjadi di masa yang akan datang, harus dicarikan alternatif pemecahannya berdasarkan kajian ilmiah yang dapat diandalkan;
- b. bahwa untuk mendukung pelaksanaan kajian ilmiah sebagaimana dimaksud pada butir a, Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Departemen Pendidikan Nasional melalui DIPA Universitas Mataram Tahun Anggaran 2009 mengalokasikan dana untuk pelaksanaan Hibah Penelitian Strategis Nasional;
- c. bahwa nama-nama yang diusulkan sebagai peneliti dan judul-judul penelitian yang akan dilaksanakan memenuhi syarat yang telah ditentukan;
- d. bahwa untuk menunjang kelancaran pelaksanaan tugas peneliti dimaksud, dipandang perlu menerbitkan Surat Keputusan.
- Mengingat** : a. Undang-Undang Nomor. 18 Tahun 2002 tentang Sistem Penelitian Nasional, Pengembangan dan Penerapan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi;
- b. Undang-Undang Nomor. 20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional;
- c. Undang-Undang Nomor.14 Tahun 2005 tentang Guru dan Dosen;
- d. Peraturan Pemerintah Nomor. 60 Tahun 1999 tentang Pendidikan Tinggi;
- e. Peraturan Presiden Nomor. 7 Tahun 2005 tentang Rencana Pembangunan Jangka Menengah Tahun 2004-2009;
- f. Keputusan Presiden Republik Indonesia Nomor 63 Tahun 1982 tentang Struktur Organisasi Universitas Mataram;
- g. Keputusan Menteri Pendidikan Nasional RI Nomor 525/A.A3/KU/2009 tanggal 2 Januari 2009 tentang Pengangkatan Pejabat Perbendaharaan/pengelola Keuangan Pada Universitas Mataram;
- h. DIPA Universitas Mataram Tahun Anggaran 2009 Nomor 0234.0/023-04.2/XXI/2009, Tanggal 31 Desember 2008.

**MEMUTUSKAN**

- Menetapkan PERTAMA** : Mengangkat Tim Peneliti Strategi Nasional Universitas Mataram Tahun Anggaran 2009 dengan susunan tim sebagaimana tercantum dalam lampiran Surat Keputusan ini.
- KEDUA** : Biaya yang diperlukan untuk kegiatan ini dibebankan pada DIPA, Universitas Mataram Tahun Anggaran 2009.
- KETIGA** : Keputusan ini berlaku terhitung sejak tanggal ditetapkan.
- KEEMPAT** : Setelah kegiatan selesai dilaksanakan agar segera menyampaikan laporan tertulis kepada Pejabat Pembuat Komitmen P2T APBN-RM (Ex Pembangunan) Universitas Mataram.
- KELIMA** : Apabila dikemudian hari ternyata terdapat kekeliruan dalam keputusan ini, akan diadakan perbaikan sebagaimana mestinya.

Mengetahui  
Universitas Mataram  
Rektor,

Prof. Ir. H. Mansur Ma'shum, Ph.D.  
NIP. 130516837

Ditetapkan di Mataram  
Pada Tanggal 4 April 2009  
P2T APBN Universitas Mataram  
Pejabat Pembuat Komitmen,

Ir. H. M. Yasin, M.Si.  
NIP. 131416990

Tembusan disampaikan kepada :

1. Dekan Fakultas di lingkungan Unram;
2. Kepala BAUK Unram;
3. Kepala KPPN Mataram;
4. Ybs. Untuk maklum.

Lampiran Surat Keputusan Pejabat Pembuat Komitmen P2T APBN-RM (Ex Pembangunan) Universitas Mataram  
 Nomor : 1350/H18.11.4/KU/2009  
 Tanggal : 4 April 2009

**DAFTAR NAMA-NAMA PENELITI DAN JUDUL PROPOSAL PENELITIAN STRATEGIS NASIONAL  
 UNIVERSITAS MATARAM TAHUN ANGGARAN 2009**

No	Nama Peneliti Utama	Nama Anggota Peneliti	JUDUL PROPOSAL PENELITIAN	JUMLAH DANA PENELITIAN (Rp)	Kata Kunci	Luaran
1	Dr. Yayuk Andayani, M.Si	Prof.Dr. Dwi Soelitya Dyah Jekti M.Kes Aliefman Hakim, M.Si	Aktivitas Anti Malaria dan Analisis Senyawa Metabolit Sekunder dari Ekstrak Buah, Daun dan Kulit Batang Artocarpus Camansi	75,000,000	Anti Malaria	1). Sediaan ekstrak Artocarpus camansi yang berpotensi sebagai Anti Malaria. 2). publikasi artikel ilmiah nasional/ internasional
2	Sujita, ST., MT	Agus Dwi Catur, ST.,MT Arif Mulyanto, ST.,MT	Pengembangan Abrasive Water Jet Polishing Untuk Mendukung Industri Pengrajin Mutiara Dalam Rangka Pengentasan Kemiskinan.	52,000,000	Abrasive water jet polishing, industri pengrajin mutiara	Teknologi tepat guna berupa water jet polishing dengan media abrasives glass beat, yang merupakan teknologi baru dalam bidang pengolahan/ pemolesan mutiara.
3	Ir. Amiruddin, M.Si	Ir. M. Siddik, MS Ir. M. Muchson, SU Ir. Nuning Juniersih, M.Sos	Perilaku Ekonomi dan Pengembangan Pemberdayaan Masyarakat Miskin di Sekitar Kawasan Hutan Gunung Rinjani Pulau Lombok.	75,000,000	Masyarakat Miskin	Ditemukan pola perilaku ekonomi rumah tangga sebagai dasar untuk menyusun model dan program aksi pengembangan pemberdayaan masyarakat di sekitar kawasan hutan Gunung Rinjani Pulau Lombok.
4	Ir. Muktasam, M.Agr Sc., Ph.D	Ir. Siti Nurjannah, M.Si	Kajian Kritis Atas Kemiskinan Di Kabupaten Lombok Barat : Sebuah Aplikasi Pendekatan Action Research Bagi Upaya Pemberdayaan Masyarakat dan Pelestarian Lingkungan.	65,000,000	Krisis Atas Kemiskinan	Komoditi sosial, ekonomi dan lingkungan dari ketiga desa yang dikategorikan sebagai desa-desa "sangat miskin" di tiga kec. Di Kab Lombok Barat.
5	Sukardi, S.Pd., M.Pd	Dr. Wildan, M.Pd Burhanuddin, S.Pd., M.Hum	Pengembangan Model Pemberdayaan Masyarakat dan Orang Tua Murid Dalam Pendidikan SD/MI: Ke Arah Peningkatan Kualitas Pembelajaran Berbasis Masyarakat	72,000,000	Pemberdayaan	Model pemberdayaan masyarakat dan orang tua murid dalam pendidikan SD/MI sebagai upaya peningkatan kualitas pembelajaran (BI,IPS,IPA) berbasis masyarakat yang meliputi aspek: 1. Pengembangan kurikulum pembelajaran (BI,I

6	Prof.Ir.I Made Sudarma, M.Sc.,Ph.D	Maria Ulfa, S.Si.,M.Si Sarkono, S.Si., M.Si	Rekayasa dan Sistesis Antibiotik Turunan Kultur Karbonit -Ester dari Senyawa Bahan Alam eugenol Untuk Pengobatan Berbagai Penyakit Tropis	52,000,000	Ester dari Senyawa Bahan Alam Eugenol Untuk pengobatan	a. Penemuan 3 biokatif molekuler sebagai hasil transformasi kimi eugenol yang dapat dimanfaatkan sebagai antibiotik, b. artikel ilmiah yang diterbitkan pada jurnal nasional terakreditasi
7	Ir. Suryahadi, M.Si.,Ph.D	Novi Febrianti, S.Si., M.Si Dina Asnawati, S.Pd, M.Si	Pendekatan Kombinasi Rasional Biologi dan Kimia dalam Pencairan Senyawa Bioaktif dari Tumbuhan Obat Pulau Lombok : explorasi Tumbuhan Kumbi (Voacanga Foetida Bl Rolfe) Sebagai Penyedia Bahan Baku Obat Anti - Mikrobial	70,000,000	Explorasi Tumbuhan Kumbi Sebagai Oenyedia Bahan Baku Obat Anti Mikrobial	Secara akademik mengingat tumbuhan ini belum banyak dipublikasikan maka sebagian besar informasi yang berasal dari tumbuhan ini merupakan informasi ilmiah yang baru. Hal ini merupakan salah satu syarat utama untuk dipublikasikan baik
8	Ir. Candra Ayu, M.Si	Ir. Padusung, MP Ir. Nurtaji Wathoni, MP Ir. Wuryantoro, M.Agr.Bus	Rancangan Sistem Usahatani Terpadu yang Efisiensi dan Berdampak Terhadap Perbaikan Tingkat Sosial Ekonomi Keluarga Petani Secara Berkelanjutan (Kasus; Usahatani Lahan Kering Irigasi Air Tanah di Pulau Lombok).	67,000,000	Usahatani Terpadu	Hasil yang ditargetkan: Mengidentifikasi faktor-faktor penyebab berkurangnya tingkat adopsi usahatani irigasi air tanah dibandingkan kondisi di awal introduksi inovasi.
9	Ir. A. Rai Somaning Asih, Ph.D	Ir. I Nyoman Sadia, M.Sc	Pengentasan "Gizi Buruk" Masyarakat Pedesaan NTB Dengan Memanfaatkan Susu Kambing Peranakan Etawah dan Bungkil Kelapa Sebagai Flavour Susu Kambing.	52,000,000	Gizi Buruk	Pengembangan kambing perah ini sangat bermanfaat bagi pembangunan masyarakat pedesaan di NTB.
10	Drs. Wahyunadi, M.Si	Dra. Rusmianah HS., M.Si	Simulasi Model Perencanaan Multi Sektor dan Kemiskinan di Provinsi Nusa Tenggara Barat	52,000,000	Perencanaan Multi Sektor dan Kemiskinan NTB	Teridentifikasinya produk-produk unggulan usaha kecil dan menengah di Kabupaten Lombok Utara yang layak untuk dikembangkan, yang kemudian akan dilanjutkan dengan penelitian di tahun kedua terkait pembentukan aglomerasi usaha untuk pengembangan produk-produk
11	Ir. Irwan Muthahanas, M.Si	Ir. Mulat Isnaini, PGDip.Sc.Ph.D Erna Listiana, SP.M.Biotech.St	Pengembangan Isolat Rizosfer dan Endofitik Streptomyces sp. Lokal Lombok Sebagai Pengendali Hayati Fusarium Penyebab Penyakit Layu Tanaman Tomat.	52,000,000	Rizosfer, Endofitik	Diharapkan akan diperoleh bioagen Streptomyces sp. Yang mampu mengendalikan F. oxysporum serta formulasi dan cara aplikasi yang tepat.

12	Mustika Hadijati, S.Si., M.Si	Marwan, S.Si.,M.Si	Analisis Curah Hujan dengan Pendekatan Kernel non Parametik untuk Membuat Kurva intensity duration-Frequency (IDF) (Studi Kasus di Kawasan rawan banjir Pulau Lombok Nusa Tenggara Barat	52,000,000	Kurva Intensity Duration_frequen cy (IDF) Kawasan rawan Banjir Lombok	Fungsi Kepekatan peluang debit maksimum pada analisa fekuensi data curah hujan yang diestimasi dengan menggunakan pendekatan kernel nonparametik. Fungsi kepekatan peluang tersebut selanjutnya digunakan untuk memperkirakan besar curah hujan.
13	Ir. M. Taufik Fauzi, M.Sc.Ph.D	Ir. Murdan, MS Ir. Irwan Muthahanas, M.Si	Pengembangan Jamur Patogenik Lokal Lombok Untuk Mengendalikan Gulma Eceng Gondol (Eichhornia crassipes).	77,000,000	Jamur patogenik lokal,	Paket teknologi pengendalian gulma eceng gondok yang menggunakan kekayaan sumberdaya hayati lokal dan rama lingkungan.
14	Ir. Addinul Yakin, GD.Ec., M.Sc	Ir. Syarifuddin, M.Si Endang Wahyuningsih, S.Hut.MP	Penentuan Biaya Masuk Jasa Lingkungan Optimal Bagi Perbaikan Pengelolaan Lingkungan di Kawasan Taman Nasional Wisata Alam Laut Gili Matra, Lombok, Indonesia : Penerapan Stated Choice Model.	52,000,000	Pengelolaan lingkungan taman Nasional, laut gili matra, Lombok.	Terekamnya nilai WTP untuk mengestimasi benefit maksimum (potensi penerimaan daerah) dari perbaikan kualitas lingkungan TNWAL-GM,
15	Yusron Saadi, ST.,M.Sc.Ph.D	Supriyono, ST.,MT Hartana, ST.,MT	Pengukuran Sidemen Suspensi Sungai Dengan Metode Intensitas Cahaya Dalam Upaya Optimalisasi Umur Guna Waduk Batujai.	67,000,000	Sedimen suspensi sungai, intensitas cahaya, umur guna waduk	Alat ukur kandungan sedimen suspensi dengan metode intensitas cahaya, prediksi laju sedimentasi/pengendapan waduk yang lebih akurat.
16	Syamsuddin, S.Si., MT	Drs. Bakti Sukrisna, M.Si Muhammad Zuhdi, S.Si.,MT	Studi Tentang Sifat Fisis Batuan Pada Daerah Prospek Panas Bumi Hu'u Dalam Rangka Pengembangan Sumber Energi Alternatif di NTB	70,000,000	Panas Bumi Hu'u Pengembang Sumber Energi Alternatif NTB	Peta Distribusi Sifat Fisik Batuan
17	Ir. Ismail Yasin, M.Sc	Prof.Ir. Mansur Ma'shum, Ph.D Ir. Sukartono. M.Agr Muh. Husni Idris, SP.M.Sc.Ph.D Ir. Mahrus	Kajian Ilmiah Terhadap Praktik Pertanian Tradisional dan Sistem Peramalan Iklim Berbasis Kearifan Lokal Untuk Penguatan Kapasitas Daerah Di Nusa Tenggara Barat.	72,000,000	Sistem peramalan	Model warige Sasak
18	Dr.Ir. Abubakar, MP	Ir. H. Tajidan, MS Ir. Syarif Husni, M.Si Ir. M. Junaidi, M.Si	Analisis Trode Off Pengembangan Pengelolaan Kawasan Konservasi Laut Gili Sulat Lombok Timur.	72,000,000	Konsevasi laut gili sulat lombok	Adanya skenario pengelolaan kawasan konservasi pada areal pemanfaatan (zona pemanfaatan dan zona pendukung).

19	Hiden, ST., MT	Drs. Teguh Ardianto, M.Si Suhayat Minardi, S.Si., MT	Investigasi Dinamika Fluida Bawah Permukaan Menggunakan Metode Gaya Berat Mikro 4D dan Geolistrik di Kawasan Pertambangan Batu Hijau Sumbawa Barat	54,000,000	Metode Gaya Berat Mikro 4D	1). Metode Gayaberat Mikro . Gradien vertikal gaya berat dan geolistrik antar waktu untuk identifikasi terjadinya perubahan fluida bawah permukaan, dan 2). Mengetahui perubahan tinggi muka air tanah yang terjadi di daerah penelitian
20	Dra. Susilawati, M.Si., Ph.D	Drs. Aris Doyan, M.Si., Ph.D	Sifat-Sifat Listrik dan Optik Polimer Film Yang Diiradiasi Dengan Sinar Gamma	82,000,000	Sifat-Sifat Listrik	Setiap bahan organik seperti polimer menunjukkan respon yang besar terhadap radiasi ionisasi
21	Dr. Ansar, MP., M.Pd	Sirajuddin H. Abdullah, STP., MP	Desain dan Uji Performasi Roda Sirip Lengkung Mesin Traktor Tangan Untuk Pengolahan Tanah Pada Lahan Kering.	55,000,000	Mesin Traktor	Dapat diperoleh desain roda sirip lengkung traktor tangan yang dapat meningkatkan kemampuan transaksi traktor untuk penggunaan pada lahan kering. Desain ini merupakan "temuan baru" yang efektifitas penggunaannya dapat dipertanggungjawabkan
22	Nurpatria, ST., M.Eng	Sinarep, ST., MT	Sistem Pembangkitan Daya Mekanis Dengan Sumber Kalor Dari Low Temperature Differential.	62,000,000	Energi radiasi matahari, low temperature differential, silinder daya, propagasi kalor, prinsip superposisi deret fourier.	Dihasilkan alat dengan metode operasi tertentu yang dapat digunakan untuk membangkitkan energi mekanis yang berasal dari beda temperatur rendah.
23	Nur Kaliwanto, ST., MT	Warindi, ST., M.Eng	Pengembangan Turbin Air Poros Ganda Sebagai Alternatif Pengadaan Listrik Secara Mandiri di Pedesaan	62,000,000	Pengembangan Turbin	Turbin Air dengan poros ganda yang memiliki kemampuan penyerapan energi lebih baik dari turbin air konvensional yang telah ada, Hasil Rekayasa diharapkan dapat menjadi pilot project bagi institusi dan instansi terkait untuk pengadaan listrik bagi desa-desa

24	Prof. Ir. Sunarpi, Ph.D	Drs. Ahmad Jufri, M.Eng Nur Indah Julisaniah, S.Si.,M.Si	Pengembangan Pupuk Cair Ramah Lingkungan Berbasis Rumput Laut Alam Nusa Tenggara Barat Untuk Mendukung Sistem Pertanian Berkelanjutan	55,000,000	Rumput Laut Alam Nusa Tenggara Barat	1). Spesies rumput potensial sebagai bahan baku pupuk cair 2). Formulasi ekstrak rumput laut yang dapat memacu perkecambahan, pembibitan, pertumbuhan dan produksi tanaman, dan 3) Domestikasi spesies rumput laut potensial sebagai bahan baku pupuk cair
25	Prof. Ir. M. Sarjan, M.Ag.CP.Ph.D	Ir. Irwal Muthahanas, M.Si Drs. Suropto, M.Si Dr. Ir. Tarmizi, MP	Bioaktivitas Limbah Batang Tembakau Virginia Sebagai Pestisida Nabati Terhadap Hama Penting Tanaman Kedelai	75,000,000	Limbah batang tembakau	Diperoleh bahan-bahan aktif yang terkandung pada batang tembakau virginia terutama yang bersifat insektisida terhadap beberapa hama penting tanaman kedelai, diperoleh cara kerja dari bahan aktif insektisida nabati dari batang tembakau virginia.
26	Prof. Dr. Ir. Soekardono, SU	Ir. Chairussyuhur A., M.Sc.Ph.D Dr. Ir. Lalu Muh Kasip	Identifikasi Grade Sapi Bibit Betina Dan Jantan Serta Koefisiensi Ekonomis Usaha Sapi Perbibitan di Nusa Tenggara Barat.	72,000,000	Usaha Sapi Pembibitan, grade sapi bibit, koefisiensi ekonomi	Memperoleh data koefisien teknis sapi bibit betina dan jantan serta koefisien ekonomis usaha sapi pembibitan di NTB Koefisien teknis meliputi : -Ukuran tubuh (berat badan, panjang badan, lingkar dada, tinggi gumba sapi muda (bibit betina dan jantan,)
27	Ir. Sulaiman N., M.Biotech., Ph.D	Ir. Djoko Kisworo, M.Sc.Ph.D	Pengembangan Kit Uji Cepata Imunokromatografi Untuk Uji Tapis Toksin Clostridium Botulinum Tipe-B Guna Penegakan Keamanan Produk Pakan.	82,000,000	Kit Uji Cepata Imunokromatografi	Produk antibodi poliklonal terhadap neurotoxin botulinum tipe B (NeuBot-B), serta produk prototype Kit Uji Cepata Imunokromatografi NeuBot-B.
28	Dr. Muhamad Ali	Drh. Rodiah, M.Si Ir. Sulaiman ND. M.Biotech, Ph.D	Produksi Antibodi Untuk Deteksi Penyakit Antrak Pada sapi : Produksi Hibridoma Penghasil Antibodi.	67,000,000	Deteksi Penyakit Antrak	Penyakit antrak merupakan penyakit yang endemik diseluruh dunia dan sangat menakutkan bagi manusia, hal ini disebabkan karena penyakit yang dapat menular dari ternak ke manusia yang sangat ganas dengan nilai mortalitas mencapai 80%.



29	Prof.Ir.Chairussyuhur A., MSc,PhD	Drh. Rodiah, M.Si Ir. Lukman HY,MP Ir. I Wayan L. Sumadiasa,M.Kes	Produksi Imbrio Sapi Potong Unggul Guna Mempercepat Pencapaian Swasembada Daging Sapi 200 Di NTB.	55,000,000	Imbrio Sapi potong unggul,daging sapi 2010 di NTB	Hasil penelitian dapat menambah wawasan ilmu pengetahuan reproduksi, khususnya teknologi produksi embrio in vitro (IVEP) sapi potong lokal,
30	Dr.Ir. Kisman, M.Sc	Dr.Ir. A. Farid Hemon, M.Sc Ir. Meidiwarman, MS Ir. I Putu Silawibawa, MP	Pembentukan Varietas Unggul Kedelai Tanah Kekeringan : Perbaikan Sifat Ketahanan Kedelai Terhadap Cekaman Kekeringan Menggunakan Sumberdaya Genetik Lokal dan Bioteknologi.	82,000,000	Varietas unggul kedelai tahan kekeringan	1). terbentuknya galur kedelai hasil seleksi in vitro dan nutrisi yang tahan kekeringan, 2). terbentuknya perental dan populasi bersegregasi kedelai dengan genetic base atau variabilitas.
31	Dr.Ir. L Wiresapta Karyadi, M.Si	Ir. M. Siddik, MS	Model Rekonstruksi Kelembagaan Sosial Pangan Asli (Indigenous Food Institution) Untuk Mengatasi Masalah Rawan Pangan dan Gizi Buruk di Pulau Lombok - NTB.	72,000,000	Mengatasi masalah rawan pangan dan gizi buruk	Rumusan dan penjelasan berbagai model kearifan dan institusi lokal dalam pengelolaan pangan dan gizi masyarakat untuk mengatasi kerawanan pangan dan gizi buruk, rumusan model pembaruan (rekonstruksi) kearifan dan institusi lokal
32	Prof.Dr.Ir. Enny Yuliani, M.Si	Ir. Lukmah HY, MP	Pengembangan Pembibitan Sapi Bali Berbasis Sperma Sexing Dalam Mendukung Penyediaan Sapi Bakalan Di Nusa Tenggara Barat.	80,000,000	Pengembangan Pembibitan	Insiminasi buatan pada sapi bali berbasis sperma Sexing, Seksing spermatozoa pada sapi bali, strategi pengembangan insiminasi buatan dalam meningkatkan Produktifitas dan penyelamatan plasma Nutfah Sapi Bali.
33	Dr.Ir. A. Farid Hemon, M.Sc	Ir. Dwi Ratna Anugrahwati,M. Biotech.St.Ph.D Ir. Idris, MP	Induksi Mutasi Dengan Iradiasi Sinar Gamma Pada Kultur Imbrio Somatik dan Seleksi In Vitro Untuk Mendapatkan Kacang Tanah Kultivar Lokal Bima Dengan Novel Characters - Toleran Cekaman Kekeringan dan berdaya Hasil Tinggi.	72,000,000	Sinar gamma pada kultur embrio	Hasil yang ditargetkan : Tujuan jangka panjang dari rangkaian penelitian adalah untuk mengembangkan kultivar kacang tanah unggul baru yang berdaya hasil tinggi dengan toleran terhadap cekaman kekeringan untuk kondisi lingkungan Indonesia dan khususnya lah

34	Dr.Ir.I Wayan Sutrisna,MP	Ir. I Wayan Sudika, MS Ir. Ni Wayan Dwiani, MP Ir. Awaludin Hipi,M.Si	Pengembangan Agroteknologi Tanaman Jagung (Zea mays L.) Sebagai Penggerak Ketahanan Pangan Di Lahan Kering Lombok Nusa Tenggara Barat.	52,000,000	Agroteknologi tanaman jagung (zea mays L.).	Paket teknologi tepat guna yang sesuai dengan kondisi lahan kering di pulau Lombok, bahan ajar yang terkait dengan pemuliaan dan budidaya tanaman jagung untuk lahan kering sebagai pegangan mahasiswa.
35	Prof.Drh.Adji Santosa Dradjat,BSc.Vet.M.Phil.PhD	Ir. Muhammad Ali,M.Si.Ph.D Ir. Dahlanuddin,M.Rur.Sc.Ph.D	Studi Fertilitas dan Infertilitas Sapi Bali (Bos indicus)_ Menggunakan Metode Molecular Genetics.	52,000,000	Sapi Bali, Subur dan Steril, DNA Test	Gambaran peta DNA sapi Bali yang tergolong subur, kategori tidak subur dan mandul, yang dapat digunakan untuk melakukan seleksi sapi Bali di NTB
36	Ir. Lalu A. Zaenuri, IM.Rur.Sc	Drh. Rodiah, M.Si Ir. Lalu Wira Pribadi, MP	Membentuk Stockbreeder Kambing Komposit Melalui Crossbreeding Kambing Peranakan Etawa Dengan Kambing Boer.	52,000,000	Stockbreeder Kambing Komposit	Pada bulan ke 8 sejak penelitian dilaksanakan akan dihasilkan maksimal 30 ekor kambing hasil persilangan yang terdiri dari 15 ekor betina dan 15 ekor jantan. Pada tahun 11, seluruh anak kambing tersebut disapihkan dilengkapi dengan dokumentasi tampilan
37	Ir. Satrijo Saloko, MIP	Ir. Agustono Prarudiyanto, MS Ir. Ahmad Alamsyah, MP	Potensi Umbi-Umbian Eksotik Sebagai Pangan Fungsional dan Prospek Pengembangannya Untuk Mengatasi Gizi Buruk Di Nusa Tenggara Barat.	72,000,000	Mengatasi gizi buruk	Tergalinya potensi umbi-umbian eksotik NTB yang dapat dijadikan sebagai sumber pangan fungsional.
38	Ir. I Komang Damar Jaya, M.Sc.Agr.Ph.D	Ir. I Nyoman Soemeinaboedhi, M.Agr	Kajian Efisiensi Penggunaan Air Sumur Pompa Dengan Berbagai Teknik Irigasi Pada Tanaman Jagung Di Lombok Utara	53,000,000	Efisiensi penggunaan air sumur pompa	Teknologi pengairan berbasis sumur poma yang efisien secara fisiologi dan ekonomi pada tanaman jagung di lombok utara.
39	Dr.Ir. Erwan, M.Si	Walid Yulianto, S.Pt.M.Food,Sc	Pemberian Pakan Nektar Ekstrafloa dan Polen Tanaman Terhadap Peningkatan Produksi dan Kualitas Madu Lebah Lokal (Apis Cerana).	62,000,000	Pakan Nektar Ekstrafloa, dan Kualitas Madu	Mampu memanfaatkan pakan lebah diluar sektor bunga tanaman sehingga budidaya lebah madu dapat terus berproduksi sepanjang tahun tanpa tergantung pola pembungaan tanaman yang sangat terbatas, sehingga produk madu dapat ditingkatkan dari 7,5 kilogram perkol

40	Prof.Ir.Eko Basuki,MApp.ScPh.D	Ir. Agustono Prarudiyanto,MS Ir. Cahyawan C.Edi M,M. Eng	Studi Aktivitas Enzim-enzim yang Telibat pada Biosintesa Etilen Selama Penyimpanan Secara Atmosfir Termodifikasi Pada Mangga Madu di Pulau Lombok Dengan Metode SDS/Poliacryl Amide Gel Electrohorocce (PAGE).	52,000,000	Penyimpanan secara atmosfer termodifikasi pada mangga	Determinasi enzim-enzim pemasakan buah dengan teknik SDS/PAGE (polyacryl amide gen elektroforase) formulasi jenis dan konsentrasi chemical absorbent waktu optimum keaktifan enzim-enzim tersebut.
41	Ir. Mulyati, SU.,Ph.D	Ir. I Wayan Sudika, MS Ir. I Nyoman Kantun, MS	Remediasi Lahan Yang Dkelola Secara Intensif Melalui Pemanfaatan Crotalaria Juncea L. dan Nitrogen Pada Tanaman Jagung Untuk Mendukung Ketahanan Pangan.	62,000,000	Pemanfaatan crotalaria Tanaman jagung untuk mendukung ketahanan pangan	Hasil yang ditargetkan: untuk mempertahankan tahana (status) bahan organik di dalam tanah guna peningkatan produktivitas tanah dan hasil tanaman jagung, dengan demikian diharapkan dapat direkomendasikan kepada petani untuk memanfaatkan tanaman pupuk hijau
42	Ir. Budi Indarsih, M.Agr.Sc.Ph.D	Ir. Moh. Hasil Tamsil, M.Si Muh. PrasetyoNugroho, S.Pt	Kajian Implementasi Pola Kemitraan Ayam Ras Pedaging Di Propinsi NTB (Peluang Penerapan Kemitraan Syariah Peternakan Rakyat).	57,000,000	Penerapan Kemitraan Syariah Peternakan Rakyat	Kemiskinan yang dihadapi Negara berkembang didominasi oleh masyarakat pedesaan yang mayoritas mempunyai mata pencarian sebagai petani, ternak dan nelayan.
43	Ir. Hanartani, SU	Ir. Sri Widhiharti, SU Ir. Asnawi, M.Si	Kandungan Omega (3,6,9) dan Beta Karoten Pada Telur Ayam Arab yang Diberi Tambahan Rumput Laut dan Minyak Ikan Dalam Ransum.	52,000,000	Telur Omega (3,6,9), Rumput laut, minyak ikan.	Dengan meningkatkan tambahan persentase umput laut (RL) dan Minyak Ikan (MT) dalam ransum petelur, akan penelitian ini akan ditemukan kombinasi RL + MI yang tepat (optimal) untuk dapat menghasilkan telur omega (3,6.9) yang berkualitas tinggi.
44	Ir.Wayan Wangiyana,MSc(Hons), Ph.D.	Prof.Ir. M. Sarjan, Mag.CP,Ph.D Ir. Sukartono,M.A Ir. Nihla Farida, Mag.CP	Daya Hasi Dua Varietas Kedelai pada Beberapa Jarak Tanam dan Kombinasi Pupuk Organik, Anorganik dan Hayati yang ditugal Bersama Benih di Lahan Sawah Entisol dan Vertisol Lombok	72,000,000	Kombinasi puuk organik, anorganik dan hayati	Didapatkan informasi ilmiah tentang pengaruh berbagai perlakuan yang diujikan terhadap penampilan tanaman kedelai di lahan sawah dari dua jenis tanah yang dominan di Pulau Lombok.

45	Ir. I Nyoman Kantun, MS	Ir. Lalu Irasakti, MS	Uji Daya Hasil "Galur Harapan" Padi Pada Tiga Sistem Pertanaman Untuk Mendapatkan Varietas Unggul Padi Berdaya Hasil Tinggi dan Adaptasi Luas.	52,000,000	Galur harapan	Dapat dipilih galur/varietas padi yang bersifat unggul (daya hasil tinggi, umur genjah, tahan terhadap cekaman biotik/abiotik), untuk masing-masing sistem pertanaman
46	Dr.Rismon H.Sianipar, ST.M.Eng	I Ketut Wiryajati, ST.,MT	Steganography Penanam Watermark Jamak Atas Data Rahasia Meliter Untuk Menangkal Operasi Intelejen Asing.	62,000,000	Data rahasia meliter	1). akan didesain teknik steganography penanam watermark jamak yang handal terhadap serangan disengaja maupun serangan tak-disengaja. 2). untuk meningkatkan kemampuan ekstraksi yang robust, pada hasil tahap pertama.
47	Ir.Didi S.Agustawajaya,M.Eng. Ph.D	M. Ali Asgar, ST	Penentuan Koefisien Gempa Untuk Perhitungan Bangunan Tahan Gempa Di Nusa Tenggara Barat.	72,000,000	koefisien gempa bangunan tahan gempa	Metode baru penentuan koefisien gempa untuk analisis struktur bangunan tahan gempa, khususnya di NTB.
48	Ir. Mudji Wahyudi, Ph.D	Ratna Yuniarti, ST.,M.Sc(Eng)	Desain Campuran Daur Ulang Perkerasan Aspal Dengan Bahan Peremaja Minyak Biji Jarak.	77,000,000	Daur ulang perkerasan aspal	Desain campuran daur ulang perkerasan aspal dengan kinerja yang optimum dalam memikul beban lalu lintas.
49	Akmaluddin, ST.,MSc(Eng).Ph.D	Rini S. Saptaningtyas, ST.M.Sc	Perilaku Struktur Balok Beton Sandwich Dengan Inti (Core) Beton Ringan (Agregat Kasar Batu Apung) Sebagai Bahan Konstruksi Bangunan Sipil.	72,000,000	Struktur balok beton sandwich	Perilaku lentur balok beton sadwwich, komposit antara beton normal dan beton ringan (agregat kasar batu apung) sebagai lapisan intinya,.Produksi kuat geser balok beton sandwich dengan variasi tipe penghubung geser (sheat connector)
50	Pathurahman, ST.,MT	Zaedar Gazalba, ST.,MT Jauhar Fajrin, ST.,M.Sc(Eng)	Aplikasi Bambu Untuk Konstruksi Rumah Murah (Low Cost Housing) Bagi Masyarakat Daerah Pesisir.	67,000,000	Konstruksi rumah murah (low cost housing)	Desain rumah murah berbentuk rumah panggung dari konstruksi bambu, Prototipe rumah/rumah contoh, Paten metode pembuatan rumah panggung knock-down dari bambu.

51	Drs. I Made Sujana, MA	Eka Fitriana, SS., MA Edy Syahril, S.Pd., MA	Perancangan Kembali Pembelajaran Bahasa Inggris di Universitas Mataram Dengan Menggunakan Pendekatan English For Specific Purpose (ESP) Untuk Menghasilkan Perangkat Pembelajaran dan Bahan Ajar Sesuai Dengan Kebutuhan Mahasiswa	72,000,000	Pembelajaran	Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan kualitas pembelajaran bahasa Inggris di UNRAM dengan melakukan perancangan
52	Arba, SH. M.Hum	Sahnun, SH. M.Hum Wiwiek Wahyuningsih, SH.M.Kn	Studi Tentang Pola Pemberdayaan Hukum dan Kebijakan Pertahanan Sebagai Upaya Penertiban dan Pendayagunaan Tanah Terlantar di Era Otonomi Daerah di NTB	72,000,000	Penertiban dan Pendayagunaan Tanah terlantar di NTB	Temuan baru tentang pola pemberdayaan dan penertiban hukum dan kebijakan tanah terlantar oleh investor sebagai bahan artikel ilmiah
53	Drs. Surati, M.Si	Drs. Abdul Manan, M.Si Drs. Supriyanto.MP	Studi Pengembangan dan Pemberdayaan Usaha Mikro Kecil dan Menengah di Pulau Lombok	55,000,000	Pemberdayaan Usaha Mikro Kecil dan Menengah	1. UMKM di NTB khususnya di Pulau Lombok dalam rangka pengembangan usaha mikro, kecil dan menengah. 2. Instansi pemerintah pengambil kebijakan sebagai masukan dalam menentukan kebijakan untuk melakukan pengembangan dan pemberdayaan UMKM
54	Dr. Herry Soeprianto, M.Si	Dr. H.Wahab Jufri, M.Sc Drs. Aris Doyan, M.Si., Phd Sukardi, M.Pd	Pengembangan Kurikulum Terintegrasi Berbasis Keunggulan Lokal Sebagai Upaya Pemberdayaan Kompetensi Guru dan Peningkatan Kualitas Hasil Belajar Sisw3a SMP di Propinsi NTB	55,000,000	Pengembangan Kurikulum	Memfasilitasi guru-guru bidang IPA, IPS, dan Matematika 2. Untuk mengembangkan model kurikulum pelajaran IPA, IPS dan Matematika SMP yang mengintegrasikan sum
55	Dr. Mahyuni, MA	Drs. Lukman Hakim, MA Eka Fitriana, S.S., MA	Revitalisasi Nilai-Nilai Besiru Sebagai Social Capital Pembangunan Pendidikan Pada Masyarakat Sasak di Pulau Lombok	55,000,000	Pendidikan	Secara khusus penelitian ini bertujuan untuk menjawab beberapa issue mendasar yang terungkap dalam latar belakang penelitian antara lain: 1. Menganalisis pandangan masyarakat secara umum 2. Menganalisis fungsi kultural 3. Menganalisis pola besiru sebagai

56	Drs. I Nyoman Suarta, M.Si		Mengembangkan Model Pembelajaran Pembentukan Perilaku Damai Dengan Revitalisasi Nilai-Nilai Kearifan Lokal di Sekolah Dasar	55,000,000	Model Pembelajaran	Penelitian ini bermaksud untuk mencegah dan berusaha untuk menghidupkan kembali nilai-nilai kearifan lokal melalui pendidikan perdamaian sehingga dikemudian hari tetap terjaga keharmonisan bersama dalam keragaman
57	Drs. Agus Abhi Purwoko, M.Sc., Ph.D	Titin Ristanti Suwolo, M.Pd Dr. MA Muazar Habibi, S.Psi., Dipl. Psych., M.Pd	Pengembangan Bahan Ajar Berbasis Learning CYCLE (LC) Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Abstrak dan Hasil Belajar Siswa	55,000,000	Bahan Ajar	1). Peningkatan kemampuan berpikir formal/abstrak dan hasil belajar siswa, 2). Bahan ajar berbasis learning Cycle (LC) yang sesuai dengan pandangan konstruktivitas dan tuntutan kurikulum tingkat satuan pendidikan (KTSP)
58	Drs. Joni Rokhmat, M.Si	Drs. AA. Sukarso, M.Si	Perancangan "Kit Permainan Edukatif" Untuk Pembelajaran di SD	70,000,000	Kit Permainan Edukatif	Alat permainan edukatif yang akan diproduksi dan dimuat dalam "Kit Permainan Edukatif" berbasis permainan kartu
59	Dr. Nyoman Sridana, M.Si	Dr. Rer Nat Kosim, M.Si Drs. I Wayan Karta, M.Si Drs. Joni Rokhmat, M.Si	Ketuntasan Kompetensi Pembelajaran Dalam Implementasi Kurikulum 2006 Melalui Pendekatan Pembelajaran Realistik Pada Sekolah Dasar di Nusa Tenggara Barat	62,000,000	Kurikulum 2006	Menambah pembedaharaan alternatif pendekatan pembelajaran untuk mencapai ketuntasan kompetensi pembelajaran secara utuh dalam implementasi kurikulum 2006. 2. Tujuan khusus ketuntasan kompetensi pembelajaran secara utuh (kognitif, efektif)
60	Dr. A. Wahab Jufri, M.Sc	Prof. Dr. Dwi Soelistya Dyah Jekti, M.Kes Drs. Sutrio, M.Si	Pemberdayaan Kompetensi Guru Dalam Pengembangan Model Pembelajaran Sains Berbasis Inkuiri (PSBI) Untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Siswa	70,000,000	Pengembangan Model	1) Melatih dan mengembangkan kompetensi atau kemampuan guru pelajaran sains SMP dalam mendesain perangkat model PSBI 2) Melatih keterampilan guru-guru untuk mengimplementasikan model pembelajaran
61	Drs. Jamaluddin, M.Pd	Drs. M. Yamin, M.Si Drs. Lalu Japa, M.Sc.St	Pengembangan Model Pembelajaran Pemberdayaan Berpikir Kreatif Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa SMP di Mataram	62,000,000	Pemberdayaan	Aspek yang akan diteliti meliputi: a. Kegiatan pembelajaran IPA yang dilaksanakan guru IPA SMP di Kota Mataram b. Kegiatan belajar siswa SMP c. Pengembangan model pembelajaran pemberdayaan berfikir kreatif, dan d. Efektivitas penerapan mode

62	Drs. I Nyoman Karma, M.Si	Drs. I Nyoman Suarta, M.Si Dr. Syafruddin, MS Dr. Sudirman Wiliyan, MA	Analisis Model Implementasi Bimbingan Teknis (BINTEK) Pada Program Penuntasan Keaksaraan di Pulau Lombok NTB	70,000,000	Bimbingan Teknis	Gambaran yang akurat tentang sebab-sebab dan faktor sosial budaya apa yang menimbulkan tingginya angka buta aksara pada komunitas masyarakat Sasak di Pulau Lombok sehingga dapat disusun model implementasi bimbingan
63	Israfil, SH., M.Hum	Syafruddin, SH.M.Hum M. Hotibul Islam, SH.M.Hum	Model Penyelesaian Konflik Horizontal Berbasis Kultural dan Agama di NTB	70,000,000	Konflik Horizontal dan Agama di NTB	Pola baru tentang penyelesaian konflik horizontal dalam masyarakat NTB sebagai bahan artikel ilmiah
64	Salim HS., SH., MS	Dr. Idrus Abdullah, SH.	Pola Penyelesaian Sengketa Tambang (Studi Kasus Terhadap Sengketa Antara Masyarakat Etnis Samawa dengan PT Newmont Nusa Tenggara	52,000,000	Sengketa Masyarakat Samawa dengan PTNNT	Perumusan model penyelesaian sengketa tambang yang menyeluruh berupa model penyelesaian sengketa yang menggunakan norma-norma yang hidup, tumbuh dan berkembang dalam masyarakat lingkaran tambang atau lazim disebut dengan pranata lokal.
65	Drs. Kamaluddin Yusra, MA., Ph.D	Yuni Budi Lestari, S.Pd., MA	Konstruksi Solidaritas Antaretnis Masyarakat Sumbawa dan Masyarakat Sasak Transmigran di Desa Tolo Oi Kabupaten Sumbawa	52,000,000	Antaretnis	Penelitian ini bertujuan untuk meneliti bagaimana masyarakat transmigran mengkonstruksi solidaritas antar etnis antar sesama transmigran
66	Dr. Prayitno Basuki, MA	Drs. Lutfidin, M.Si Drs. Taufik Chaidir, M.Si	Pelaksanaan Anggaran Berbasis Kinerja Dalam Pencapaian Indeks Pembangunan Manusia di Provinsi NTB	60,000,000	Pencapaian Indeks Pembangunan NTB	Perbaikan implementasi sistem penganggaran berbasis kinerja yang lebih responsif dalam rangka meningkatkan IPM di Provinsi Nusa Tenggara Barat

Mengetahu :  
Universitas Mataram  
Rektor,

Prof. Ir. H. Mansur Ma'shum, Ph.D.  
NIP. 130516837

Mataram, 4 April 2009  
P2T APBN-RM Universitas Mataram  
Pejabat Pembuat Komitmen,

Ir. H. M. Yasin, M.Si.  
NIP. 131416990

**LAPORAN AKHIR  
HIBAH PENELITIAN STRATEGIS NASIONAL  
Tahun Anggaran 2009**



**PENGUKURAN SEDIMEN SUSPENSI SUNGAI  
MENGUNAKAN METODE INTENSITAS CAHAYA  
DALAM UPAYA OPTIMALISASI UMUR GUNA WADUK BATUJAJI**

**YUSRON SAADI, ST., MSc., Ph.D.  
SUPRIONO, ST., MT.  
HARTANA, ST., MT.**

**Dibiayai dengan Dana DIPA Universitas Mataram Tahun Anggaran 2009  
No : 0234.0/023-04.2/XXI/2009  
Tanggal 31 Desember 2008**

**LEMBAGA PENELITIAN  
UNIVERSITAS MATARAM  
DESEMBER 2009**



## HALAMAN PENGESAHAN LAPORAN PENELITIAN STRATEGIS NASIONAL 2009

1. a. Judul Penelitian : Pengukuran Sedimen Suspensi Sungai dengan Metode Intensitas Cahaya dalam Upaya Optimalisasi Umur Guna Waduk Batujai

2. Ketua Peneliti

- a. Nama Lengkap & Gelar : Yusron Saadi, ST., M.Sc., Ph.D.
- b. Jenis Kelamin : Laki-Laki
- c. Golongan/NIP : III(b)/196610201994031003
- d. Jabatan Fungsional : Assisten Ahli
- e. Bidang keahlian : Teknik Sipil Keairan
- f. Fakultas : Teknik.
- g. Perguruan Tinggi : Universitas Mataram
- h. Team Peneliti

No	Nama	Bidang keahlian	Fakultas/Jurusan	Perguruan Tinggi
1	Hartana, ST., MT.	Teknik Sipil Keairan	Teknik/Teknik Sipil	UNRAM
2	Supriono, ST., MT.	Teknik Elektro	Teknik/Teknik Elektro	UNRAM

3. Pembiayaan

- a. Jumlah biaya yang diajukan : Rp. 93.422.500
- b. Biaya disetujui : Rp. 67.000.000

Mataram, 5 Desember 2009

Mengetahui,  
Dekan Fakultas Teknik Unram




Pathu Rahman, ST., MT.  
NIP. 196612311994031018

Ketua Peneliti



Yusron Saadi, ST, Msc, PhD  
NIP. 196610201994031003

Menyetujui,  
Lembaga Penelitian Unram  
Ketua



Prof. Ir. H. Yusuf A. Sutaryono, Ph.D  
NIP. 196110251985031003

# Measurement of Suspended Sediment in River using Light Intensity Method for Lifetime Optimization of Batujai Reservoir

Yusron Saadi \*), Supriono \*\*) and Hartana \*)

\*) Lecturers of Civil Engineering Dept., Faculty of Engineering, University of Mataram

\*\*) Lecturer of Electrical Engineering Dept., Faculty of Engineering, University of Mataram

Jl. Majapahit 62 Mataram 83125, Telp. (0370)636126, Fax. 636126

Corresponding author : yoessaadi@yahoo.co.uk

---

## SUMMARY

High sedimentation rate leads to the decrease in the lifetime of Batujai reservoir that in the long term deteriorates the level of service. Preventive actions are necessary in order to maintain the sustainability of the reservoir. This can be done by monitoring and evaluation to the sedimentation rate particularly suspended sediment in the river as the main contributor to the reservoir sedimentation. Existing techniques that widely used is the collection of sample using suspended sediment sampler. This method has disadvantage in the way that only certain depths of water are sampled. New technique has to be developed to obtain more accurate result covering all water depths from the bottom to the surface.

In this research a new technique called light intensity method has been developed. This method transfers the light in vertical direction throughout the river flow. The intensity of the light is measured by LDR (*light difference resistance*) which is put on the river bed. LDR's signal is transmitted through an interface to allow the computer to read and collect voltage based on the position of LDR in the water.

The experiments suggest that LDR produces a relatively consistent result for clear water condition. With the power of 50 watt, LDR is capable of providing good measurement in the water tank contain of 12,732 gr/ltr sediment. This is indicated by a trend in which the voltage decreases as the content of sediment in the water increases. From the condition of zero sediment to 6,366 gr/ltr and 12,732 gr/ltr, the average rates of decrease for all depths are 3 % and 14 % respectively. This is an indication that suspended sediment between LDR and the light clearly has an

influence. An inconsistency in voltage found during an observation of higher rate of sediment, i.e. 19,099 gr/ltr, can be avoided by increasing the light power so that the accurate reading of voltage correspond to the sediment content and LDR position in the water can be increased.

Keywords : Reservoir Sedimentation, depth integration, Light Difference Method (LDR), change in voltage

**Pengukuran Sedimen Suspensi Sungai  
dengan Metode Intensitas Cahaya  
dalam Upaya Optimalisasi Umur Guna Waduk Batujai**

**Yusron Saadi\*), Supriono\*\*), dan Hartana\*)**

\*)Staf Pengajar Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Mataram  
)Staf Pengajar Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Mataram

Jl. Majapahit 62 Mataram 83125, Telp. (0370)636126, Fax. 636126  
Alamat Korespondensi : yoessaadi@yahoo.co.uk

---

**RINGKASAN**

Akibat laju sedimentasi yang tinggi, umur guna waduk Batujai tidak sesuai dengan yang direncanakan sehingga fungsinya mulai berkurang. Untuk itu perlu dilakukan usaha yang menjamin keberlangsungan fungsi dan manfaat waduk. Hal yang mendesak untuk dilakukan adalah melakukan monitoring dan evaluasi terhadap laju angkutan sedimen suspensi sungai sebagai penyumbang terbesar dalam sedimentasi waduk. Metode pengukuran kandungan sedimen suspensi sungai yang lazim dilakukan hingga saat ini adalah pengambilan sampel sedimen suspensi berdasarkan integrasi kedalaman, sehingga tidak semua titik kedalaman diketahui kandungan sedimennya. Untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat diperlukan pengukuran yang dapat mengukur kandungan sedimen suspensi pada seluruh titik kedalaman mulai dari dasar hingga permukaan air.

Dalam penelitian ini metode yang dikembangkan untuk digunakan adalah metode intensitas cahaya, yaitu melewatkan cahaya secara vertikal pada aliran sungai. Intensitas cahaya diukur dengan LDR (*light difference resistance*) yang diletakkan didasar sungai. Sinyal dari LDR dialirkan melalui *interface* yang memungkinkan komputer membaca dan mendapatkan tegangan sesuai dengan posisi LDR didalam air.

Hasil ujicoba menunjukkan bahwa LDR memberikan hasil yang relatif konsisten untuk kondisi air tanpa kandungan sedimen. Dengan daya lampu sebesar 50 watt, LDR masih berfungsi baik pada bak ukur sedimen dengan kandungan sebesar 12,732 gr/ltr dimana terjadi *trend* penurunan tegangan bila dibandingkan dengan pengukuran pada air dengan kandungan sedimen yang lebih rendah atau

tanpa kandungan sedimen. Dari kondisi tanpa sedimen ke kondisi dengan kandungan sedimen sebesar 6,366 gr/ltr dan 12,732 gr/ltr terjadi penurunan tegangan rata-rata untuk semua kedalaman yang ditinjau, yaitu masing-masing sebesar 3 % dan 14 %. Ini menunjukkan adanya pengaruh sedimen yang tersuspensi antara lampu diatas permukaan air dengan LDR yang berada didasar bak ukur sedimen. Inkonsistensi perubahan tegangan yang ditemukan pada kondisi air dimana kandungan sedimennya lebih tinggi, misalnya 19,099 gr/ltr bisa diatasi dengan meningkatkan daya lampu sehingga akurasi pembacaan tegangan sesuai dengan kandungan sedimen dan posisi LDR didalam air dapat ditingkatkan.

Kata kunci : Sedimentasi waduk, integrasi kedalaman, Light Difference Method (LDR), perubahan tegangan

## KATA PENGANTAR

Puji syukur senantiasa dipanjatkan ke hadirat Allah SWT yang selalu melimpahkan rahmah dan hidayahNya, sehingga penyusunan Laporan Penelitian Hibah Strategis Nasional **Pengukuran Sedimen Suspensi Sungai dengan Metode Intensitas Cahaya dalam Upaya Optimalisasi Umur Guna Waduk Batujai** dapat dilaksanakan sesuai dengan waktu yang ditentukan.

Laporan penelitian ini terdiri dari 5 bab, yaitu Bab 1 yang berisi uraian tentang latar belakang masalah beserta tujuan dan manfaat penelitian. Studi Pustaka mengenai konsep angkutan sedimen suspensi di sungai dan metode pengukuran intensitas cahaya diuraikan pada Bab 2, sedangkan metode penelitian yang meliputi pembuatan alat ukur dan kalibrasi, termasuk cara pengambilan data lapangan serta metode analisis disajikan pada Bab 3. Hasil penelitian dan pembahasan diuraikan pada Bab 4 dan kesimpulan yang diperoleh beserta saran untuk pengembangan penelitian disajikan dalam Bab 5.

Akhirnya tim peneliti mengucapkan terima kasih kepada semua pihak, baik instansi maupun perorangan yang telah memberikan bantuan dan saran dalam pelaksanaan penelitian ini. Disadari bahwa penelitian dan laporan hasil penelitian ini masih mengandung banyak kekurangan. Untuk itu segala kritik dan saran untuk penyempurnaannya sangat diharapkan. Akhirnya semoga penelitian ini dapat bermanfaat, khususnya untuk perkembangan metode pengukuran sedimen.

Mataram, Desember 2009

Peneliti

# DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Halaman Pengesahan	ii
Summary	iii
Ringkasan	iv
Kata Pengantar	v
Daftar Isi	vi
Daftar Gambar	viii
Daftar Lampiran	x
<b>BAB 1. PENDAHULUAN</b>	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Tujuan Khusus	2
1.3. Urgensi Penelitian	3
<b>BAB 2. STUDI PUSTAKA</b>	<b>6</b>
2.1. Konsep Kontinuitas Sedimen	6
2.2. Aliran Sungai dan Aliran Masuk ( <i>Inflow</i> ) Waduk	8
2.3. Debit Aliran Sungai dan Angkutan Sedimen Terapung	9
2.4. Sedimentasi Waduk	10
2.5. Metode Intensitas Cahaya	12
<b>BAB 3. METODE PENELITIAN</b>	<b>14</b>
3.1. Pembuatan dan Kalibrasi Alat	14
3.1.1. Pembuatan Alat Ukur Sedimen	14
3.1.2. Kalibrasi Alat	16
3.2. Rencana Pengukuran di Lapangan dan Analisis Data	17
3.2.1. Pengambilan Data Primer	17
3.2.2. Metode Analisis	20
<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	<b>21</b>
4.1. Kinerja Alat	21
4.2. Hasil Pengukuran	22
4.2.1. Kondisi Air Jernih (Tanpa Sedimen)	22
4.2.2. Kondisi Air Keruh I (Kandungan Sedimen 6,366 gr/ltr)	24
4.2.3. Kondisi Air Keruh II (Kandungan Sedimen 12,732 gr/ltr)	25

# DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Halaman Pengesahan	ii
Summary	iii
Ringkasan	iv
Kata Pengantar	v
Daftar Isi	vi
Daftar Gambar	viii
Daftar Lampiran	x
<b>BAB 1. PENDAHULUAN</b>	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Tujuan Khusus	2
1.3. Urgensi Penelitian	3
<b>BAB 2. STUDI PUSTAKA</b>	<b>6</b>
2.1. Konsep Kontinuitas Sedimen	6
2.2. Aliran Sungai dan Aliran Masuk ( <i>Inflow</i> ) Waduk	8
2.3. Debit Aliran Sungai dan Angkutan Sedimen Terapung	9
2.4. Sedimentasi Waduk	10
2.5. Metode Intensitas Cahaya	12
<b>BAB 3. METODE PENELITIAN</b>	<b>14</b>
3.1. Pembuatan dan Kalibrasi Alat	14
3.1.1. Pembuatan Alat Ukur Sedimen	14
3.1.2. Kalibrasi Alat	16
3.2. Rencana Pengukuran di Lapangan dan Analisis Data	17
3.2.1. Pengambilan Data Primer	17
3.2.2. Metode Analisis	20
<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	<b>21</b>
4.1. Kinerja Alat	21
4.2. Hasil Pengukuran	22
4.2.1. Kondisi Air Jernih (Tanpa Sedimen)	22
4.2.2. Kondisi Air Keruh I (Kandungan Sedimen 6,366 gr/ltr)	24
4.2.3. Kondisi Air Keruh II (Kandungan Sedimen 12,732 gr/ltr)	25



4.2.4. Kondisi Air Keruh III (Kandungan Sedimen 19,099 gr/ltr)	26
4.3. Aplikasi LDR di Lapangan	31
<b>BAB 5. PENUTUP</b>	<b>34</b>
5.1. Kesimpulan	34
5.2. Saran	35
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	<b>36</b>
<b>LAMPIRAN</b>	

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Deposisi sedimen di hulu jembatan sungai Jama' (Saadi, 2008b)	7
Gambar 2.2. Skematisasi Model NRECA	9
Gambar 3.1. Rancangan alat ukur kandungan sedimen suspensi dengan menggunakan intensitas cahaya	14
Gambar 3.2. Rangkaian LDR yang Diletakkan di Dasar Alat Ukur	15
Gambar 3.3. Rangkaian Interface dari LDR ke komputer	16
Gambar 3.4. Alat ukur kecepatan aliran Valeport Model 001	18
Gambar 4.1. Contoh Tampilan Hasil Pengukuran Sedimen Suspensi	22
Gambar 4.2. Grafik Tegangan pada Kondisi Air Jernih (tanpa sedimen)	23
Gambar 4.3. Grafik Tegangan pada Kondisi Konsentrasi Sedimen Suspensi 1 kg dalam 157 liter air (6,366 gr/ltr)	24
Gambar 4.4. Grafik Tegangan pada Kondisi Konsentrasi Sedimen Suspensi 2 kg dalam 157 liter air (12,732 gr/ltr)	25
Gambar 4.5. Grafik Tegangan pada Kondisi Konsentrasi Sedimen Suspensi 3 kg dalam 157 liter air (19,099 gr/ltr)	26
Gambar 4.6. Grafik Tegangan pada Berbagai Kondisi Konsentrasi Sedimen Suspensi	27
Gambar 4.7. Sebaran Pembacaan Tegangan pada Kondisi Konsentrasi Sedimen Suspensi 3 kg dalam 157 liter air (19,099 gr/ltr)	29
Gambar 4.8. Grafik Tegangan pada Pengujian 4, Kondisi Konsentrasi Sedimen Suspensi 3 kg dalam 157 liter air (19,099 gr/liter)	30
Gambar 4.9. Grafik Tegangan pada Pengujian 5, Kondisi Konsentrasi Sedimen Suspensi 3 kg dalam 157 liter air (19,099 gr/liter)	30
Gambar 4.10. Alat Ukur Sedimen Suspensi dan Bak Ukur Setinggi 3,5 m	31
Gambar 4.11. Tipikal Kondisi Aliran Sungai Saat Musim Kemarau	32
Gambar 4.12. Aliran yang Relatif Dalam di Palung Sungai (Kecepatan Rendah Karena Air Terperangkap)	33

## DAFTAR TABEL

Tabel 4.1.	Hasil Pengukuran pada Kondisi Air Jernih (Sedimen Suspensi = 0 kg)	23
Tabel 4.2.	Hasil Pengukuran pada Kondisi Air Keruh I (Sedimen Suspensi = 1 kg)	24
Tabel 4.3.	Hasil Pengukuran pada Kondisi Air Keruh II (Sedimen Suspensi = 2 kg)	25
Tabel 4.4.	Hasil Pengukuran pada Kondisi Air Keruh III (Sedimen Suspensi = 3 kg)	26
Tabel 4.5.	Nilai Tegangan Rata-rata pada Berbagai Kondisi Konsentrasi Sedimen Suspensi	27

## DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. Data Hasil Pengujian
- Lampiran 2. Sebaran Pembacaan Tegangan pada Berbagai Kondisi
- Lampiran 3. Dokumentasi Peralatan Penelitian

# BAB I. PENDAHULUAN

## 1.1. Latar Belakang

Peraturan Pemerintah Republik Indonesia nomer 35 tahun 1991 tentang Sungai dalam bab III pasal 7 ayat 2 menyebutkan bahwa “sungai harus dilindungi dan dijaga kelestariannya, ditingkatkan fungsi dan kemanfaatannya, dan dikendalikan daya rusaknya terhadap lingkungan” (Anonim, 1991). Lebih lanjut disebutkan dalam pasal 51 ayat 1 UU nomer 7 tahun 2004 tentang Sumber Daya Air (SDA) bahwa yang dimaksud dengan daya rusak air tidak hanya banjir tapi antara lain juga berupa erosi dan sedimentasi (Anonim, 2004). Untuk itu diperlukan usaha-usaha konservasi, yaitu upaya memelihara keberadaan, serta keberlanjutan keadaan, sifat, dan fungsi SDA agar senantiasa tersedia dalam kuantitas dan kualitas yang memadai untuk memenuhi kebutuhan makhluk hidup baik pada waktu sekarang maupun yang akan datang. Tidak bisa dipungkiri bahwa telah terjadi penurunan kuantitas air dan berkurangnya ketersediaan air ini dibarengi oleh penurunan kualitas air. Praktik *illegal logging* telah menyebabkan degradasi daya dukung daerah aliran sungai (DAS) dibagian hulu sehingga kemampuan DAS untuk menyimpan air berkurang. Hal ini menyebabkan besaran dan frekwensi banjir semakin meningkat, begitu juga sedimentasi dan pendangkalan disungai dan waduk.

Provinsi NTB sebagai salah satu dari lima provinsi penyandang pangan nasional memiliki delapan waduk yang tersebar di pulau Lombok dan pulau Sumbawa. Salah satu dari waduk yang berperan sangat besar dalam menjaga ketahanan pangan adalah waduk Batujai. Waduk ini secara administratif terletak di Desa Batujai Kecamatan Praya Barat Kabupaten Lombok Tengah Provinsi Nusa Tenggara Barat. Sungai utama yang mengalir ke Waduk Batujai adalah sungai Triwubare, sungai Leneng dan sungai Srigangga.

Waduk Batujai mempunyai manfaat yang sangat besar dan peranan yang strategis bagi kesejahteraan masyarakat, yaitu sebagai penyedia air irigasi (pariboga) dengan daerah layanan irigasi seluas 3.350 ha, pengendalian banjir (paritirta), pembangkit listrik mikrohidro 150 KW dan perikanan. Dalam upaya menjamin keberlangsungan fungsi dan nilai manfaat waduk Batujai, informasi mengenai sedimentasi waduk sangat diperlukan,

sehingga dapat diambil langkah-langkah yang harus dilakukan dalam optimalisasi waduk agar dapat beroperasi sesuai dengan kondisi perencanaan.

Metode yang lazim dipakai untuk mengetahui laju angkutan sedimen sungai adalah dengan metode konvensional, yaitu berupa penjajakan air dan pengukuran sedimen suspensi dengan peralatan yang sederhana. Walaupun cara ini telah diterima secara luas termasuk menjadi standar nasional (SNI 03-3414-1994) namun masih memiliki keterbatasan berupa hasil pengamatan yang kurang representatif karena pengukuran tidak bisa mewakili semua titik kedalaman air. Untuk itu diperlukan cara pengukuran yang dapat mengatasi kelemahan tersebut, yaitu dengan metode intensitas cahaya. Kelebihan metode ini adalah **dapat mengukur kandungan sedimen suspensi pada seluruh kedalaman air** sehingga hasil pengukuran lebih akurat.

## 1.2. Tujuan Khusus

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menciptakan suatu produk berupa alat pengukuran kandungan sedimen suspensi sungai. Alat ini diharapkan dapat digunakan sebagai instrumen pengukur laju angkutan sedimen yang ditimbulkan oleh sungai-sungai dengan kondisi daerah aliran sungai (DAS) yang sangat peka terhadap perubahan karena pemanfaatan lahan yang berubah dengan cepat.

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 penanganan masalah serupa pada sungai atau lokasi pengamatan ditempat lain.

Adapun tujuan khusus penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mendesain alat ukur kekeruhan air yang lebih akurat dengan metode intensitas cahaya
2. Mengetahui kandungan sedimen yang terangkut melalui sungai-sungai utama di daerah tangkapan waduk Batujai, yaitu sungai Triwubare, Leneng dan Srigangga
3. Mengetahui kontribusi setiap sungai dalam DAS terhadap laju pengendapan (sedimentasi) waduk Batujai

### 1.3. Urgensi Penelitian

Peraturan Pemerintah Republik Indonesia nomer 35 tahun 1991 tentang Sungai dalam bab III pasal 7 ayat 2 menyebutkan bahwa “sungai harus dilindungi dan dijaga kelestariannya, ditingkatkan fungsi dan kemanfaatannya, dan dikendalikan daya rusaknya terhadap lingkungan” (Anonim, 1991). Lebih lanjut disebutkan dalam pasal 51 ayat 1 UU nomer 7 tahun 2004 tentang Sumber Daya Air (SDA) bahwa yang dimaksud dengan daya rusak air tidak hanya banjir tapi juga berupa erosi dan sedimentasi (Anonim, 2004). Mengacu pada peraturan dan undang-undang tersebut, maka untuk mengendalikan daya rusak pada sungai diperlukan langkah konkret tidak hanya terfokus pada sungai, tapi juga pada daerah tangkapannya.

Tidak terkendalinya polustarian daerah tangkapan sungai berakibat pada peningkatan laju sedimentasi akibat erosi lahan yang semakin meningkat. Umumnya erosi lahan ini akan mengalir menuju alur-alur sungai yang akan berusaha mengangkut sedimen kearah hilir dan bila terdapat waduk atau bendungan maka akan terjadi proses pendangkalan yang dapat berakibat pada berkurangnya umur efektif waduk. Agar modal besar yang sudah diinvestasikan untuk pembangunan waduk tidak sia-sia diperlukan perencanaan meliputi pertimbangan sedimentasi waduk untuk menetapkan apakah usia manfaat bendungan yang direncanakan cukup untuk menjamin pembangunannya. Hal ini penting karena semua waduk di Provinsi NTB mempunyai fungsi utama sebagai penyedia air irigasi. Laju pengendapan yang tinggi akan memperpendek usia manfaat waduk sehingga pembangunannya tidak sesuai dengan umur fungsinya dan daerah irigasi menjadi terancam pasokan airnya. Hal ini akan berdampak langsung terhadap kesinambungan ketahanan pangan.

Kebutuhan air baku semakin meningkat sesuai dengan rencana umum tata ruang wilayah (RUTRW) terutama di sekitar waduk Batujai. Hal ini ditandai dengan akan direncanakan beroperasinya Bandara Internasional Lombok (BIL) pada tahun 2010 dan pengembangan kawasan wisata Lombok bagian selatan oleh LTDC (*Lombok Tourism Development Corporation*). Keberadaan waduk Batujai sangat strategis karena merupakan sumber air yang terdekat dan telah direncanakan oleh Pemerintah Daerah Propinsi NTB sebagai sumber air baku untuk melayani kawasan pembangunan tersebut.

Hal ini menggarisbawahi pentingnya usaha pelestarian dan kesinambungan fungsi waduk Batujai.

Hasil penelitian terhadap waduk Batujai (Saadi, 1993) menyebutkan bahwa dengan nilai efisiensi tangkapan (*trap efficiency*) waduk Batujai sebesar 94% menyebabkan pengurangan umur rencana waduk tersebut dari 50 tahun menjadi 45 tahun. Pengurangan umur sebesar 5 tahun menunjukkan bahwa diperlukan penanganan masalah sedimentasi sehingga diharapkan umur guna waduk yang direncanakan tidak mengalami pengurangan yang signifikan. Namun demikian selama lebih dari 10 tahun terakhir sedimentasi masih merupakan persoalan yang kurang mendapat perhatian dari pihak yang berwenang. Hal ini dibuktikan dalam studi lanjutan oleh Saadi (2007) yang menunjukkan bahwa telah terjadi peningkatan laju angkutan sedimen pada sungai-sungai utama yang mengalir ke waduk Batujai. Diperkirakan bahwa volume sedimen yang sudah terendap sampai dengan tahun 2007 atau 25 tahun umur operasi waduk, yaitu sebesar 3.95 juta m<sup>3</sup>. Berdasarkan angka ini maka diperkirakan bahwa umur rencana waduk Batujai mengalami pengurangan sebesar 30%. Indikatornya adalah perubahan lengkung aliran-sedimen sungai yang semakin ekstrim. Hal ini mengakibatkan pengurangan umur guna waduk yang semakin cepat dari hasil penelitian yang dilakukan sebelumnya (Saadi, 1993).

Metode pengukuran sedimen di sungai yang dilakukan sampai saat ini adalah pengambilan sampel sedimen berdasarkan integrasi kedalaman, sehingga tidak semua titik kedalaman air dapat diketahui kandungan sedimennya. Untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat diperlukan pengukuran yang dapat mengukur kandungan sedimen suspensi pada seluruh titik kedalaman air. Metode yang akan digunakan adalah metode intensitas cahaya yang dilakukan dengan melewatkan cahaya secara vertikal pada aliran sungai. Intensitas cahaya tersebut diukur dengan alat LDR (*light difference resistance*) yang diletakkan di dasar sungai. Berdasarkan hasil pengukuran intensitas cahaya pada LDR dapat diketahui kandungan sedimen suspensi pada seluruh kedalaman air. Metode intensitas cahaya dikembangkan berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan oleh Supriono (2008) yang menemukan bahwa intensitas cahaya dari beberapa lampu TL (*tube lamp*) yang identik (tidak dapat dibedakan secara kasat mata kecerahannya), dapat diukur perbedaan intensitas cahayanya dengan menggunakan LDR.



Apabila penelitian ini dapat dilaksanakan, maka hasilnya akan sangat berguna dengan diperolehnya alat ukur kandungan sedimen suspensi dengan metode baru yang lebih baik dari alat ukur yang sudah ada. Selain itu penelitian ini nantinya akan menghasilkan manfaat bagi pemerintah dan *stakeholders* yaitu sebagai dasar untuk melakukan tindakan yang diperlukan agar pendangkalan waduk dapat diminimalisir dan umur guna waduk dapat dioptimalkan.

## BAB II. STUDI PUSTAKA

### 2.1. Konsep Kontinuitas Sedimen

Jumlah material sedimen yang terangkut, tergerus dan terendapkan pada 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. 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 ke dalam ruas dikurangi jumlah sedimen yang keluar dari ujung sebelah hilir ruas sama dengan jumlah sedimen yang disimpan (*store*) pada ruas tersebut. Sedimen yang masuk ke dalam ruas dapat berupa sedimen yang masuk melalui ruas penampang di bagian hulu ruas ditambah masukan dari samping ruas 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 (Gambar 2.1).



Gambar 2.1. Deposisi sedimen di hulu jembatan sungai Jama' (Saadi, 2008b)

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. Aliran Sungai dan Aliran Masuk (*Inflow*) Waduk

Tersedianya data aliran sungai dalam jangka panjang memungkinkan penentuan jumlah aliran yang masuk ke waduk menjadi lebih akurat. Bila data pengamatan jangka panjang tidak ada perlu dilakukan analisis ketersediaan air dengan cara rasional maupun dengan model hujan-limpasan (*rainfall-run off*). Salah satu metode perhitungan aliran andalan (ketersediaan air) adalah dengan menggunakan model hidrologi untuk mensimulasikan hujan-limpasan. Model yang direkomendasikan oleh Puslitbang Pengairan adalah Model NRECA, karena memberikan hasil yang cukup handal.

Secara umum persamaan dasar dari model NRECA dirumuskan sebagai berikut :

$$Q = P - E + S \dots \dots \dots (1)$$

dengan :

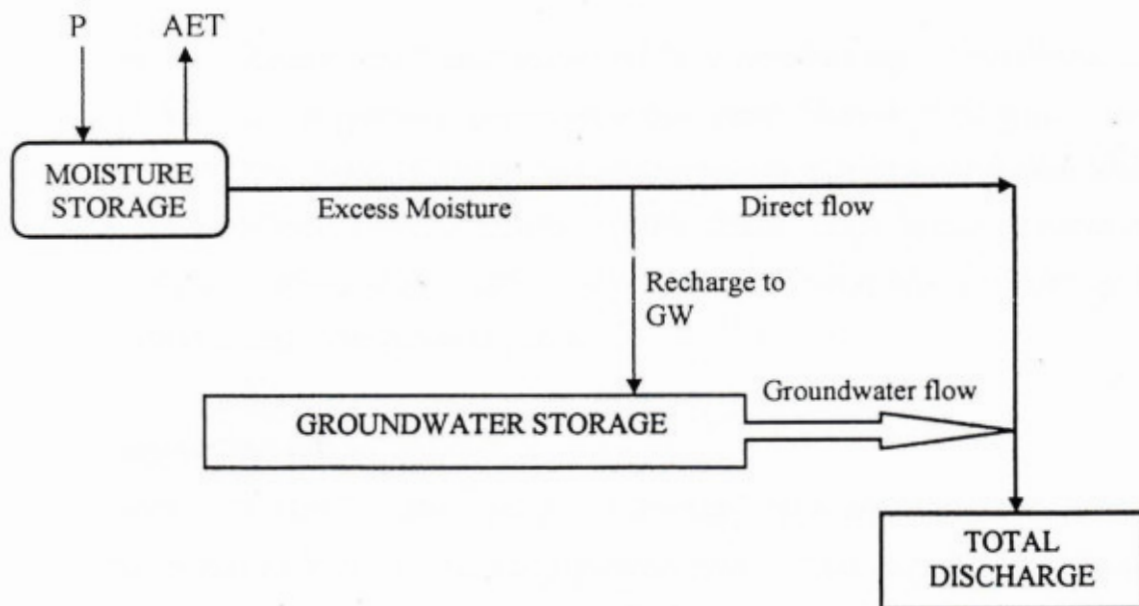
Q = limpasan (mm)

P = hujan rata-rata DAS (mm)

E = Evapotranspirasi aktual (mm)

S = perubahan kandungan (simpanan air dalam tanah) (mm)

Persamaan keseimbangan air diatas merupakan dasar dari model NRECA untuk suatu daerah aliran sungai pada setiap langkah waktu, dimana hujan, evapotranspirasi aktual dan limpasan adalah volume yang masuk kedalam dan keluar pada suatu DAS untuk setiap langkah waktu tertentu. Dalam model NRECA terdapat dua tampungan yaitu tampungan kelengasan (*moisture storage*) dan tampungan air tanah (*groundwater storage*). Tampungan kelengasan ditentukan oleh hujan dan aktual evapotranspirasi. Tampungan air tanah ditentukan oleh kelebihan kelengasan (*excess moisture*). Secara skematis diagram dari model NRECA dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2. Skematisasi Model NRECA

### 2.3. Debit Aliran Sungai dan Angkutan Sedimen Terapung

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 :

$$Q_s = aQ_w^b \dots\dots\dots(2)$$

dengan :

$Q_s$  = angkutan sedimen terapung (gr/lt)

$Q_w$  = debit aliran sungai ( $m^3/det$ )

$a$  = koefisien

$b$  = eksponen

Agar diperoleh hubungan yang akurat antara angkutan sedimen terapung dan aliran sungai maka dibutuhkan analisis numerik. Analisis numerik dilakukan untuk mengolah suatu seri data yang akan diwujudkan dalam sebuah persamaan matematis (persamaan lengkung aliran-sedimen). 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.

#### 2.4. Sedimentasi Waduk

Proses sedimentasi waduk sangat dipengaruhi oleh karakteristik sedimen, diantaranya ukuran butir, berat jenis, dan kecepatan jatuh. Dalam memperkirakan umur waduk, perhitungan berat sedimen yang masuk dalam waduk harus dikonversikan ke volume. Dalam hal ini massa kering per satuan volume dari sedimen perlu dihitung. Berat jenis sedimen terendap ( $\rho_b$ ) dapat diketahui dari contoh sedimen yang berasal dari waduk. Sedimen yang mengendap dengan komposisi terdiri dari lanau dan pasir memiliki berat jenis yang lebih besar bila dibandingkan dengan komposisi dimana kandungan lempung lebih dominan (Strand dan Pemberton, 1982).

Nilai  $\rho_b$  dapat diperkirakan dengan menggunakan persamaan yang diberikan oleh Lara dan Pemberton (1982) sebagai berikut :

$$\rho_b = \rho_{bc} P_c + \rho_{bm} P_m + \rho_{bs} P_s \dots \dots \dots (3)$$

dengan :

$\rho_b$  = berat jenis sedimen ( $\text{kg/m}^3$ )

$\rho_{bc}, \rho_{bm}, \rho_{bs}$  = koefisien berat jenis untuk lempung, lanau dan pasir

$P_c, P_m, P_s$  = prosentase lempung, lanau dan pasir dalam sedimen terendap

Deposisi sedimen di waduk tidak hanya berpengaruh terhadap kualitas air tapi mengurangi kapasitas tampungan waduk. Mahmood (1987) dan Sloff (1997) menyebutkan bahwa akumulasi sedimen diperkirakan telah mengurangi kapasitas reservoir diseluruh dunia sebesar 1 % pertahun (Toniolo et al, 2007). Penelitian terhadap sedimentasi waduk Mrica di Jawa Tengah oleh Soewarno dan Syariman (2008) menunjukkan bahwa dalam kurun waktu 15 tahun sejak operasi tampungan efektif waduk Mrica telah berkurang menjadi 62.1 % dari kapasitas aslinya. Dengan laju

sedimentasi yang sekarang, diperkirakan bahwa umur efektif waduk akan berkurang 19 tahun. Fenomena ini menunjukkan bahwa laju angkutan sedimen jauh lebih tinggi dari perkiraan awal dimana data lapangan mendukung terjadinya ancaman pendangkalan waduk yang sangat serius.

Penelitian sedimentasi waduk juga dilakukan oleh Saadi (1993) yang mengamati laju angkutan sedimen sungai-sungai utama yang mengalir ke waduk Batujai dan pengaruhnya terhadap laju pendangkalan waduk. Hasil penelitian menyimpulkan bahwa dengan nilai efisiensi tangkapan (*trap efficiency*) waduk Batujai sebesar 94% menyebabkan pengurangan umur rencana waduk tersebut dari 50 tahun menjadi 45 tahun. Kesimpulan ini diperoleh berdasarkan hasil pengamatan terhadap lengkung aliran sedimen sungai-sungai yang masuk ke waduk Batujai. Pengurangan umur sebesar 5 tahun menunjukkan bahwa diperlukan penanganan sedimentasi pada sungai yang merupakan kontributor utama sedimentasi waduk, sehingga diharapkan umur guna waduk yang direncanakan dapat dicapai. Sedimentasi juga menyebabkan elevasi dasar waduk naik, sehingga kapasitas tampungan waduk berkurang. Dengan kapasitas bangunan pelimpah yang terbatas, maka peningkatan debit sungai akan menimbulkan arus balik (*backwater curve*) yang mengakibatkan terjadinya banjir pada kawasan permukiman di sekitar waduk Batujai.

Studi lanjutan oleh Saadi (2007) menunjukkan bahwa telah terjadi peningkatan laju angkutan sedimen pada sungai-sungai utama yang mengalir ke waduk Batujai. Ini ditunjukkan oleh perkiraan volume sedimen yang sudah terendap sampai dengan tahun 2007 atau 25 tahun umur operasi waduk, yaitu sebesar 3,95 juta m<sup>3</sup>. Volume sedimen selama umur operasi waduk dihitung berdasarkan berat jenis rata-rata sedimen yang terendap selama tahun operasi. Berdasarkan angka ini maka diperkirakan bahwa umur rencana waduk Batujai mengalami pengurangan sebesar 30%. Indikatornya adalah perubahan lengkung aliran-sedimen sungai yang semakin ekstrim. Perubahan lengkung aliran-sedimen ini tidak terlepas dari terjadinya degradasi DAS dan perubahan tata guna lahan (*land use*) yang sangat cepat didaerah tangkapan sungai. Hasil penelitian Saadi (2007) menunjukkan bahwa proses sedimentasi terus berlangsung bahkan lebih cepat dari perhitungan sebelumnya (Saadi, 1993) sehingga mengakibatkan pengurangan umur guna waduk yang semakin signifikan seperti yang dialami oleh waduk Mrica.

## 2.5. Metode Intensitas Cahaya

Tamazouzt dkk (2000), meneliti pengaruh intensitas cahaya terhadap perkembangan *perch larvae* (*Perca fluviatilis* L.) menggunakan lampu halogen. Intensitas cahaya yang digunakan adalah 250 lx, 400 lx dan 800 lx selain intensitas cahaya, warna dinding tangki juga divariasikan dengan warna hitam, abu-abu gelap, abu-abu terang serta putih. Pengaturan intensitas cahaya dilakukan dengan mengatur jarak antara lampu halogen dengan permukaan air. Perkembangan *perch larvae* yang paling baik adalah dengan intensitas cahaya lampu halogen sebesar 250 lx dengan warna dinding tangki abu-abu terang. Penelitian ini menunjukkan bahwa cahaya lampu halogen dapat menembus air sampai ke dasar tangki.

Menurut Masjudin dan Supriono (2008), intensitas cahaya yang lebih tinggi dihasilkan oleh lampu yang menggunakan susunan LED Super Bright secara paralel yang menghasilkan intensitas cahaya sebesar 2,4 lx pada daya 2,1 W. Sementara lampu Philips Genic menghasilkan intensitas cahaya sebesar 1,9 lx pada daya 5 W. Jika dilihat dengan kasat mata pada siang hari seolah-olah lampu Philips Genie lebih terang (intensitas cahaya lebih tinggi) tetapi jika diukur dengan luxmeter intensitas cahaya dari susunan LED Super Bright lebih tinggi. Alat ukur intensitas cahaya (luxmeter) memiliki keterbatasan yaitu hanya dapat dipergunakan pada tempat yang kering atau bebas dari air. Penelitian yang akan dilakukan ditujukan untuk mengembangkan alat ukur intensitas cahaya yang dapat dipergunakan dalam air sehingga dapat dipergunakan untuk mengukur kandungan sedimen dalam air.

Supriono (2008), mengukur perbedaan intensitas cahaya lampu TL yang dinyalakan secara *switching* dengan lampu TL yang dinyalakan menggunakan trafo ballast elektromagnetik. Intensitas cahaya kedua lampu TL tidak dapat dibedakan dengan kasat mata tetapi dapat dibedakan dengan menggunakan LDR. Perbedaan intensitas cahaya ditandai dengan perubahan nilai resistansi dari LDR, yaitu nilai resistansi LDR akan mengecil jika intensitas cahaya makin tinggi. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa penyalaan lampu TL dengan *switching* menghasilkan intensitas cahaya yang lebih tinggi dengan nilai resistansi LDR 2000  $\Omega$ , sedangkan penyalaan lampu TL dengan trafo ballast elektromagnetik menghasilkan nilai resistansi LDR sebesar 2200  $\Omega$ . Keunggulan



pengukuran intensitas cahaya dengan menggunakan LDR adalah dapat dipergunakan pada seluruh kedalaman air, sehingga jumlah sedimen yang terlarut dari permukaan air sampai dasarnya dapat diketahui. Hal ini dilakukan dengan mengkonversikan intensitas cahaya yang tercatat pada LDR di dasar sungai menjadi kandungan sedimen.

Jenis lampu yang dipergunakan untuk memancarkan cahaya pada rangkaian LDR adalah jenis lampu halogen karena memiliki daya tembus yang tinggi sehingga cahaya yang dihasilkan sampai ke dasar sungai. Intensitas cahaya lampu halogen pada dasar sungai disensor dengan menggunakan LDR. Sifat dari LDR adalah nilai resistansinya berubah bila terkena cahaya. Semakin tinggi intensitas cahaya yang mengenai LDR maka nilai resistansinya semakin mengecil. Sensor cahaya ini disusun membentuk jembatan Wheatstone karena lebih mudah mengolah dan mengukur tegangan daripada mengukur dan mengolah resistansi. Dalam hal ini jembatan Wheatstone berfungsi mengubah resistansi dari LDR menjadi tegangan.

Pengukuran dengan menggunakan tegangan memiliki keunggulan yaitu mudah diukur, diolah dan jika terkena *noise* lebih mudah untuk dihilangkan. Pengukuran resistansi memiliki kelemahan yaitu sulit diolah, adanya pengaruh kabel resistansi yang dipergunakan dan sifat korosif sambungan terminal terutama karena dipergunakan dalam air. Hal ini mengakibatkan hasil pengukuran tidak akurat karena bertambahnya nilai resistansi dari LDR sampai ke komputer sebagai alat pencatat data.

Tegangan keluaran jembatan Wheatstone tidak dapat diolah secara langsung oleh komputer tanpa bantuan *interface*. Fungsi interface yang lain adalah sebagai kalibrasi nol sebelum alat dipergunakan. Penggunaan komputer disamping sebagai alat pencatat data runtun waktu (*time series*) juga sebagai alat perekam dan pengolah data pengukuran kandungan sedimen.

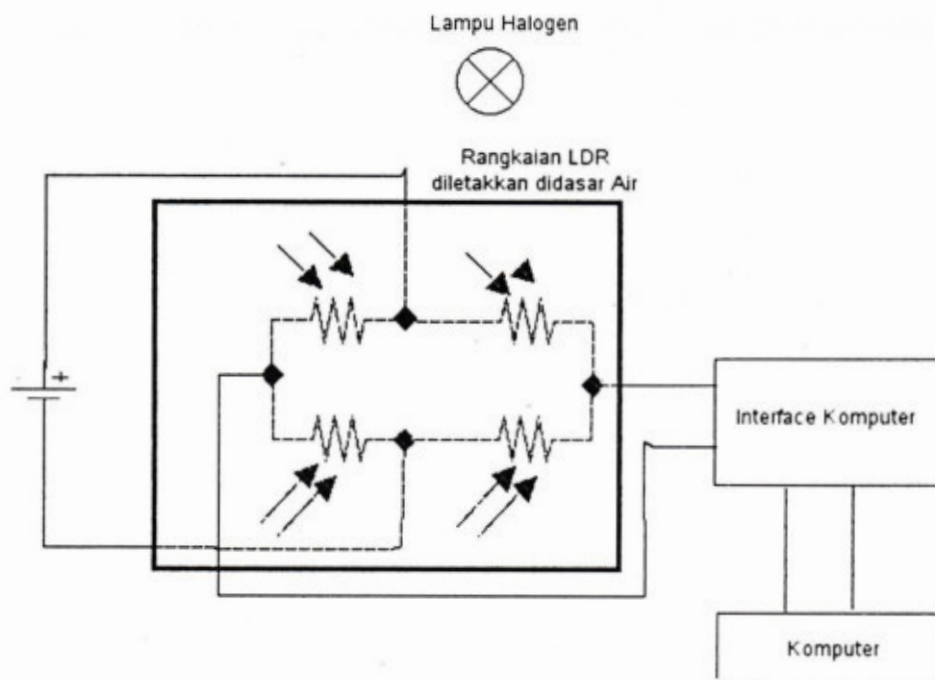
## BAB III. METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan dalam dua tahap, yaitu tahap pertama pembuatan alat dan kalibrasinya, sedangkan pada tahap kedua dilakukan pengukuran dilapangan dan analisis data yang diperoleh.

### 3.1. Pembuatan dan Kalibrasi Alat

#### 3.1.1. Pembuatan Alat Ukur Sedimen

Lampu jenis halogen yang diletakkan pada permukaan air dipergunakan untuk menyinari rangkaian LDR yang diletakkan pada dasar tangki air (bak ukur kalibrasi). LDR yang dipergunakan untuk mengukur intensitas cahaya pada dasar tangki air disusun membentuk jembatan Wheatstone. *Interface* diperlukan sebagai penghubung LDR dengan komputer dan sebagai kalibrasi tegangan dari rangkaian LDR ke komputer. Hasil pembacaan intensitas cahaya pada LDR dikonversikan pada komputer menjadi pembacaan kandungan sedimen suspensi dalam air yang dinyatakan dalam satuan gr/lit. Gambar 3.1 memperlihatkan metode pengukuran sedimen dengan menggunakan intensitas cahaya.

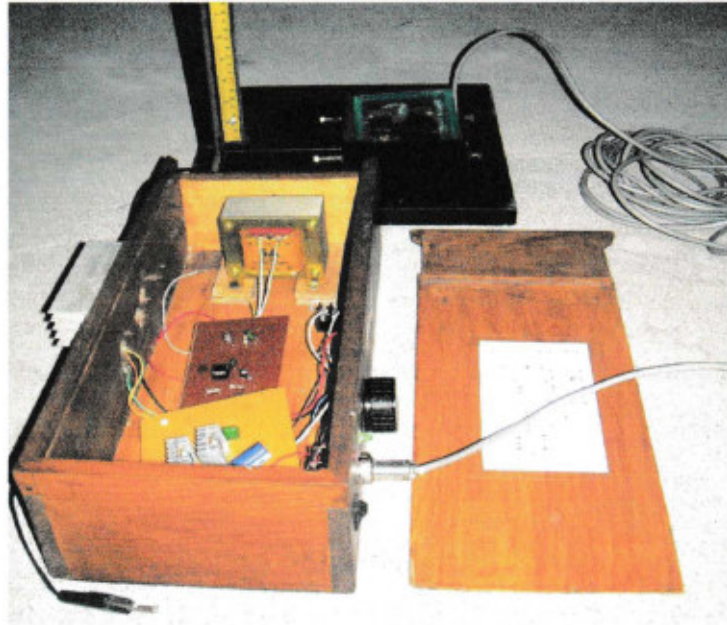


Gambar 3.1. Rancangan alat ukur kandungan sedimen suspensi dengan menggunakan intensitas cahaya



Gambar 3.2. Rangkaian LDR yang Diletakkan di Dasar Alat Ukur

Rangkaian LDR pada Gambar 3.2 dimasukkan ke dalam air dan tidak boleh ada bocoran air yang masuk ke dalam media kaca LDR. Untuk itu media kaca LDR harus dibuat kedap air. Persyaratan lainnya adalah cahaya yang mengenai rangkaian LDR tidak boleh terbias terlalu jauh sehingga tidak fokus mengenai LDR. Apabila cahaya terbias terlalu jauh akan mempengaruhi harga pengukuran intensitas cahaya. Untuk menghindari hal ini peralatan dirancang dan dibuat agar cahaya selalu tegak lurus terhadap LDR.



Gambar 3.3. Rangkaian Interface dari LDR ke komputer

Karena tegangan yang dihasilkan oleh LDR tidak dapat diterima dan terbaca oleh komputer, maka tegangan tersebut perlu disesuaikan menggunakan *hardware* berupa rangkaian interface seperti diperlihatkan pada Gambar 3.3. Rangkaian interface dirancang agar tegangan yang masuk ke komputer kurang dari 1 Volt.

### 3.1.2. Kalibrasi Alat.

Untuk mengkonversi tegangan dari rangkaian LDR menjadi kandungan sedimen suspensi dilakukan kalibrasi yang dilakukan di Laboratorium Hidrolika Fakultas Teknik Unram. Prosedur kalibrasi tersebut adalah sebagai berikut.

1. Air jernih dimasukkan ke dalam bak ukur berbentuk silinder berukuran diameter silinder 0,5 m dan tinggi silinder 90 cm. Kedalaman air yang digunakan adalah 80 cm, sehingga volume air sebesar  $0,157 \text{ m}^3$  (157 liter).
2. LDR dimasukkan ke dalam bak ukur.
3. Lampu halogen dinyalakan pada posisi tegak lurus LDR dan berada pada ketinggian 10 cm dari permukaan air.
4. Pengukuran dilakukan dari dasar bak ukur ke permukaan air setiap interval 10 cm.
5. Tegangan yang terbaca dicatat

6. Tanah jenis lanau yang sudah diayak dimasukkan ke dalam bak ukur sebanyak 1 kg.
7. Air dalam tangki diaduk sampai semua tanah terlarut sempurna.
8. Dilakukan pengulangan prosedur 2 sampai prosedur 5.
9. Pengukuran dilakukan pada berat sedimen 2 kg dan 3 kg, dengan prosedur yang sama.
10. Setiap variasi kandungan sedimen suspensi dilakukan pengukuran pada semua kedalaman sebanyak 5 kali.
11. Selesai.

Agar intensitas cahaya yang diterima LDR hanya berasal dari lampu halogen, maka selama pelaksanaan kalibrasi alat ukur, pada permukaan bak ukur perlu ditutup dengan bahan yang dapat menghalangi masuknya cahaya selain dari lampu halogen. Dalam penelitian ini digunakan kain hitam yang tebal sebagai alat yang berfungsi agar cahaya yang bersumber dari selain lampu halogen tidak dapat masuk. Selain itu agar cahaya yang dihasilkan oleh lampu halogen intensitasnya tetap (tidak terpengaruh oleh naik turunnya tegangan listrik), diperlukan regulator tegangan khusus untuk mensuplai lampu halogen.

### **3.2. Rencana Pengukuran di Lapangan dan Analisis Data**

Pengukuran di lapangan belum dilakukan, mengingat pada saat ini kondisi debit sungai kecil sehingga tidak dapat merepresentasikan angkutan sedimen suspensi yang sebenarnya. Pengukuran di lapangan idealnya dilakukan secara periodik pada jangka waktu yang cukup lama, yang mencakup musim penghujan dan musim kemarau selama beberapa tahun. Pada saat debit sungai besar (pada waktu musim penghujan), angkutan sedimen suspensinya juga besar.

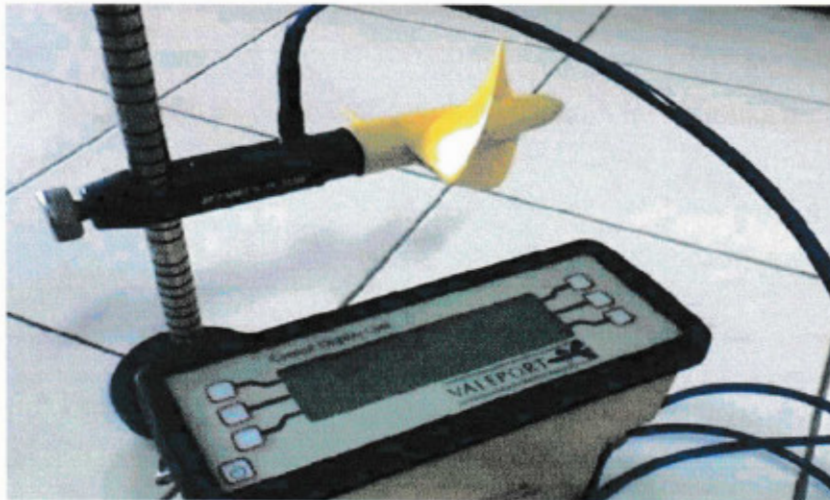
Rencana yang akan dilakukan meliputi pengambilan data dan analisis seperti diuraikan berikut ini.

#### **3.2.1. Pengambilan Data Primer**

##### **a. Perhitungan Debit Aliran**

Untuk mengetahui debit aliran pada lokasi yang telah ditentukan dilakukan pengukuran kecepatan aliran dan penjajakan air. Pengukuran kecepatan aliran dilakukan

dengan alat ukur kecepatan aliran (*flow meter wading set*) seperti terlihat pada Gambar 3.4. Lokasi penjajakan air dilaksanakan di sebelah hulu waduk yang tidak terpengaruh pasang surut genangan pada sungai yang bermuara ke waduk Batujai, yaitu sungai Triwubare, sungai Leneng dan Sungai Srigangga. Agar diperoleh data pengukuran kecepatan aliran dan penjajakan air yang representatif, pengukuran dilakukan pada saat musim penghujan dan musim kemarau.



Gambar 3.4. Alat ukur kecepatan aliran Valeport Model 001

Prosedur perhitungan debit aliran :

1. Ditentukan beberapa lokasi pengukuran kecepatan aliran dan penjajakan air pada sungai yang relatif lurus dengan penampang relatif stabil.
2. Lebar sungai diukur menjadi beberapa pias. 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 peninjauan 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 Suspensi**

Pengukuran kandungan sedimen suspensi dilakukan pada lokasi yang sama dengan pengukuran kecepatan aliran dan peninjauan air. Pengukuran dilakukan menggunakan alat ukur kandungan sedimen suspensi yang telah dibuat.

Prosedur pengukuran sedimen suspensi :

1. Alat ukur kandungan sedimen suspensi ditempatkan di lokasi pengukuran kecepatan aliran dan peninjauan air. Alat diposisikan sedemikian rupa sehingga LDR paralel di dasar sungai dan arah cahaya dari lampu halogen tegak lurus dengan LDR.
2. Alat ukur dihubungkan ke komputer dengan menggunakan *interface*.
3. Data hasil pengukuran disimpan setiap 40 detik.
4. Pengambilan sampel sedimen suspensi

Peralatan yang digunakan dalam pengukuran sedimen suspensi adalah:

1. Meteran 50 meter, digunakan untuk menentukan posisi alat ukur;
2. GPS (*Global Positioning System*), digunakan untuk pengecekan posisi alat ukur;
3. Tambang dan kerekan, untuk menempatkan alat ukur di dasar sungai
4. *Water sampler*
5. Baju pelampung dan *wader*

### 3.2.2. Metode Analisis

#### a. Analisis Potensi Ketersediaan Air (Debit Andalan Sungai)

Untuk mengetahui debit andalan ke waduk Batujai digunakan metode NRECA. Untuk itu diperlukan data curah hujan rata-rata dari 4 pos stasiun yang berpengaruh di daerah tangkapan waduk Batujai, yaitu stasiun Kopang, stasiun Pengadang, stasiun Mantang dan stasiun Praya. Data hujan yang digunakan minimal 10 tahun terakhir. Debit andalan digunakan untuk menghitung aliran masuk rata-rata (*inflow*) waduk Batujai. Efisiensi tangkapan (*trap efficiency*) diperoleh dari perbandingan aliran masuk rata-rata dengan kapasitas tampungan.

#### b. Analisis Numerik

Analisis numerik dilakukan untuk mendapatkan persamaan lengkung debit sedimen suspensi. 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*).

#### c. Pengujian Sampel Sedimen

Sampel sedimen yang diuji meliputi sampel sedimen suspensi dilokasi pengukuran dan sampel sedimen terendap di daerah genangan waduk. Pengambilan sampel terendap dilakukan pada 15 titik di daerah pertemuan sungai dengan genangan waduk. 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). Parameter ini nantinya akan digunakan untuk menganalisis karakteristik sedimen yang terendap dalam waduk dan kesesuaian gradasinya dengan gradasi angkutan sedimen suspensi disungai.

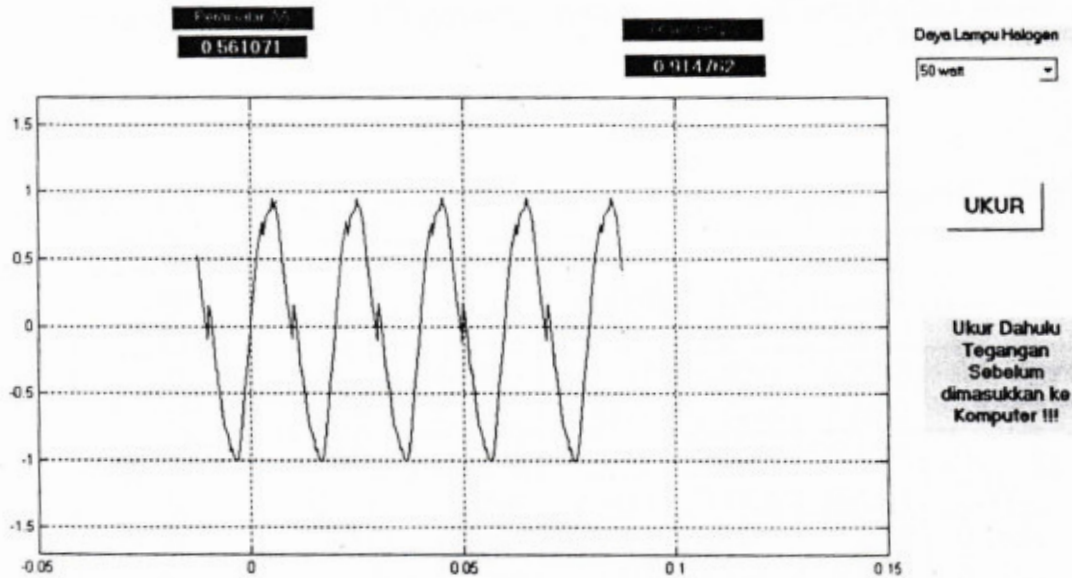


## BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1. Kinerja Alat

Langkah pertama yang dilakukan terhadap alat adalah uji coba interface LDR ke komputer. Uji coba ini tidak berhasil karena *sound card* komputer ternyata tidak dapat menerima tegangan DC. Karena itu sistem diubah menjadi tegangan AC sehingga *sound card* komputer dapat membaca sinyal dari LDR. Uji coba selanjutnya yaitu aplikasi alat pada kedalaman air rendah. Pada awalnya terdapat indikasi bahwa alat bekerja seperti yang diharapkan. Hasil pengukuran di komputer menunjukkan perubahan sesuai dengan perubahan kedalaman. Dalam hal ini besaran tegangan berkorelasi langsung dengan kedalaman penempatan LDR, yaitu tegangan mengecil seiring dengan posisi LDR terhadap permukaan air yang semakin jauh. Inkonsistensi tegangan yang tercatat di komputer terjadi ketika pengukuran sudah berlangsung relatif lama, yaitu setelah berlangsung lebih dari 30 menit. Setelah diselidiki ternyata terjadi kebocoran pada *casing* LDR sehingga alat tidak bekerja dengan baik. Air yang masuk menyebabkan terjadinya arus pendek (*short circuit*). Kejadian ini dialami berulang kali karena sistem perekat *casing* LDR tidak cukup baik untuk menahan masuknya air. Walaupun kebocoran sangat kecil tetapi akibat tekanan hidrostatis yang meningkat sesuai dengan penambahan kedalaman dimana LDR ditempatkan, maka intrusi air kedalam *casing* LDR akan semakin bertambah dan menggenangi kabel dan komponen LDR terutama setelah waktu pengujian berlangsung relatif lama.

Untuk mengatasi kebocoran ini dilakukan upaya-upaya berupa perbaikan sistem perekat *casing* dan merubah posisi kabel yang menghubungkan LDR dengan *interface* ke bagian atas sehingga proses bongkar pasang LDR tidak menimbulkan pergeseran yang dapat menimbulkan celah atau lubang disekitar kabel penghubung. Uji coba selanjutnya menunjukkan bahwa alat bekerja dengan baik. Contoh tampilan hasil pengukuran sedimen suspensi pada bak ukur yang dilakukan di Laboratorium Hidrolika dan Pantai Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Mataram adalah seperti terlihat pada Gambar 4.1. Hasil-hasil lainnya dapat dilihat selengkapnya pada Lampiran.



Gambar 4.1. Contoh Tampilan Hasil Pengukuran Sedimen Suspensi

#### 4.2. Hasil Pengukuran

Pengukuran sedimen suspensi dilakukan pada berbagai kondisi, yaitu pada air jernih tanpa kandungan sedimen dan pada air yang mengandung sedimen. Pengukuran pada air yang mengandung sedimen dilakukan sedemikian rupa sehingga hasil pengukuran mewakili kondisi air dengan tingkat kekeruhan yang berbeda, yaitu mengandung 1 kg sedimen, 2 kg sedimen dan 3 kg sedimen. Perbedaan komposisi ini menghasilkan kandungan lumpur terhadap air masing-masing sebesar 6,366 gr/ltr, 12,732 gr/ltr dan 19,099 gr/ltr.

##### 4.2.1. Kondisi Air Jernih (Tanpa Sedimen)

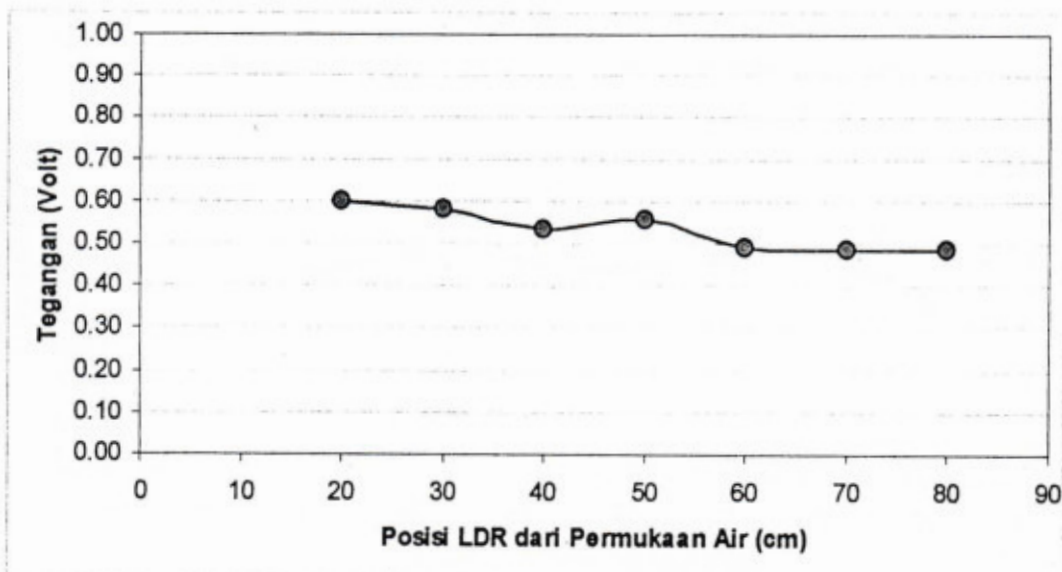
Hasil pengukuran yang dilakukan pada kondisi air jernih dengan volume air sebanyak 157 liter (tanpa sedimen suspensi) dengan posisi LDR pada kedalaman 20 cm dari permukaan air adalah seperti terlihat pada Gambar 4.1. Harga peramalan (0,561071) adalah harga rata-rata absolut tegangan yang dihasilkan oleh LDR. Harga tegangan (0,914762) merupakan harga tegangan puncak yang dihasilkan LDR. Harga tegangan puncak tidak digunakan dalam analisis berikutnya, karena harga tegangan ini diperoleh dengan cara menempatkan kursor yang tidak selalu tepat pada posisi puncak. Hasil

pengukuran selengkapnya untuk berbagai kedalaman pada air jernih dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1. Hasil Pengukuran pada Kondisi Air Jernih (Sedimen Suspensi = 0 kg)

Kedalaman Air (cm)	Tegangan (V)					
	Uji 1	Uji 2	Uji 3	Uji 4	Uji 5	Rerata
20	0.5415	0.5611	0.5446	0.5634	0.7747	0.5971
30	0.5007	0.5511	0.5371	0.5446	0.7637	0.5794
40	0.4939	0.5395	0.5334	0.5209	0.5695	0.5314
50	0.4601	0.5290	0.5243	0.5126	0.7575	0.5567
60	0.4561	0.4531	0.5135	0.4997	0.5209	0.4886
70	0.4517	0.4729	0.5087	0.4682	0.5233	0.4850
80	0.4752	0.5091	0.4952	0.4360	0.5036	0.4838

Secara umum hasil pengukuran tegangan yang disajikan pada Tabel 4.1 menunjukkan bahwa dengan posisi LDR semakin jauh dari permukaan air, maka tegangan yang dihasilkan oleh LDR bernilai semakin kecil. Hal ini sesuai dengan teori, bahwa semakin jauh dari permukaan air, intensitas cahaya dari lampu halogen semakin berkurang, yang mengakibatkan tegangan pada LDR juga berkurang (lihat Gambar 4.2).



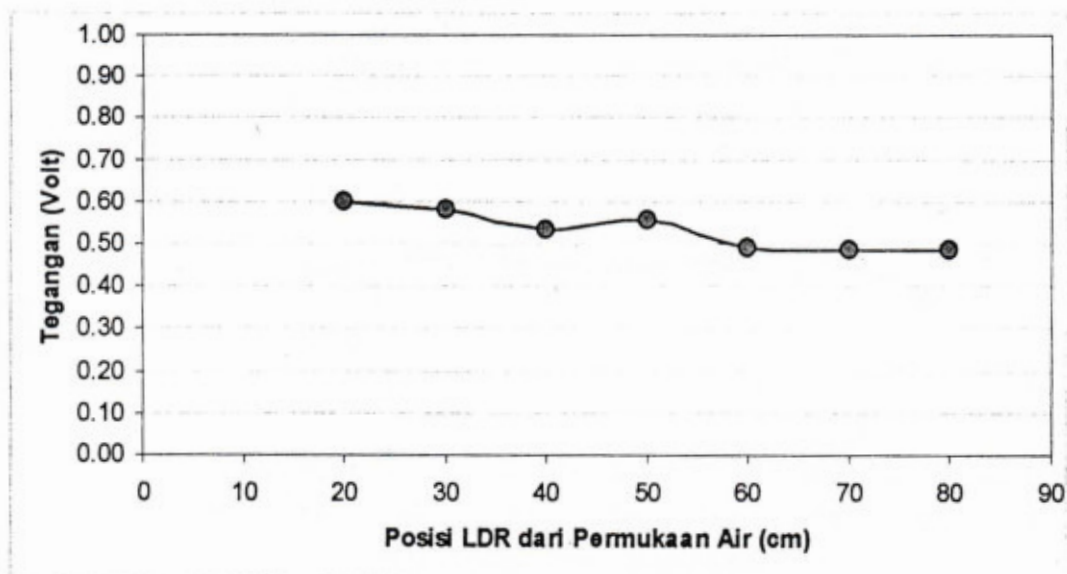
Gambar 4.2. Grafik Tegangan Rerata pada Kondisi Air Jernih (tanpa sedimen)

pengukuran selengkapnya untuk berbagai kedalaman pada air jernih dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1. Hasil Pengukuran pada Kondisi Air Jernih (Sedimen Suspensi = 0 kg)

Kedalaman Air (cm)	Tegangan (V)					
	Uji 1	Uji 2	Uji 3	Uji 4	Uji 5	Rerata
20	0.5415	0.5611	0.5446	0.5634	0.7747	0.5971
30	0.5007	0.5511	0.5371	0.5446	0.7637	0.5794
40	0.4939	0.5395	0.5334	0.5209	0.5695	0.5314
50	0.4601	0.5290	0.5243	0.5126	0.7575	0.5567
60	0.4561	0.4531	0.5135	0.4997	0.5209	0.4886
70	0.4517	0.4729	0.5087	0.4682	0.5233	0.4850
80	0.4752	0.5091	0.4952	0.4360	0.5036	0.4838

Secara umum hasil pengukuran tegangan yang disajikan pada Tabel 4.1 menunjukkan bahwa dengan posisi LDR semakin jauh dari permukaan air, maka tegangan yang dihasilkan oleh LDR bernilai semakin kecil. Hal ini sesuai dengan teori, bahwa semakin jauh dari permukaan air, intensitas cahaya dari lampu halogen semakin berkurang, yang mengakibatkan tegangan pada LDR juga berkurang (lihat Gambar 4.2).



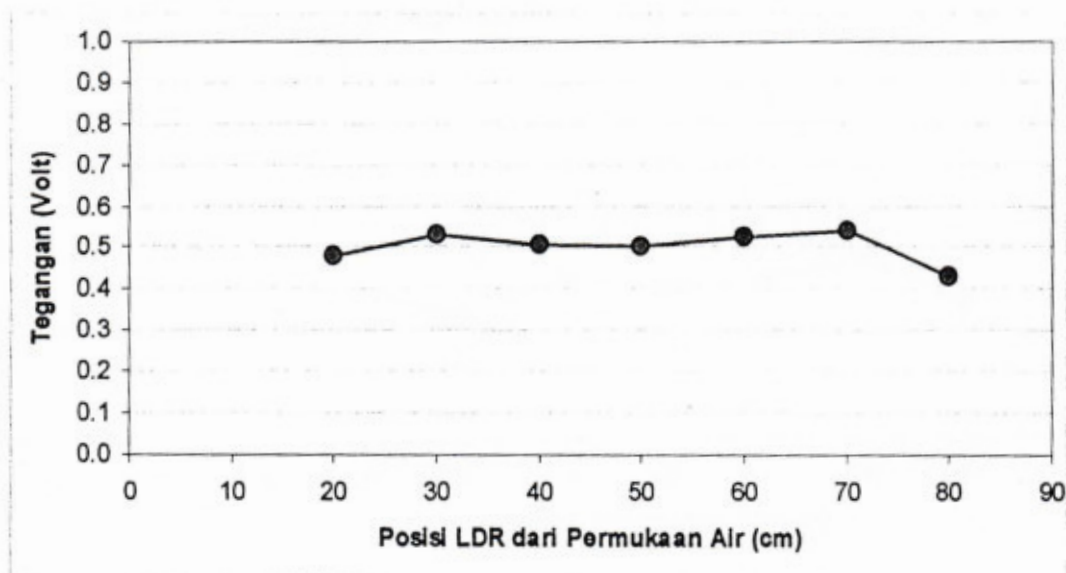
Gambar 4.2. Grafik Tegangan Rerata pada Kondisi Air Jernih (tanpa sedimen)

#### 4.2.1. Kondisi Air Keruh I (Kandungan Sedimen 6,366 gr/ltr)

Untuk kondisi air keruh I, hasil pengukuran yang diperoleh menunjukkan bahwa secara umum tegangan yang ada lebih kecil daripada tegangan yang diperoleh pada kondisi air jernih kecuali pada kedalaman 60 cm dan 70 cm dari permukaan air yang menunjukkan sebaliknya. Tingkat penurunan tegangan berbeda untuk setiap kedalaman, yaitu mulai dari penurunan 2 % pada kedalaman 40 cm dari permukaan air hingga penurunan sebesar 12 % pada kedalaman 20 cm dari permukaan air. Hal ini berarti bahwa terdapat pengaruh dari partikel lumpur yang terkandung didalam air terhadap intensitas cahaya (lihat Tabel 4.2 dan Gambar 4.3). Secara keseluruhan penurunan rata-rata tegangan adalah sebesar 3 % untuk pengukuran pada semua kedalaman.

Tabel 4.1. Hasil Pengukuran pada Kondisi Air Keruh I (Sedimen Suspensi = 1 kg)

Kedalaman Air (cm)	Tegangan (V)					
	Uji 1	Uji 2	Uji 3	Uji 4	Uji 5	Rerata
20	0.4422	0.7396	0.3124	0.4639	0.4392	0.4795
30	0.7008	0.7432	0.2970	0.4620	0.4457	0.5297
40	0.6502	0.4305	0.7303	0.4681	0.2570	0.5072
50	0.7251	0.7349	0.3220	0.4735	0.2660	0.5043
60	0.5659	0.4030	0.6907	0.4989	0.4700	0.5257
70	0.5953	0.4325	0.7032	0.5024	0.4796	0.5426
80	0.3795	0.4626	0.3608	0.5206	0.4390	0.4325



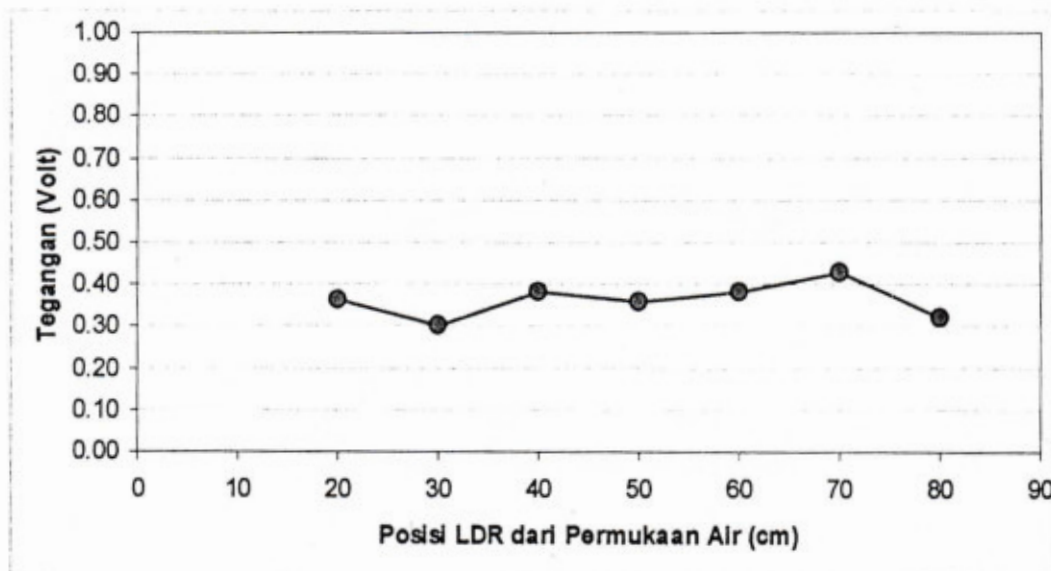
Gambar 4.3. Grafik Tegangan pada Kondisi Konsentrasi Sedimen Suspensi 1 kg dalam 157 liter air (6,366 gr/ltr)

#### 4.2.3. Kondisi Air Keruh II (Kandungan Sedimen 12,732 gr/ltr)

Seperti halnya yang ditunjukkan pada kondisi air keruh I, penurunan tegangan juga diperoleh pada pengukuran untuk kondisi air keruh II. Penurunan nilai rerata dari tegangan yang diperoleh pada pengukuran untuk kondisi air keruh I lebih besar dengan persentase penurunan yang berkisar antara 11 % pada kedalaman 70 cm dan 80 cm hingga penurunan sebesar 23 % pada kedalaman 30 cm dari permukaan air. Secara keseluruhan, persentase penurunan rata-rata untuk semua kedalaman adalah sebesar 14 %. Hasil ini menunjukkan bahwa pengaruh dari penambahan partikel lumpur yang terkandung didalam air terhadap intensitas cahaya semakin tampak dengan jelas (lihat Tabel 4.3 dan Gambar 4.4).

Tabel 4.3. Hasil Pengukuran pada Kondisi Air Keruh II (Sedimen Suspensi = 2 kg)

Kedalaman Air (cm)	Tegangan (V)					Rerata
	Uji 1	Uji 2	Uji 3	Uji 4	Uji 5	
20	0.3205	0.4448	0.3566	0.2050	0.4855	0.3625
30	0.3064	0.4100	0.3341	0.2280	0.2217	0.3000
40	0.3126	0.3373	0.3350	0.4570	0.4611	0.3806
50	0.3032	0.3679	0.3429	0.4790	0.3016	0.3589
60	0.4120	0.3874	0.3429	0.4840	0.2775	0.3808
70	0.4254	0.5221	0.4068	0.4895	0.2964	0.4280
80	0.4106	0.3315	0.3149	0.2740	0.2622	0.3186



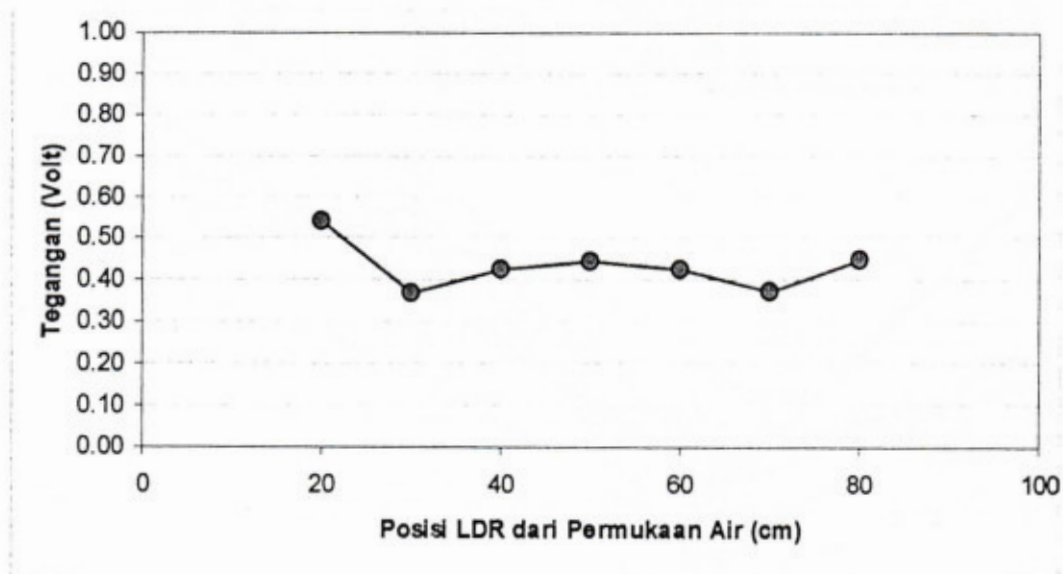
Gambar 4.4. Grafik Tegangan pada Kondisi Konsentrasi Sedimen Suspensi 2 kg dalam 157 liter air (12,732 gr/ltr)

#### 4.2.4. Kondisi Air Keruh III (Kandungan Sedimen 19,099 gr/ltr)

Hasil yang berbeda diperoleh dari pengukuran untuk kondisi air keruh III. Hanya pengukuran pada kedalaman 70 cm dari permukaan air yang masih menunjukkan adanya penurunan tegangan, yaitu menjadi 0,5404 Volt atau sebesar 5 % bila dibandingkan dengan kondisi air keruh II, sedangkan pada kedalaman lainnya terjadi hal yang sebaliknya, yaitu kenaikan yang bervariasi antara 4 % (0,4252 Volt) hingga 18 % atau 0,5404 Volt (lihat Tabel 4.4 dan Gambar 4.5).

Tabel 4.4. Hasil Pengukuran pada Kondisi Air Keruh III (Sedimen Suspensi = 3 kg)

Kedalaman Air (cm)	Tegangan (V)					Rerata
	Uji 1	Uji 2	Uji 3	Uji 4	Uji 5	
20	0.3256	0.7589	0.3392	0.6674	0.6111	0.5404
30	0.1527	0.1331	0.3599	0.6275	0.5795	0.3705
40	0.1618	0.3673	0.3774	0.6173	0.6023	0.4252
50	0.3219	0.3422	0.3545	0.6120	0.5939	0.4449
60	0.3064	0.2659	0.3747	0.6020	0.5910	0.4280
70	0.3517	0.1570	0.1605	0.5983	0.6033	0.3742
80	0.3455	0.3312	0.3631	0.5941	0.6087	0.4485

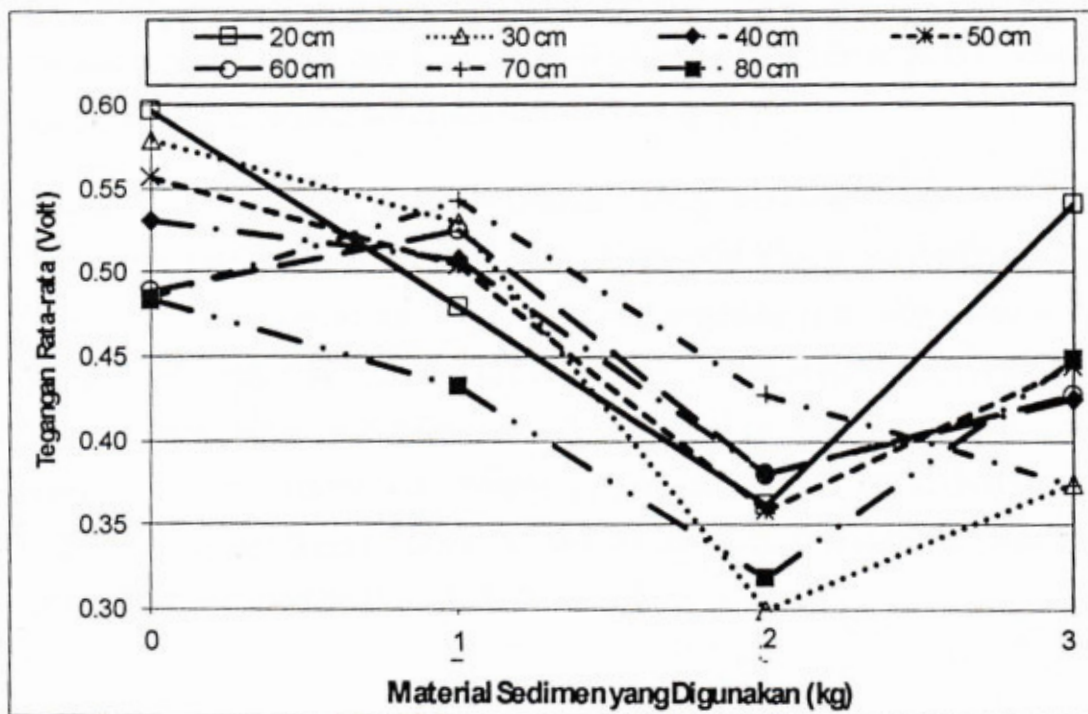


Gambar 4.5. Grafik Tegangan pada Kondisi Konsentrasi Sedimen Suspensi 3 kg dalam 157 liter air (19,099 gr/ltr)

Hasil temuan tersebut diatas menimbulkan dugaan bahwa kemampuan alat untuk menghasilkan intensitas cahaya dengan semestinya tidak tercapai. Atau kadar lumpurnya sedemikian tinggi sehingga menghalangi alat beroperasi dengan baik dan wajar. Namun mengingat bahwa tiga kondisi pertama, yaitu air tanpa sedimen, air dengan kandungan sedimen sebesar 6,366 gr/ltr dan 12,732 gr/ltr menunjukkan *trend* adanya penurunan tegangan seperti terlihat pada Tabel 4.5 dan Gambar 4.6, maka dugaan pertama menjadi tidak beralasan sehingga besar kemungkinan bahwa faktor penyebab terjadinya inkonsistensi adalah kandungan lumpur yang terlalu tinggi, yaitu sebesar 3 kg sedimen dalam 0,157 m<sup>3</sup> air atau 19,099 gr/ltr.

Tabel 4.5. Nilai Tegangan Rata-rata pada Berbagai Kondisi Konsentrasi Sedimen Suspensi

Banyaknya Material Sedimen kg	Posisi LDR dari Permukaan Air (cm)						
	20 cm	30 cm	40 cm	50 cm	60 cm	70 cm	80 cm
0 kg	0.5971	0.5794	0.5314	0.5567	0.4886	0.4850	0.4838
1 kg	0.4795	0.5297	0.5072	0.5043	0.5257	0.5426	0.4325
2 kg	0.3625	0.3000	0.3806	0.3589	0.3808	0.4280	0.3186
3 kg	0.5404	0.3745	0.4252	0.4449	0.4280	0.3742	0.4485



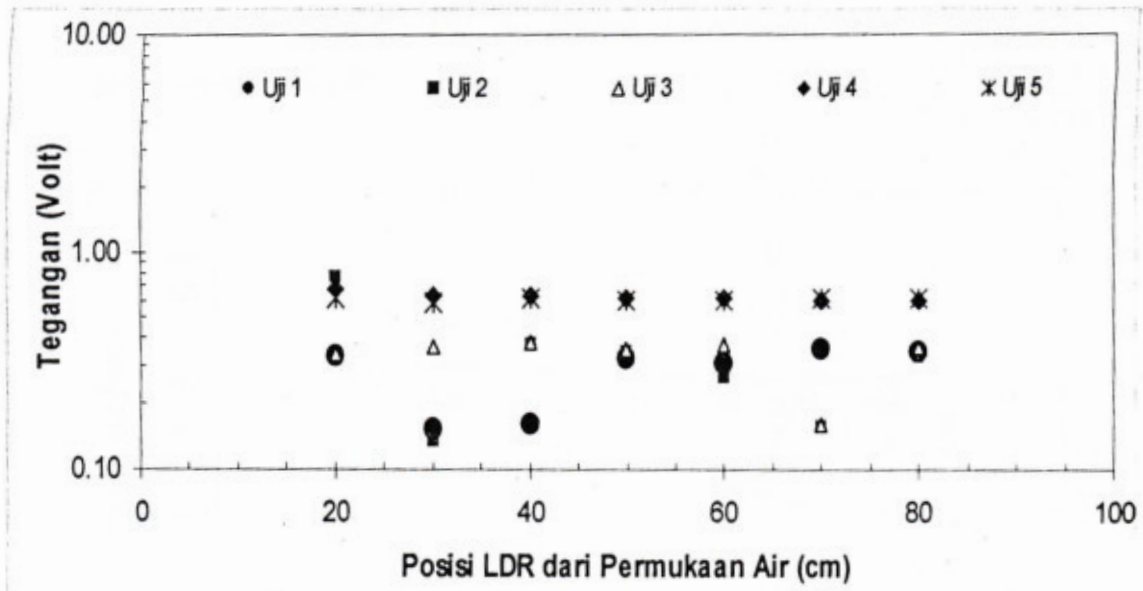
Gambar 4.6. Grafik Tegangan pada Berbagai Kondisi Konsentrasi Sedimen Suspensi



Secara teoritis, semakin bertambah kedalaman, tegangan yang dihasilkan oleh LDR semakin berkurang, karena intensitas cahaya yang diterima oleh LDR semakin kecil. Pada kondisi air mengandung sedimen, secara teoritis semakin besar konsentrasi sedimen suspensi antara LDR dan lampu halogen.

Adanya data hasil pengujian yang tidak sesuai dengan teoritis dapat diakibatkan oleh beberapa hal, antara lain :

1. Material tanah yang digunakan dalam pengujian tidak tersuspensi dengan baik. Hal ini ditunjukkan dengan mengendapnya sedimen di dasar bak ukur dalam waktu yang tidak lama setelah pengadukan dihentikan. Sebagian sedimen mengendap pada permukaan bagian atas kotak kaca media LDR dan menutupi elemen LDR, sehingga mengakibatkan penyimpangan intensitas cahaya yang diterima oleh LDR. Semakin banyak kandungan sedimen yang dimasukkan kedalam air maka semakin sulit untuk mendapatkan kondisi suspensi yang baik.
2. Konsistensi pengadukan pada masing-masing pengujian yang dilakukan tidak dapat dicapai selama pengujian. Pengadukan yang dilakukan selama pengujian adalah secara manual dengan tangan menggunakan sebatang balok kayu. Inkonsistensi kecepatan dan lama pengadukan secara manual ini mengakibatkan sedimen suspensi yang terukur pada masing-masing pengujian yang dilakukan tidak berada pada kondisi yang sama, sehingga data yang dihasilkan menjadi kurang akurat.
3. Kepekatan air yang besar akibat konsentrasi sedimen yang tinggi tidak bisa ditembus oleh lampu halogen dengan daya 50 watt sehingga LDR tidak dapat berfungsi dengan baik. Hal ini bisa dilihat dari hasil pembacaan tegangan untuk kandungan sedimen suspensi sebanyak 3 kg dalam  $0,157 \text{ m}^3$  air atau 19,099 gr/ltr. Pembacaan tegangan seperti diperlihatkan pada Gambar 4.7 menunjukkan hasil yang lebih tersebar (scattered) bila dibandingkan dengan pembacaan tegangan pada kondisi tanpa sedimen, pada kandungan sedimen 6,366 gr/ltr dan pada kandungan sedimen 12,732 gr/ltr (lihat lampiran Gambar L.2a, L.2b dan L.2c).

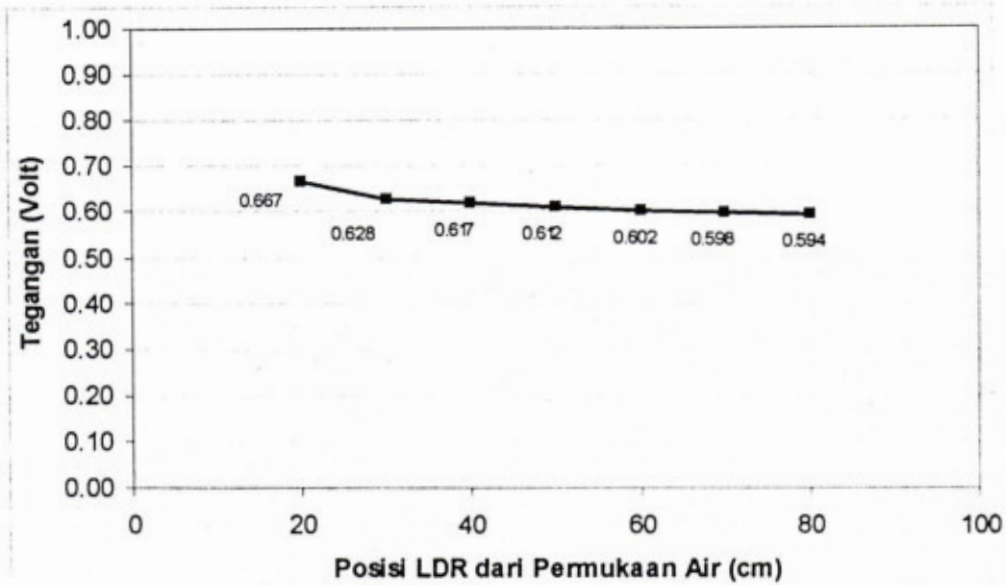


Gambar 4.7. Sebaran Pembacaan Tegangan pada Kondisi Konsentrasi Sedimen Suspensi 3 kg dalam 157 liter air (19,099 gr/ltr)

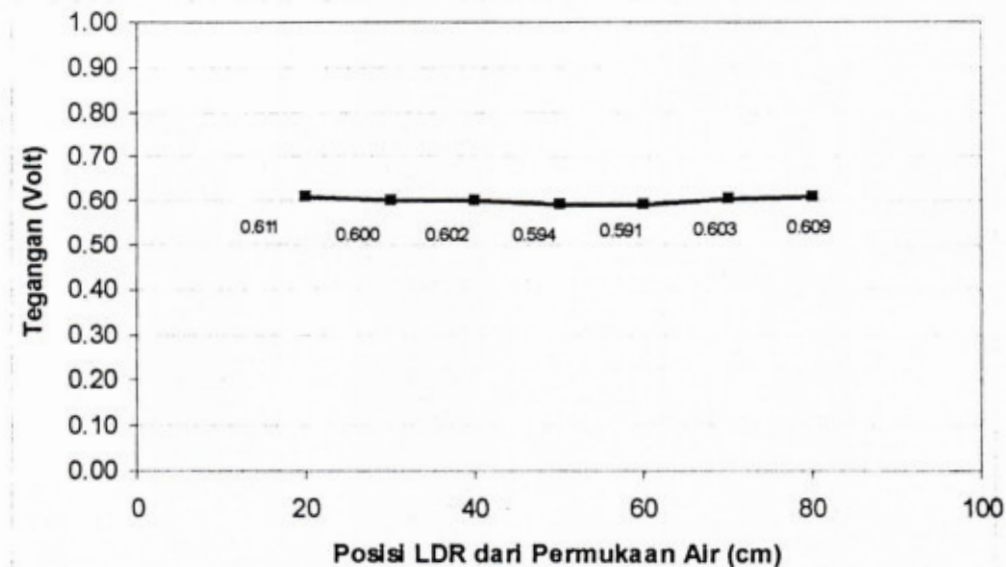
Beberapa hal yang bisa dilakukan untuk mengatasi permasalahan di atas antara lain:

- Digunakan sedimen/tanah yang lebih halus, sehingga sedimen suspensi tidak cepat mengendap. Hal ini bisa dilakukan dengan mengayak material tanah dengan ayakan yang berukuran lebih kecil.
- Pengembangan alat yang bisa dilakukan untuk mengatasi inkonsistensi kecepatan dan lama pengadukan antara lain adalah dengan memasang pengaduk pada bak ukur yang dapat mengaduk sedimen secara konsisten, misalnya dengan menggunakan motor yang dipasang di dekat dasar bak ukur.
- Kemampuan lampu halogen untuk menembus kepekatan air akibat konsentrasi sedimen yang tinggi perlu ditambah sehingga intensitas cahaya cukup mengubah nilai resistansi dari LDR yang berada dibagian bawah.
- Ada indikasi bahwa dengan merendam sedimen (dalam pengujian ini perendaman sedimen dilakukan selama 4 hari pada pengujian 4 dan pengujian 5 dengan konsentrasi sedimen 3 kg dalam 157 liter air (19,099 gr/ltr)), hasil pengujian menunjukkan hasil yang cukup baik. Hal ini dapat dilihat pada hasil pembacaan

konsentrasi sedimen suspensi pada pengujian 4 dan 5, yang menunjukkan hasilnya sesuai dengan teoritis.



Gambar 4.8. Grafik Tegangan pada Pengujian 4, Kondisi Konsentrasi Sedimen Suspensi 3 kg dalam 157 liter air (19,099 gr/ltr)



Gambar 4.9. Grafik Tegangan pada Pengujian 5, Kondisi Konsentrasi Sedimen Suspensi 3 kg dalam 157 liter air (19,099 gr/ltr)

### 4.3. Aplikasi LDR di Lapangan

Hasil penelitian di lab menunjukkan bahwa penggunaan LDR dilapangan sangat memungkinkan. Karena itu didesain peralatan untuk pengukuran pada aliran yang relatif dalam hingga mencapai 3,5 m dengan daya lampu halogen sebesar 1000 watt (Gambar 4.10). Peralatan ini dirancang berdasarkan percobaan dengan menggunakan daya lampu yang lebih kecil (50 watt) disamping untuk mengantisipasi kadar lumpur/kandungan sedimen suspensi yang jauh lebih tinggi dilapangan.



Gambar 4.10. Alat Ukur Sedimen Suspensi dan Bak Ukur Setinggi 3,5 m

Kendala yang dihadapi untuk pengukuran diluar ruangan adalah bahwa pengukuran harus dilakukan pada malam hari yang gelap karena sifat alat yang sangat peka terhadap pengaruh cahaya dari luar. Disamping itu sampai dengan saat Laporan Akhir dibuat, debit aliran pada sungai-sungai yang mengalir menuju waduk Batujai, yaitu sungai Triwubare, sungai Leneng dan sungai Srigangga sangat kecil karena belum tibanya musim hujan (lihat Gambar 4.11). Dibeberapa tempat yang dipilih untuk penjajakan air, hanya diperoleh data kecepatan pada satu atau dua titik kedalaman diantara bebatuan sehingga distribusi kecepatan aliran yang sebenarnya dimana arah aliran dari hulu ke hilir tidak diperoleh (Gambar 4.12). Pada titik-titik genangan yang relatif lebih dalam, pengukuran kecepatan tidak dilakukan karena aliran bersifat terperangkap (pergerakan aliran kecil). Perlu dicatat bahwa pada saat debit kecil, aliran relatif jernih dengan kandungan sedimen yang sangat minim.



Gambar 4.11. Tipikal Kondisi Aliran Sungai Saat Musim Kemarau

Berdasarkan kondisi yang ada dilapangan maka pilihan yang ada adalah melakukan pengukuran pada musim hujan. Untuk mengantisipasi debit besar yang bisa membahayakan kalau harus turun ke sungai, maka alternatif yang akan ditempuh adalah melakukan pengukuran dari atas jembatan dimana umumnya tampang melintang lebih

stabil sehingga hasil pengukuran tampang melintang pada saat debit kecil dapat digunakan seterusnya dengan mengambil bagian bawah lantai jembatan sebagai titik referensi atau titik tetap.



Gambar 4.12. Aliran yang Relatif Dalam di Palung Sungai (Kecepatan Rendah Karena Air Terperangkap)

## BAB V. PENUTUP

### 5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan diatas, beberapa kesimpulan yang dapat diambil adalah sebagai berikut :

1. Alat LDR memberikan hasil yang relatif konsisten untuk kondisi air tanpa kandungan sedimen. Dengan daya lampu sebesar 50 watt, LDR masih berfungsi baik pada pengukuran tegangan untuk kandungan sebesar 12,732 gr/ltr. Hal ini ditandai oleh adanya *trend* penurunan tegangan bila dibandingkan dengan pengukuran pada air dengan kandungan sedimen yang lebih rendah. Dari kondisi tanpa sedimen ke kondisi dengan kandungan sedimen sebesar 6,366 gr/ltr dan 12,732 gr/ltr terjadi penurunan tegangan rata-rata untuk semua kedalaman yang ditinjau, yaitu masing-masing sebesar 3 % dan 14 %. Ini menunjukkan adanya pengaruh sedimen yang tersuspensi antara lampu diatas permukaan air dengan LDR yang berada didasar bak ukur sedimen.
2. Peningkatan kepekatan air dengan kandungan sedimen sebesar 19,099 gr/ltr atau 3 kg sedimen dalam 0,157 m<sup>3</sup> air menyebabkan LDR tidak dapat berfungsi dengan baik. Hal ini bisa dilihat dari hasil pembacaan tegangan yang jauh lebih tersebar (*scattered*) bila dibandingkan dengan pembacaan tegangan pada kondisi tanpa sedimen maupun pada kondisi dimana kandungan sedimennya lebih rendah. Inkonsistensi ini sebagai akibat dari ketidakmampuan LDR untuk menangkap intensitas cahaya yang tersedia sehingga data yang dikirim oleh *interface* ke komputer menjadi tidak beraturan dengan penyimpangan yang cukup besar.
3. Pemilihan ukuran butiran sedimen diduga memberikan pengaruh terhadap efektifitas pembacaan tegangan. Perendaman selama 4 hari sangat membantu kinerja LDR karena butiran yang lebih halus tidak akan langsung mengendap dan menutupi *casing* LDR. Material baru membutuhkan waktu yang lebih lama untuk hancur membentuk butiran yang lebih halus. Karena kecepatan jatuhnya lebih besar maka

akan cepat mengendap dan menutupi *casing* LDR sehingga menghambat intensitas cahaya yang masuk.

4. Titik lemah dari rangkaian alat pengukur kandungan sedimen yang dirancang, adalah pada *casing* LDR. Kebocoran yang dialami beberapa kali menyebabkan terjadinya arus pendek (*short circuit*) sehingga mengacaukan fungsi LDR. Hal ini juga berpengaruh terhadap kelancaran penelitian karena dibutuhkan ketelitian dan waktu yang cukup untuk mendesain *casing* LDR yang baik dan anti bocor.

## 5.2. Saran

Dari permasalahan yang ditemukan selama proses perancangan dan uji coba LDR maka beberapa hal yang perlu mendapat perhatian antara lain sebagai berikut :

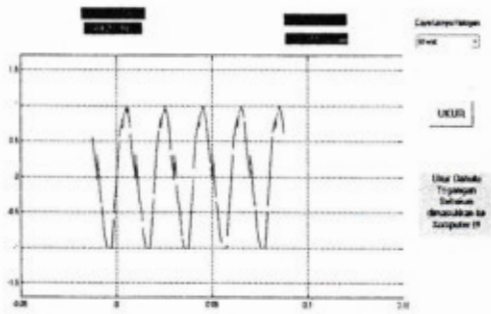
1. Karena pengadukan yang dilakukan selama pengujian adalah secara manual dengan tangan menggunakan sebatang balok kayu maka konsistensi pengadukan pada masing-masing pengujian sulit diperoleh selama pengujian berlangsung. Inkonsistensi kecepatan dan lama pengadukan secara manual mengakibatkan adanya kemungkinan sedimen suspensi yang terukur pada masing-masing pengujian yang dilakukan tidak berada pada kondisi yang sama, sehingga data yang dihasilkan menjadi kurang akurat.
2. Perlu dilakukan pengembangan alat, antara lain yang bisa dilakukan untuk mengatasi inkonsistensi kecepatan dan lama pengadukan adalah dengan memasang pengaduk pada bak ukur sedimen yang dapat mengaduk sedimen secara konsisten, misalnya dengan menggunakan motor yang dipasang di dekat dasar bak ukur.
3. Untuk meningkatkan kemampuan lampu halogen menembus kepekatan air akibat konsentrasi sedimen yang tinggi maka intensitas cahaya perlu ditambah sehingga cukup untuk mengubah nilai resistansi dari LDR yang berada didalam air pada kedalaman yang berbeda.



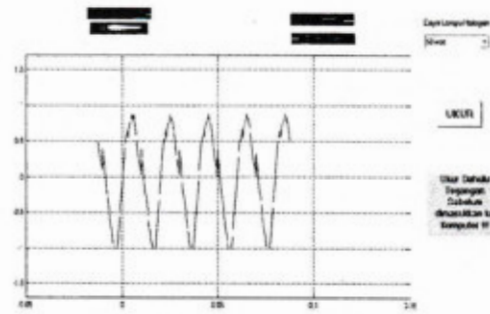
## DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 1980, 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, 1991, Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomer 35 Tahun 1991 Tentang Sungai, Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 1991 Nomer 44.
- ✓ Anonim, 2004, Undang-undang Nomer 7 Tahun 2004 Tentang Sumber Daya Air, Tambahan Lembaran Negara RI Nomer 4377.
- Anonim, 2005, Laporan Pengukuran Sedimen Waduk, Studi Penanggulangan Sedimen dan Optimalisasi Fungsi Waduk Batujai, Satuan Kerja Sementara Pengembangan dan Pengelolaan Sumber Air Nusa Tenggara Barat dan Karya Utama Jaya General Consultant, Mataram.
- Bureau of Reclamation, 1987, Design of Small Dams, A Water Resources Technical Publication, Third Edition, United States Department of the Interior, Denver, Colorado.
- ✓ Dewan Standardisasi Nasional, 1994, Metode Pengambilan Contoh Muatan Sedimen Melayang di Sungai dengan Cara Integrasi Kedalaman Berdasarkan Pembagian Debit, SNI 03-3414-1994, Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum.
- Harto Br., S., 1993, Analisis Hidrologi, Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- ✓ Saadi, Y., 1993, Tinjauan Akumulasi Sedimen yang Terjadi pada Dua Bendungan dalam Suatu "Catchment Area" (Tinjauan Terhadap Bendungan Batujai dan Pengga), Skripsi S1, Program Studi Teknik Sipil, Universitas Mataram.
- ✓ 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., 2008, 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.
- ✓ Strand, R.I., and Pemberton, E.L., 1982, Reservoir Sedimentation, Technical Guideline for Bureau of Reclamation, Sedimentation and River Hydraulics Section, Hydrology Branch, Denver, Colorado.
- Van Rijn, L.C., 2006, Manual Sediment Transport Measurements, Report S304, Delft Hydraulics, The Netherland.

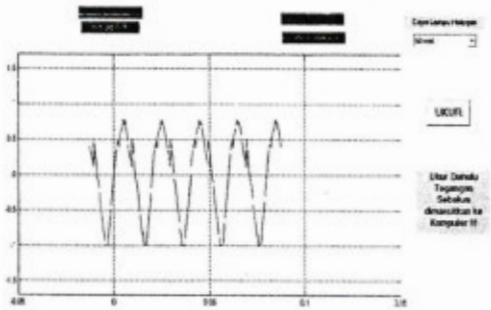
**LAMPIRAN 1**  
**DATA HASIL PENGUJIAN**



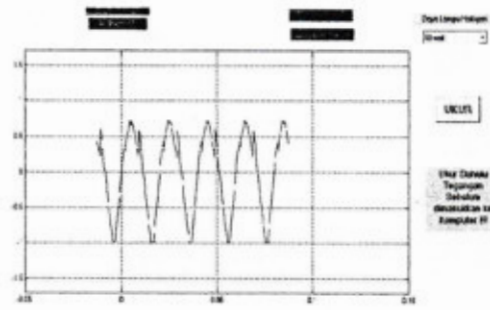
Posisi LDR dari Permukaan air 10 cm



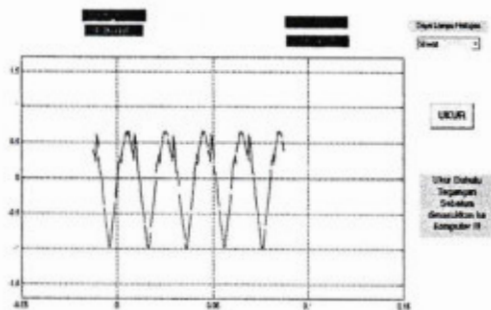
Posisi LDR dari Permukaan air 20 cm



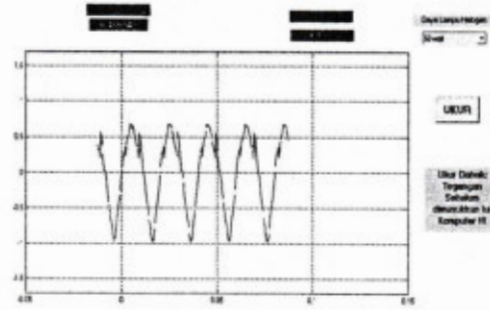
Posisi LDR dari Permukaan air 30 cm



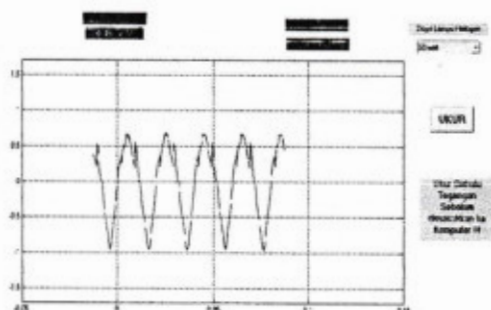
Posisi LDR dari Permukaan air 40 cm



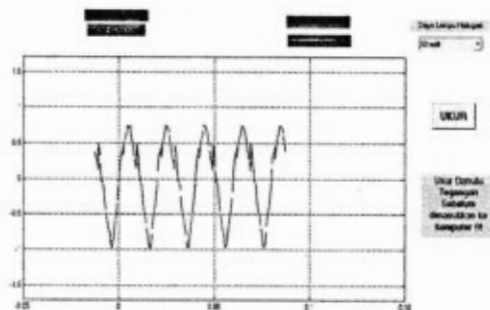
Posisi LDR dari Permukaan air 50 cm



Posisi LDR dari Permukaan air 60 cm



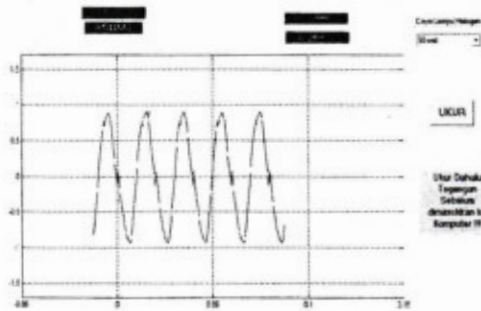
Posisi LDR dari Permukaan air 70 cm



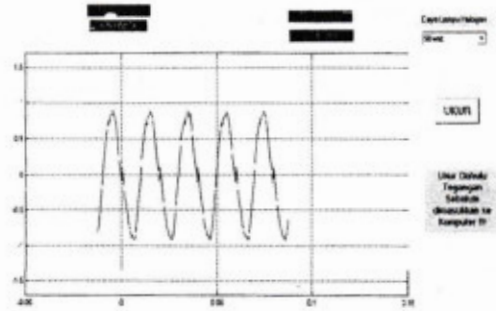
Posisi LDR dari Permukaan air 80 cm

Kondisi Air Jernih (Kandungan Sedimen 0 kg)

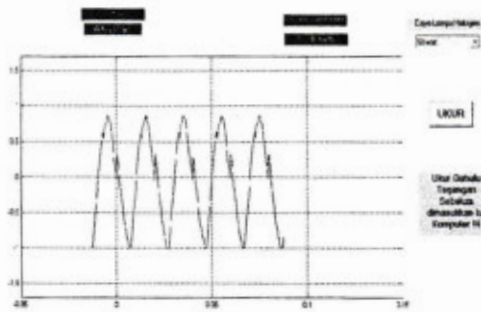
(Uji I)



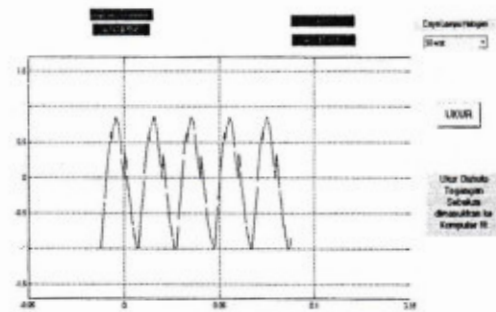
Posisi LDR dari Permukaan air 20 cm



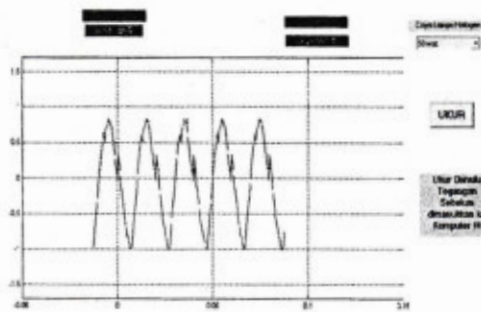
Posisi LDR dari Permukaan air 30 cm



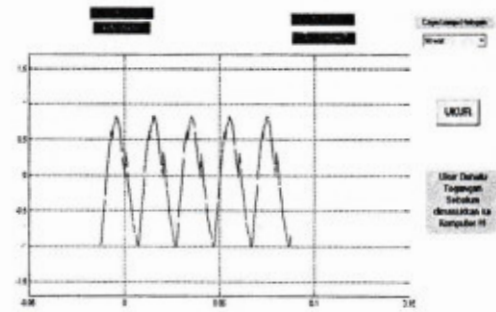
Posisi LDR dari Permukaan air 40 cm



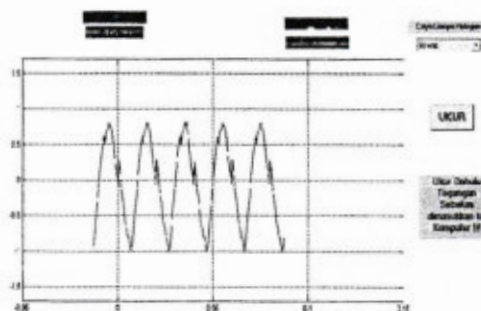
Posisi LDR dari Permukaan air 50 cm



Posisi LDR dari Permukaan air 60 cm



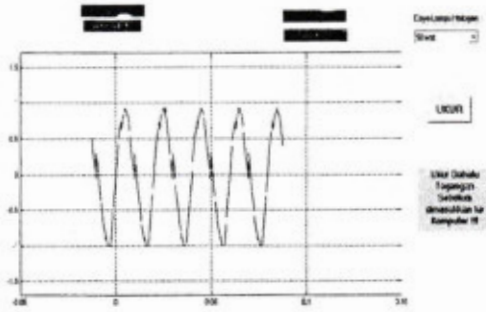
Posisi LDR dari Permukaan air 70 cm



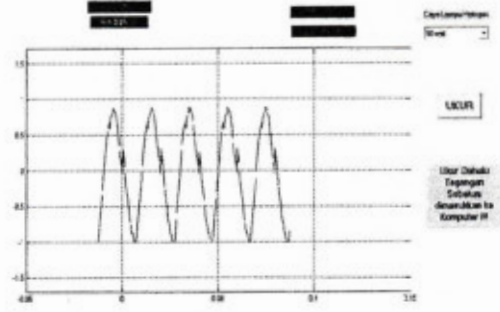
Posisi LDR dari Permukaan air 80 cm

Kondisi Air Jernih (Kandungan Sedimen 0 kg)

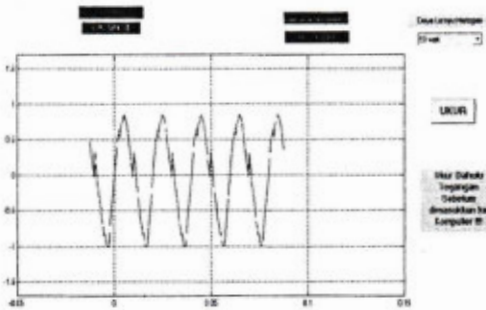
(Uji II)



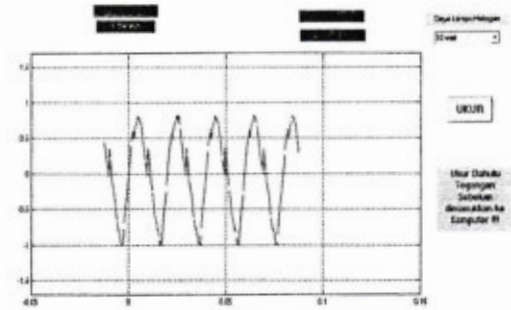
Posisi LDR dari Permukaan air 20 cm



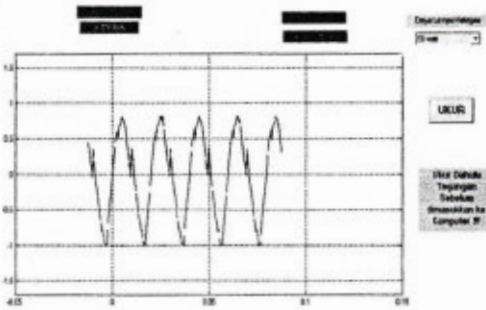
Posisi LDR dari Permukaan air 30 cm



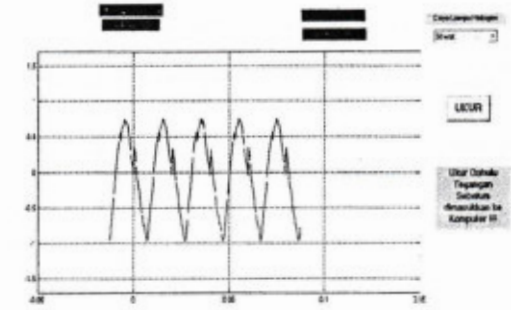
Posisi LDR dari Permukaan air 40 cm



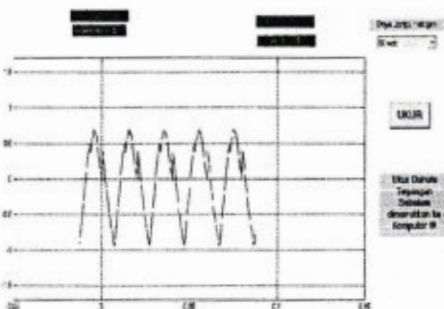
Posisi LDR dari Permukaan air 50 cm



Fosisi LDR dari Permukaan air 60 cm



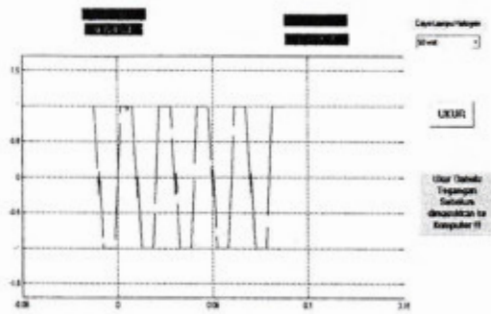
Posisi LDR dari Permukaan air 70 cm



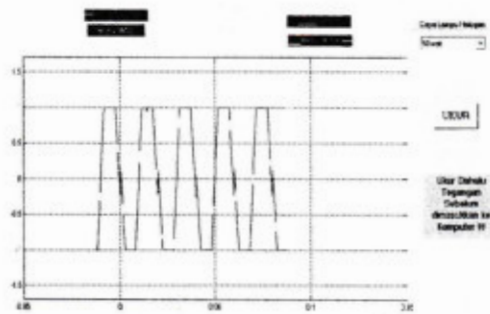
Posisi LDR dari Permukaan air 80 cm

Kondisi Air Jernih (Kandungan Sedimen 0 kg)

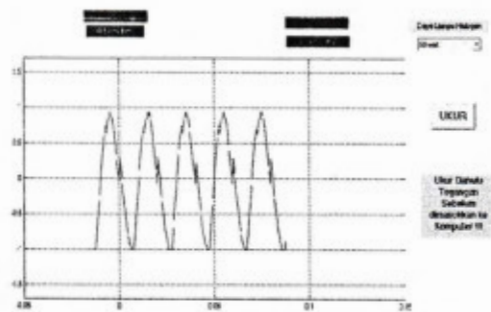
(Uji III)



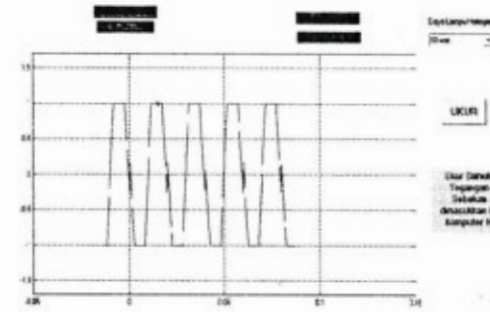
Posisi LDR dari Permukaan air 20 cm



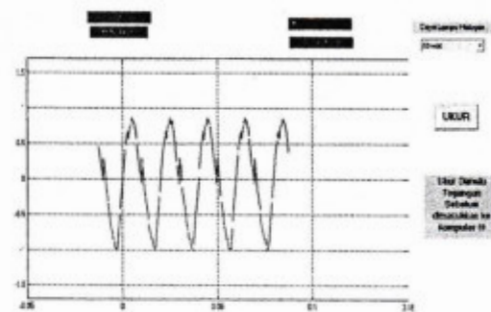
Posisi LDR dari Permukaan air 30 cm



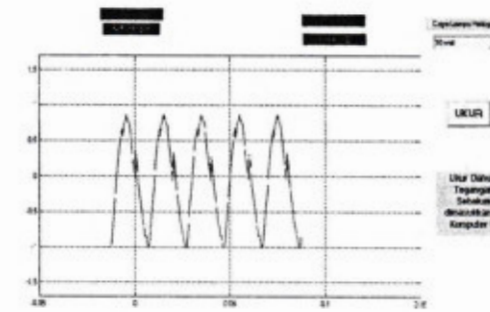
Posisi LDR dari Permukaan air 40 cm



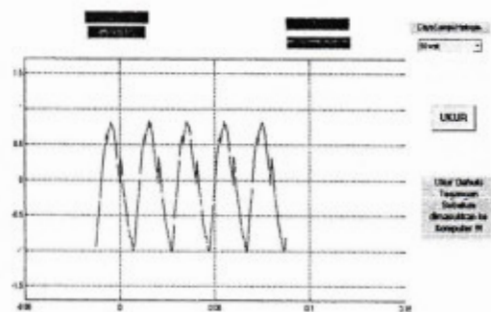
Posisi LDR dari Permukaan air 50 cm



Posisi LDR dari Permukaan air 60 cm

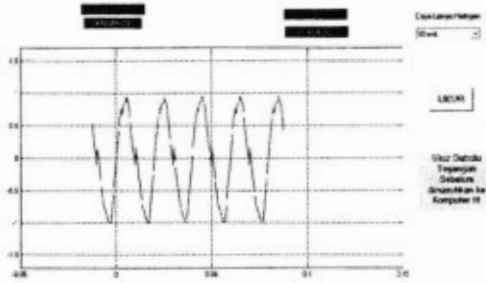


Posisi LDR dari Permukaan air 70 cm

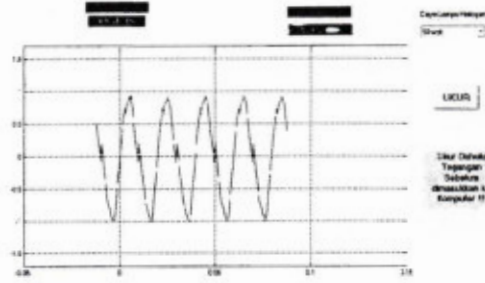


Posisi LDR dari Permukaan air 80 cm

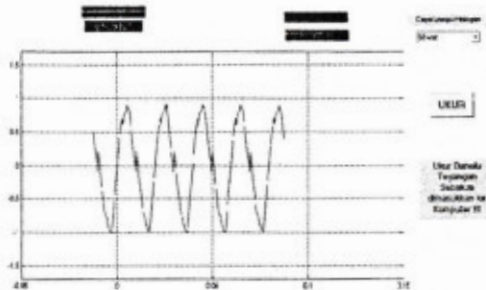
Kondisi Air Jernih (Kandungan Sedimen 0 kg)  
(Uji IV)



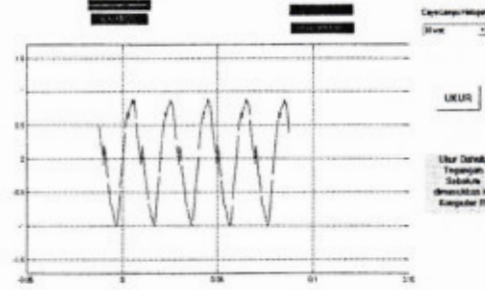
Posisi LDR dari Permukaan air 20 cm



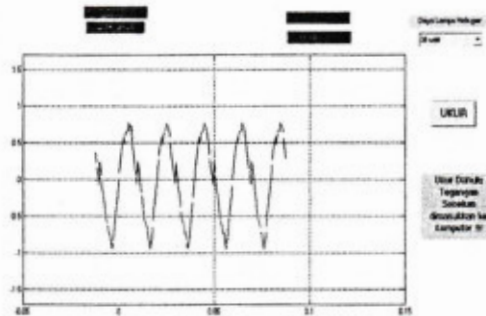
Posisi LDR dari Permukaan air 30 cm



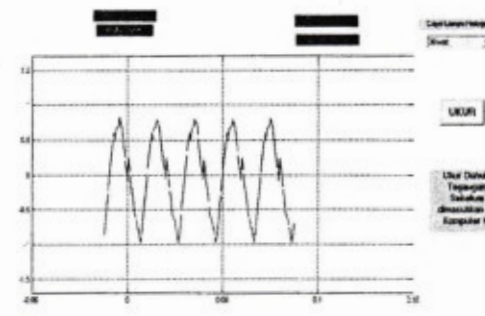
Posisi LDR dari Permukaan air 40 cm



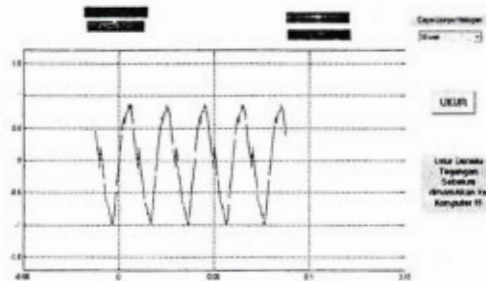
Posisi LDR dari Permukaan air 50 cm



Posisi LDR dari Permukaan air 60 cm



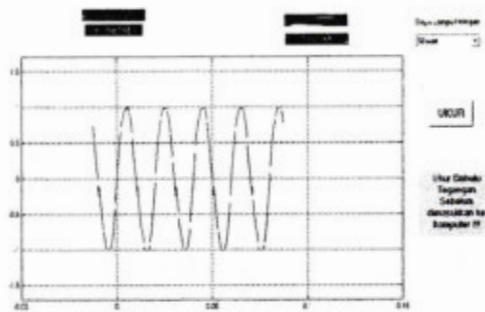
Posisi LDR dari Permukaan air 70 cm



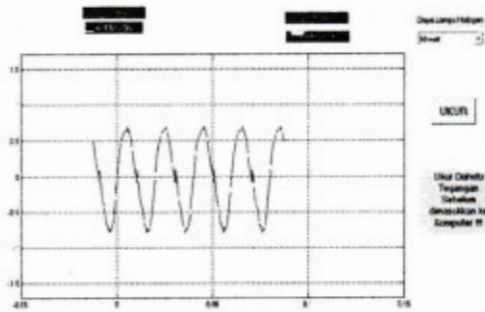
Posisi LDR dari Permukaan air 80 cm

Kondisi Air Jernih (Kandungan Sedimen 0 kg)

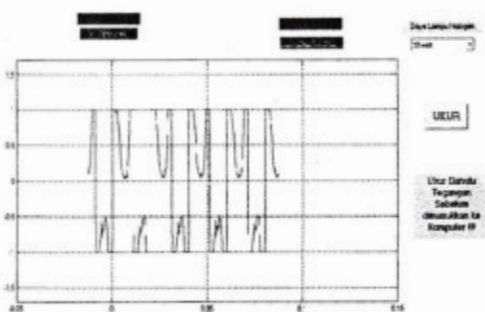
(Uji IV)



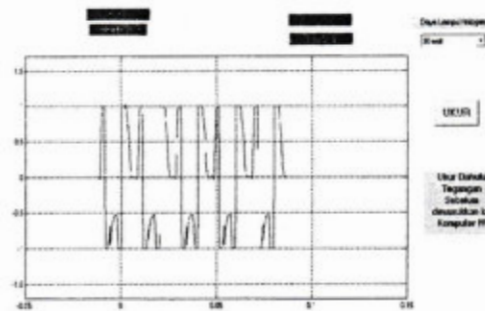
Posisi LDR dari Permukaan air 10 cm



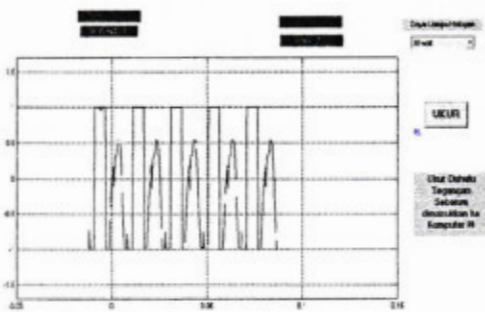
Posisi LDR dari Permukaan air 20 cm



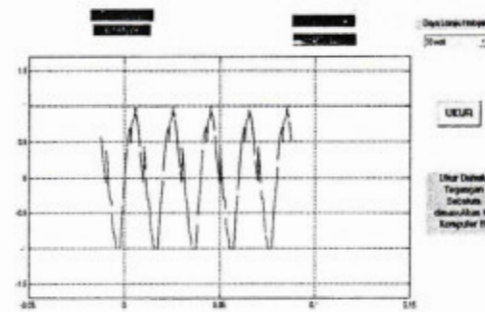
Posisi LDR dari Permukaan air 30 cm



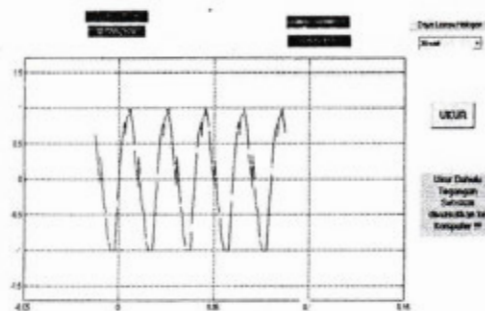
Posisi LDR dari Permukaan air 40 cm



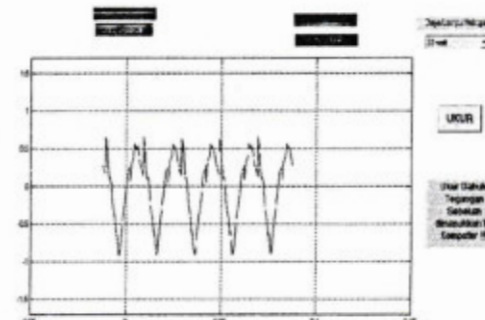
Posisi LDR dari Permukaan air 50 cm



Posisi LDR dari Permukaan air 60 cm



Posisi LDR dari Permukaan air 70 cm

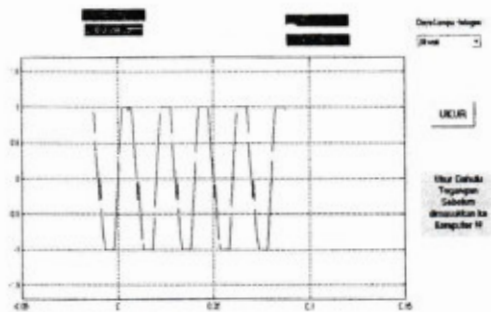


Posisi LDR dari Permukaan air 80 cm

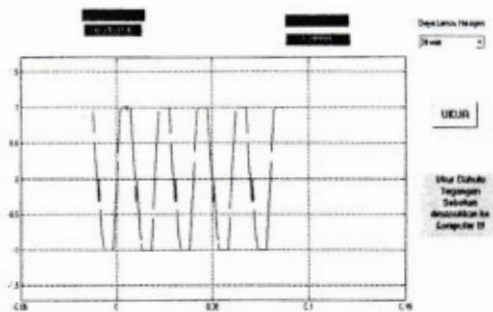
Kondisi Air Keruh I (Kandungan Sedimen 1 kg)

(Uji I)

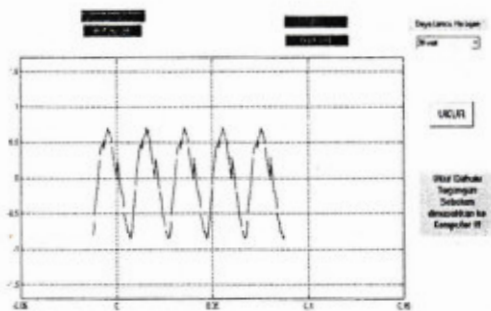




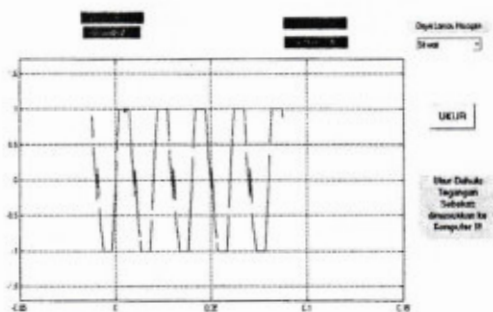
Posisi LDR dari Permukaan air 20 cm



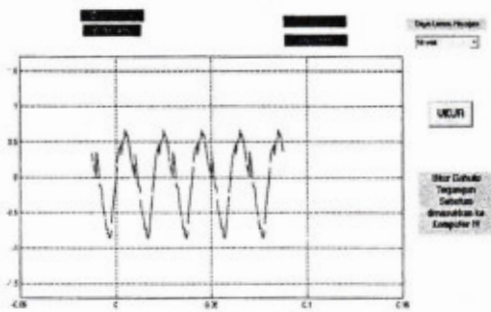
Posisi LDR dari Permukaan air 30 cm



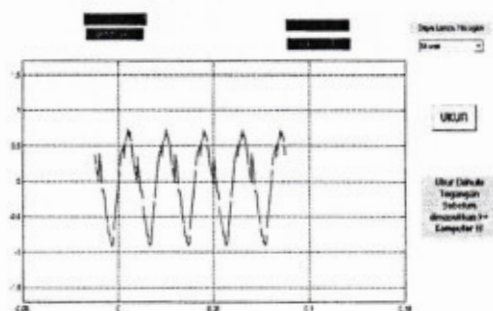
Posisi LDR dari Permukaan air 40 cm



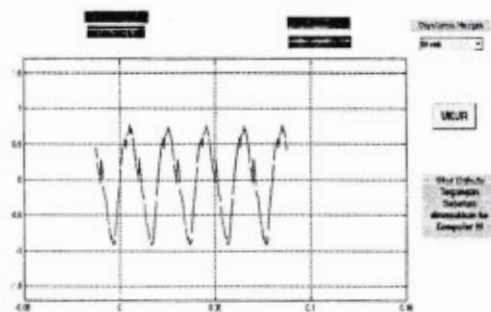
Posisi LDR dari Permukaan air 50 cm



Posisi LDR dari Permukaan air 60 cm

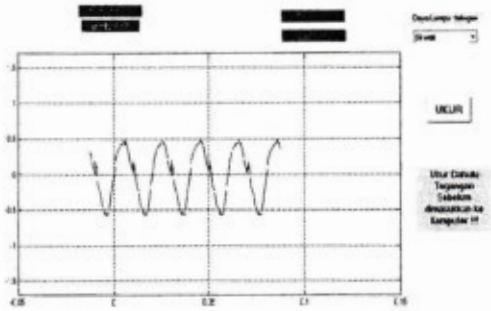


Posisi LDR dari Permukaan air 70 cm

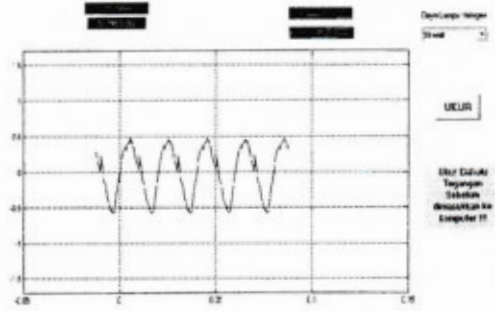


Posisi LDR dari Permukaan air 80 cm

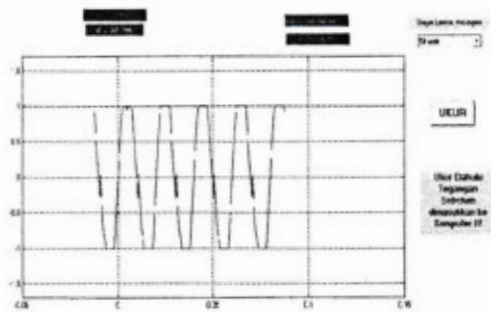
Kondisi Air Keruh I (Kandungan Sedimen 1 kg)  
(Uji II)



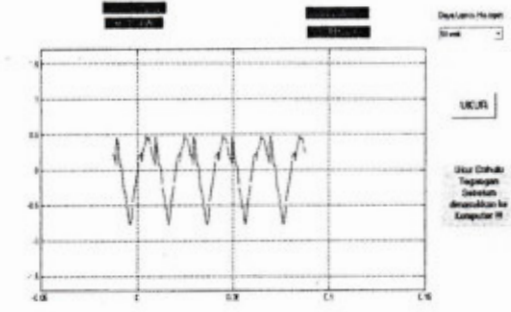
Posisi LDR dari Permukaan air 20 cm



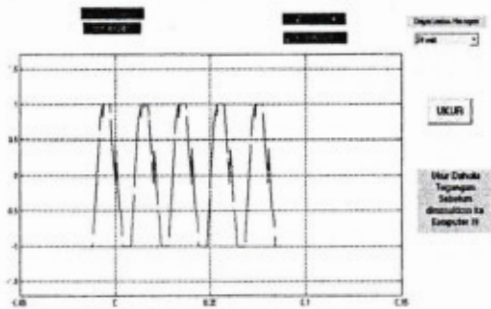
Posisi LDR dari Permukaan air 30 cm



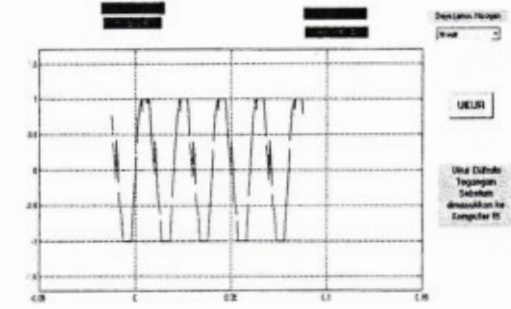
Posisi LDR dari Permukaan air 40 cm



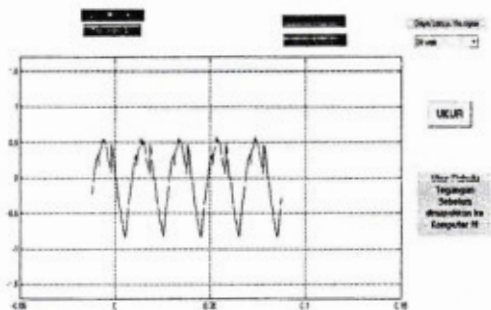
Posisi LDR dari Permukaan air 50 cm



Posisi LDR dari Permukaan air 60 cm

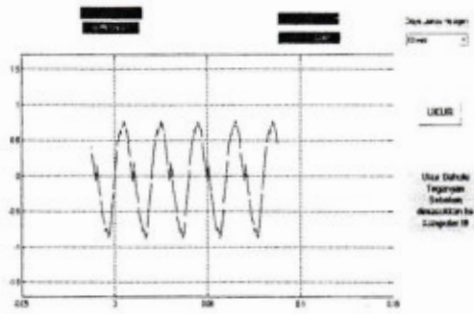


Posisi LDR dari Permukaan air 70 cm

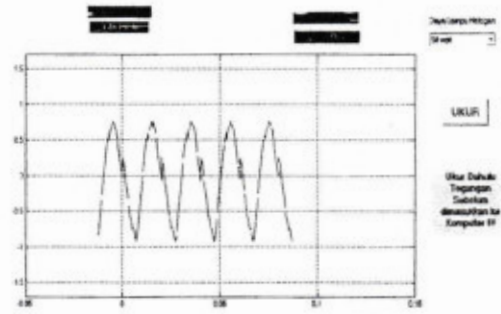


Posisi LDR dari Permukaan air 80 cm

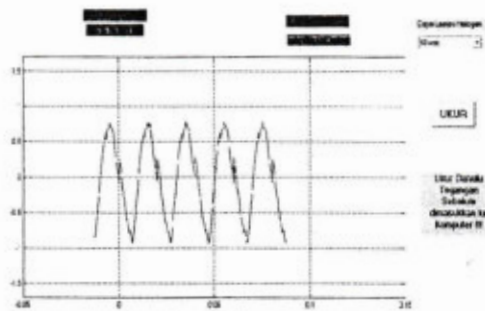
Kondisi Air Keruh I (Kandungan Sedimen 1 kg)  
(Uji III)



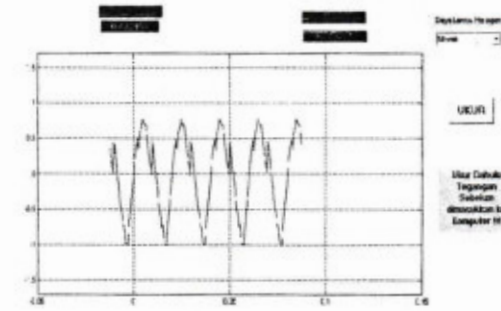
Posisi LDR dari Permukaan air 20 cm



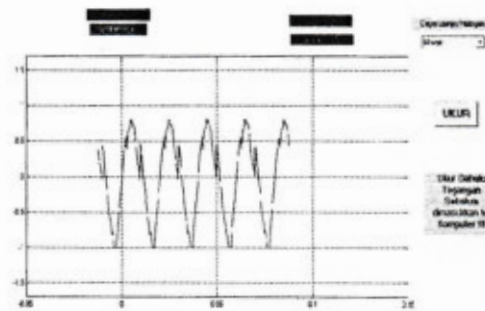
Posisi LDR dari Permukaan air 30 cm



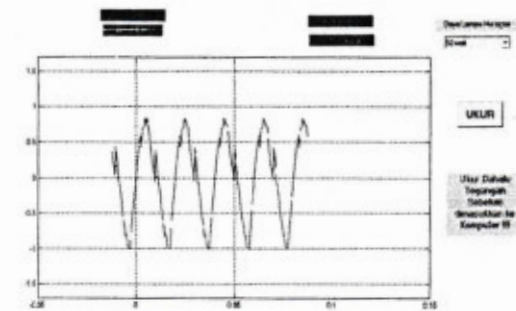
Posisi LDR dari Permukaan air 40 cm



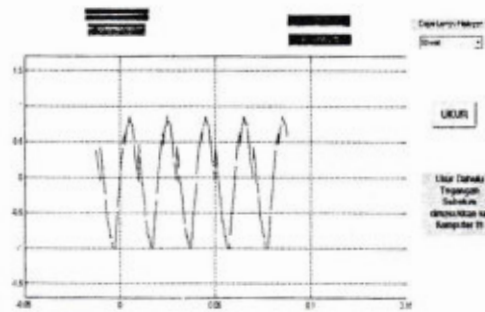
Posisi LDR dari Permukaan air 50 cm



Posisi LDR dari Permukaan air 60 cm

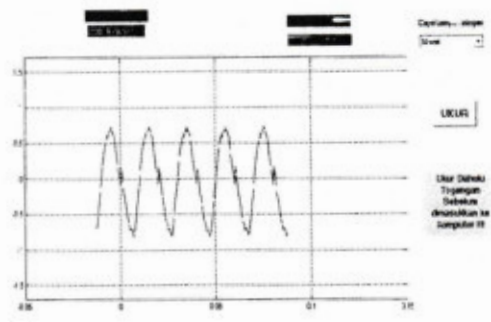


Posisi LDR dari Permukaan air 70 cm

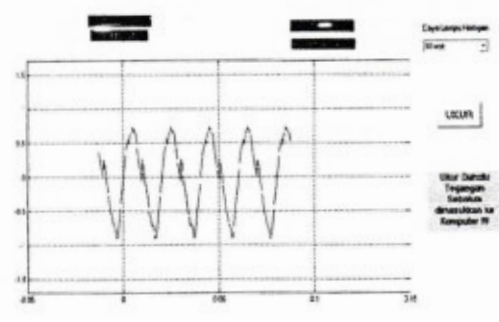


Posisi LDR dari Permukaan air 80 cm

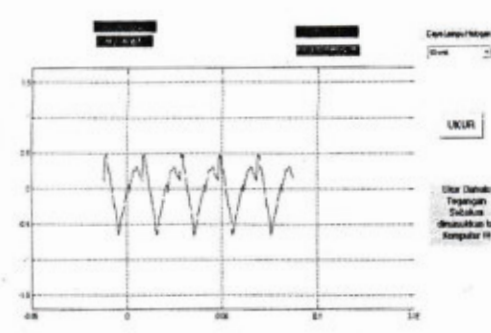
Kondisi Air Keruh I (Kandungan Sedimen 1 kg)  
(Uji IV)



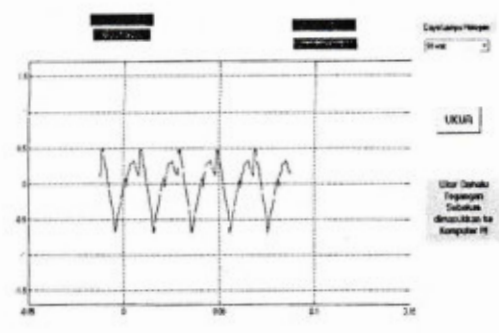
Posisi LDR dari Permukaan air 20 cm



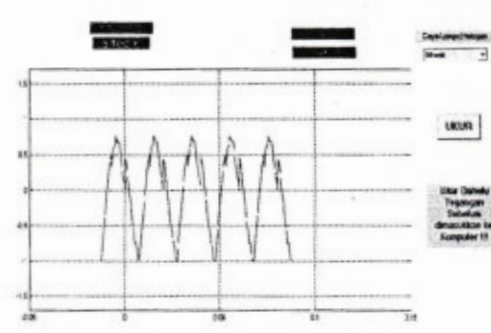
Posisi LDR dari Permukaan air 30 cm



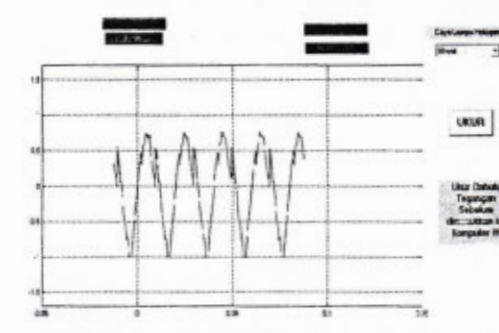
Posisi LDR dari Permukaan air 50 cm



Posisi LDR dari Permukaan air 60 cm

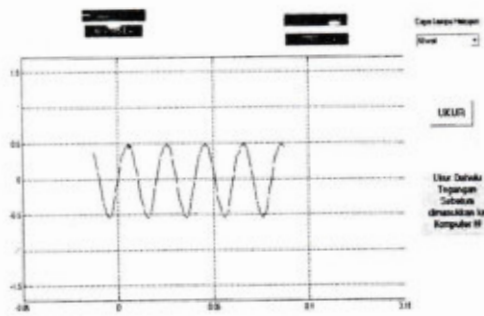


Posisi LDR dari Permukaan air 70 cm

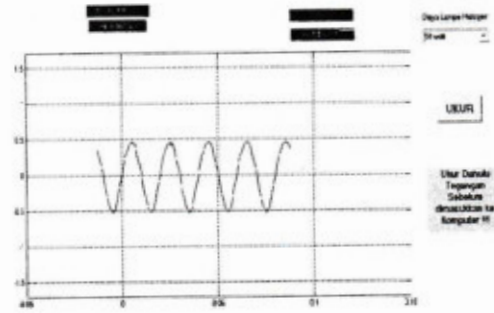


Posisi LDR dari Permukaan air 80 cm

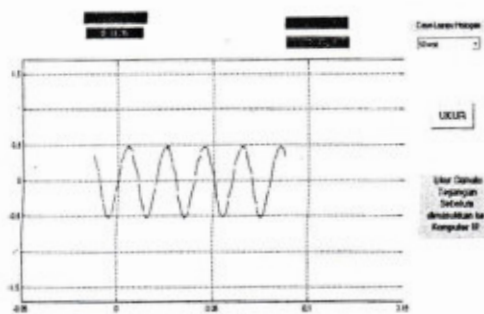
Kondisi Air Keruh I (Kandungan Sedimen 1 kg)  
(Uji **V**)



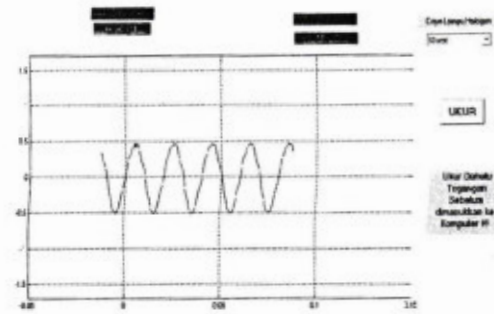
Posisi LDR dari Permukaan air 20 cm



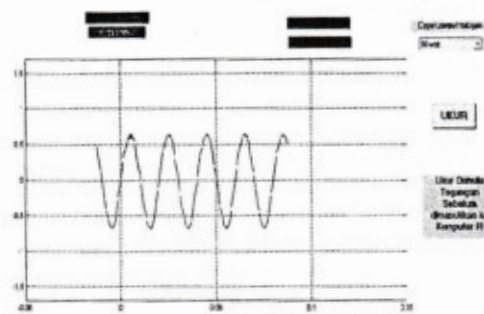
Posisi LDR dari Permukaan air 30 cm



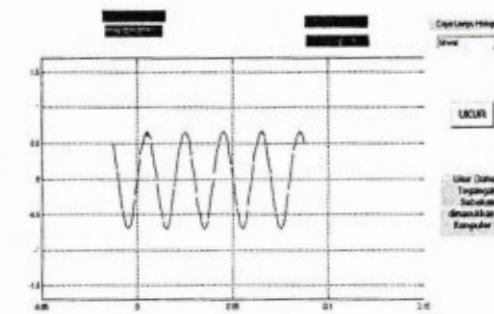
Posisi LDR dari Permukaan air 40 cm



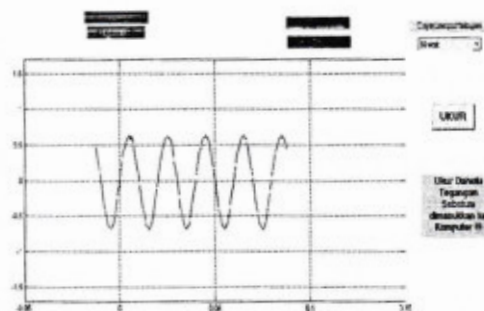
Posisi LDR dari Permukaan air 50 cm



Posisi LDR dari Permukaan air 60 cm



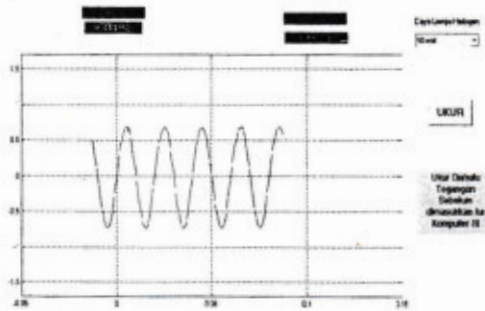
Posisi LDR dari Permukaan air 70 cm



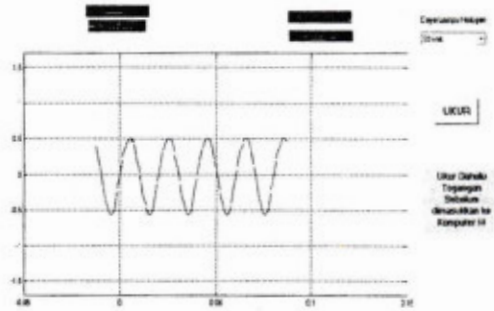
Posisi LDR dari Permukaan air 80 cm

Kondisi Air Keruh II (Kandungan Sedimen 2 kg)

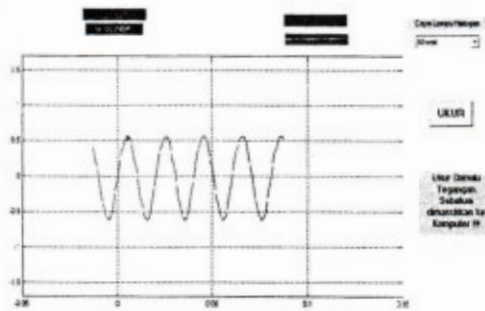
(Uji I)



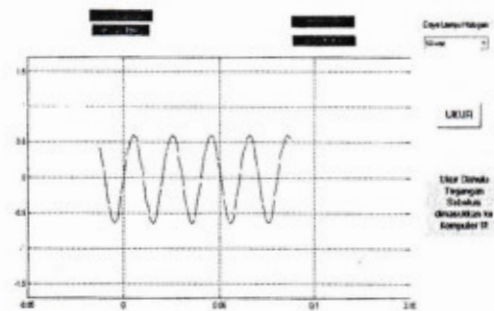
Posisi LDR dari Permukaan air 20 cm



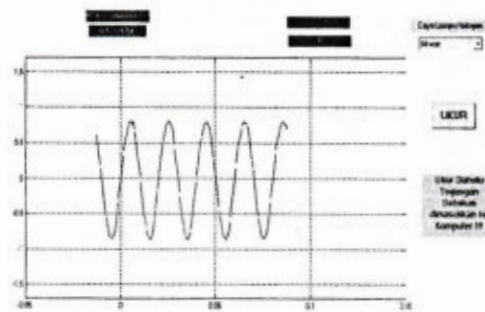
Posisi LDR dari Permukaan air 40 cm



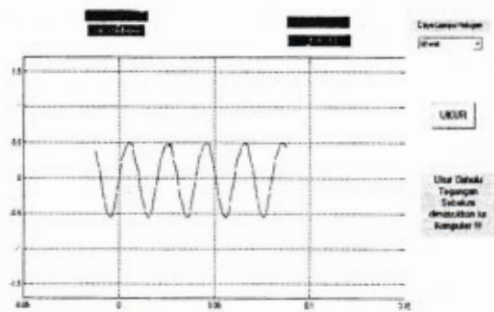
Posisi LDR dari Permukaan air 50 cm



Posisi LDR dari Permukaan air 60 cm



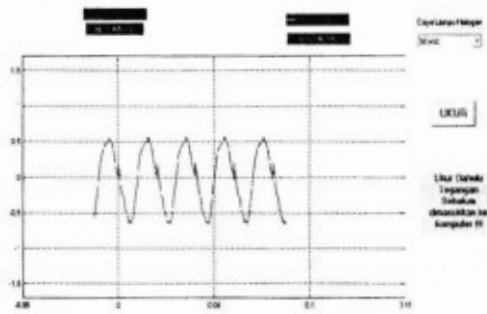
Posisi LDR dari Permukaan air 70 cm



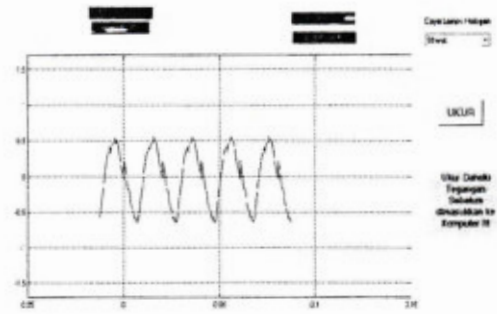
Posisi LDR dari Permukaan air 80 cm

Kondisi Air Keruh II (Kandungan Sedimen 2 kg)

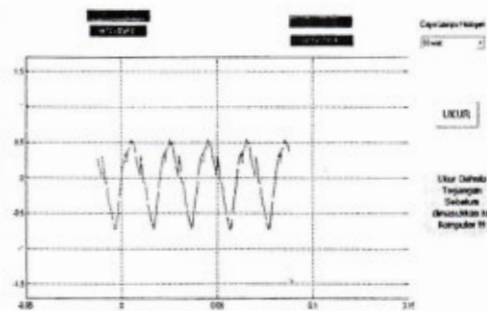
(Uji II)



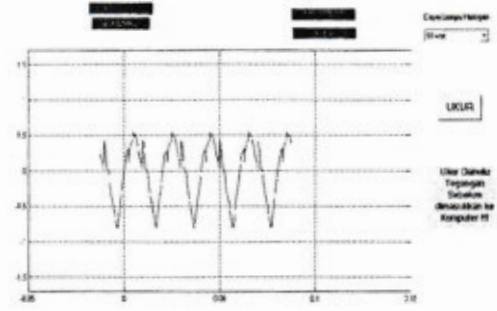
Posisi LDR dari Permukaan air 20 cm



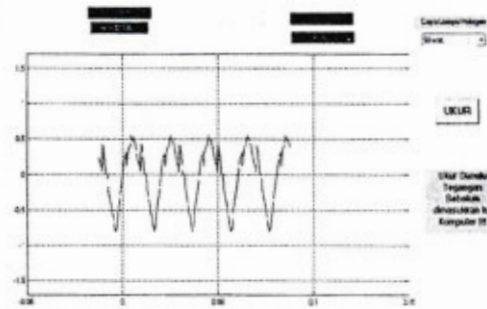
Posisi LDR dari Permukaan air 30 cm



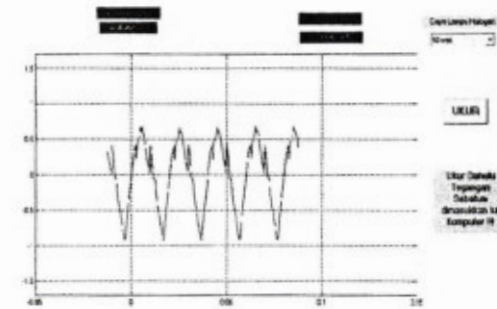
Posisi LDR dari Permukaan air 40 cm



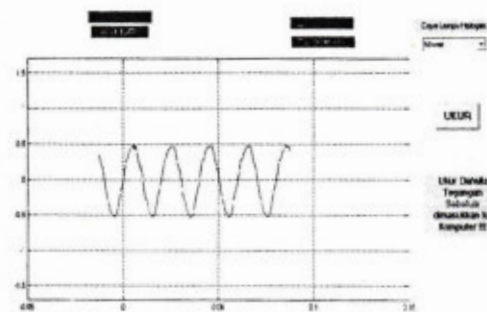
Posisi LDR dari Permukaan air 50 cm



Posisi LDR dari Permukaan air 60 cm

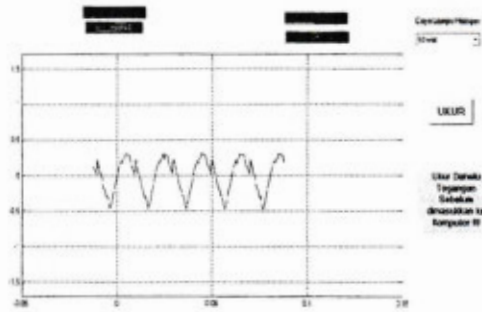


Posisi LDR dari Permukaan air 70 cm

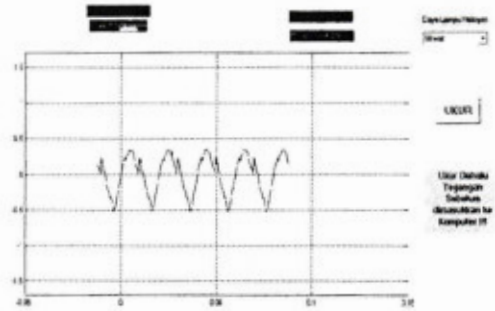


Posisi LDR dari Permukaan air 80 cm

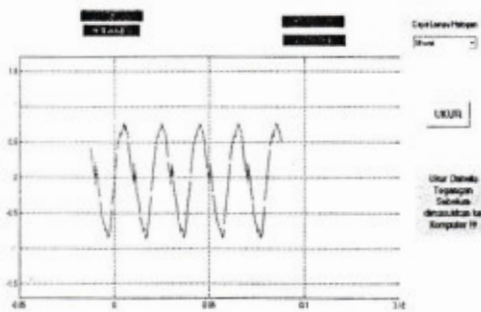
Kondisi Air Keruh II (Kandungan Sedimen 2 kg)  
(Uji III)



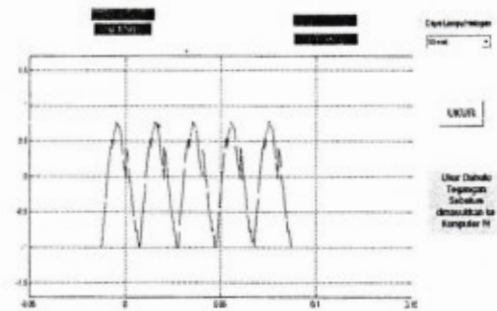
Posisi LDR dari Permukaan air 20 cm



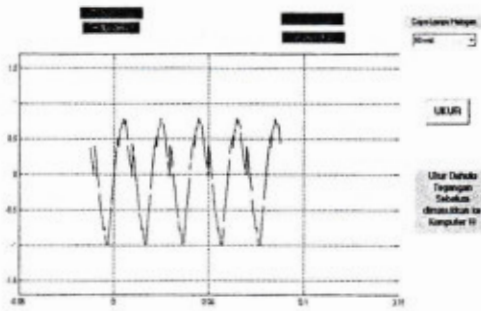
Posisi LDR dari Permukaan air 30 cm



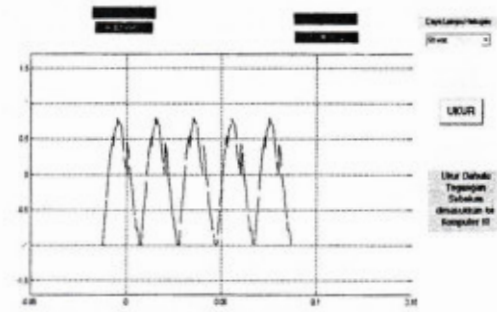
Posisi LDR dari Permukaan air 40 cm



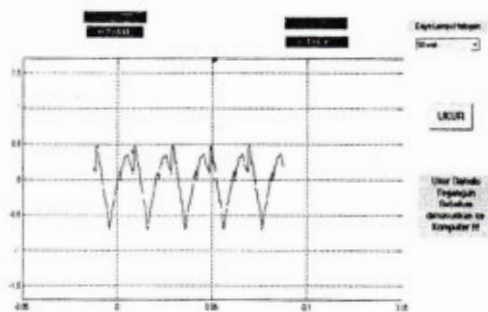
Posisi LDR dari Permukaan air 50 cm



Posisi LDR dari Permukaan air 60 cm



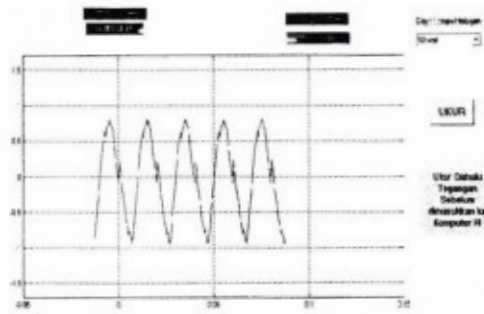
Posisi LDR dari Permukaan air 70 cm



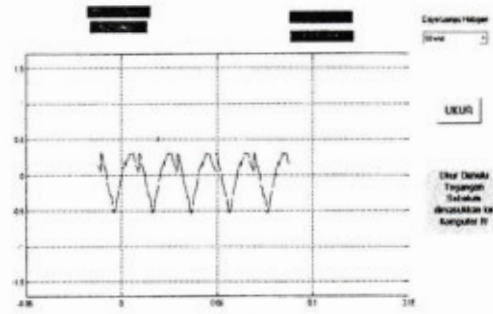
Posisi LDR dari Permukaan air 80 cm

Kondisi Air Keruh II (Kandungan Sedimen 2 kg)  
(Uji IV)

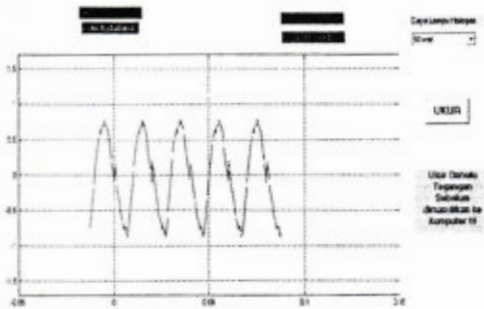




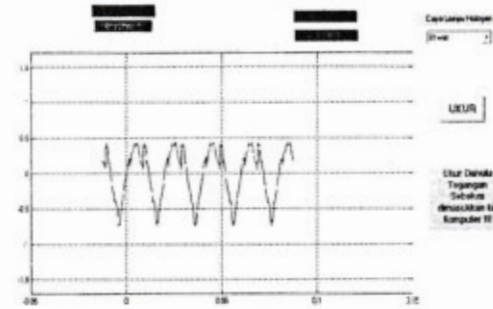
Posisi LDR dari Permukaan air 20 cm



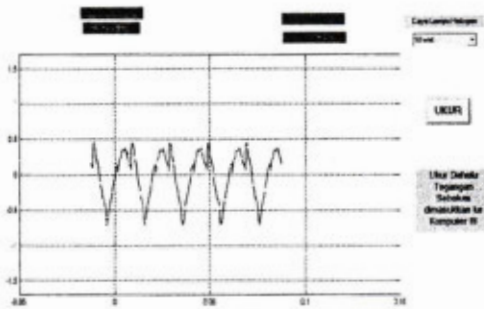
Posisi LDR dari Permukaan air 30 cm



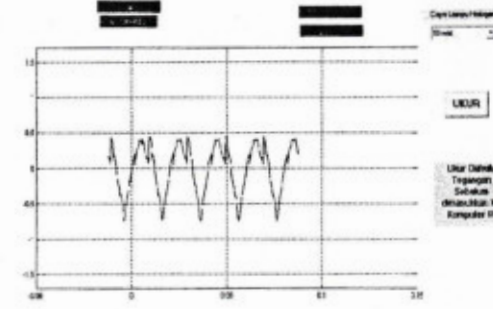
Posisi LDR dari Permukaan air 40 cm



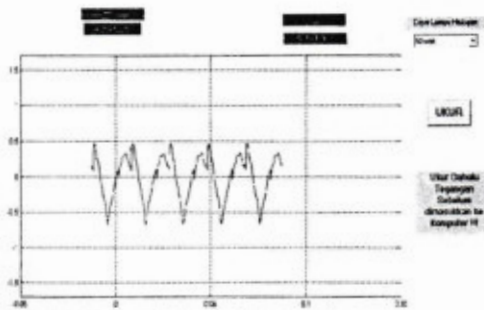
Posisi LDR dari Permukaan air 50 cm



Posisi LDR dari Permukaan air 60 cm



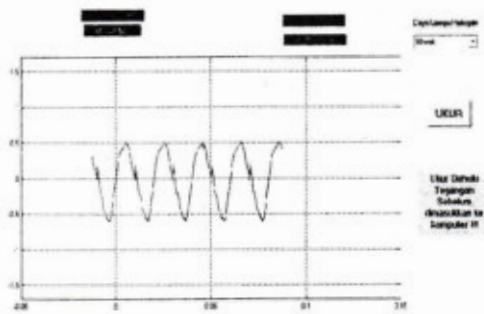
Posisi LDR dari Permukaan air 70 cm



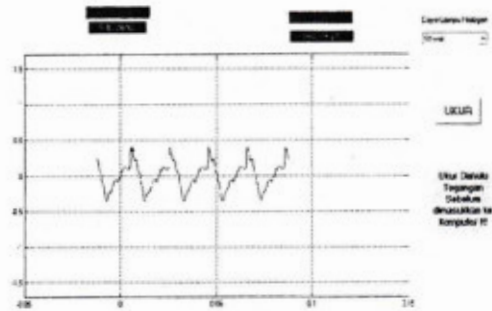
Posisi LDR dari Permukaan air 80 cm

Kondisi Air Keruh II (Kandungan Sedimen 2 kg)

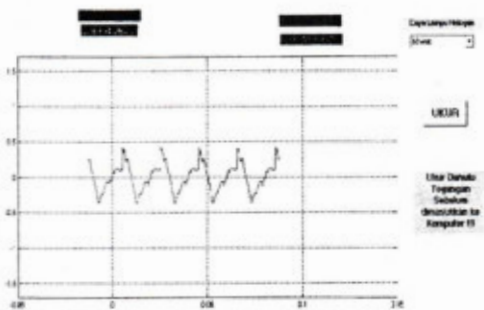
(Uji V)



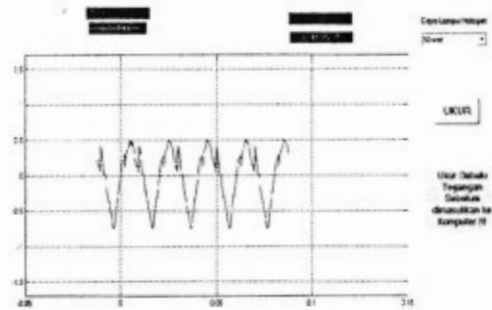
Posisi LDR dari Permukaan air 20 cm



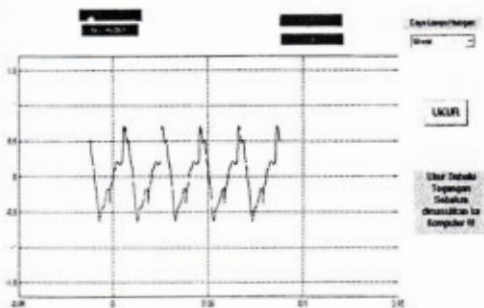
Posisi LDR dari Permukaan air 30 cm



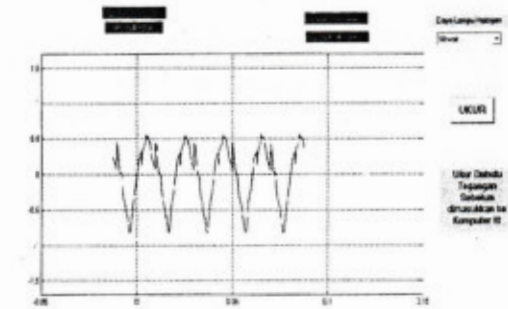
Posisi LDR dari Permukaan air 40 cm



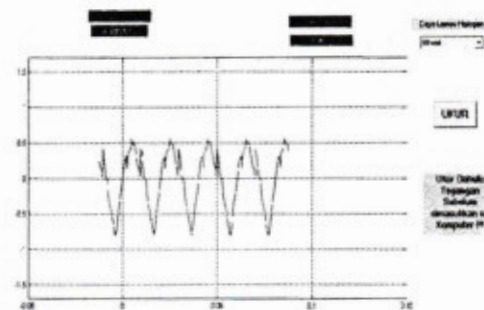
Posisi LDR dari Permukaan air 50 cm



Posisi LDR dari Permukaan air 60 cm



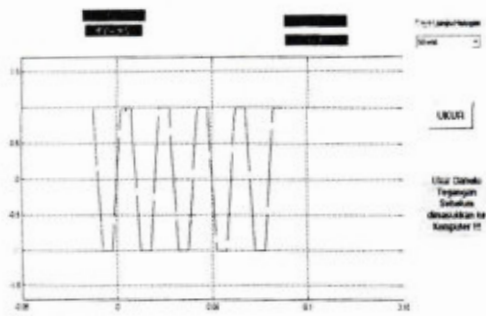
Posisi LDR dari Permukaan air 70 cm



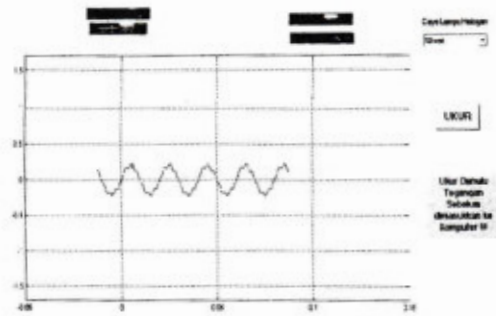
Posisi LDR dari Permukaan air 80 cm

Kondisi Air Keruh III (Kandungan Sedimen 3 kg)

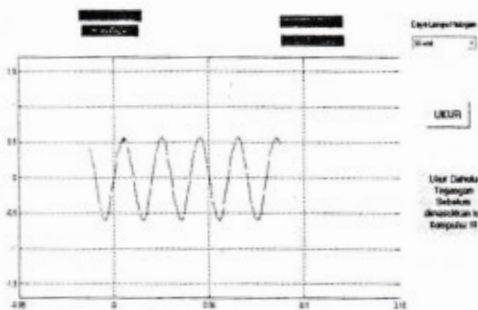
(Uji I)



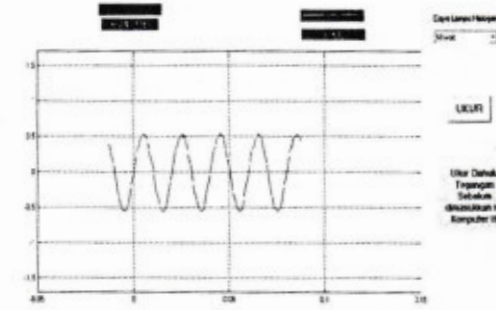
Posisi LDR dari Permukaan air 20 cm



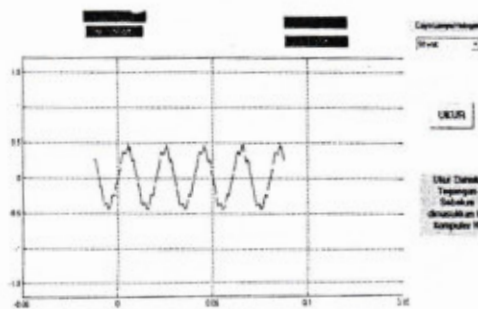
Posisi LDR dari Permukaan air 30 cm



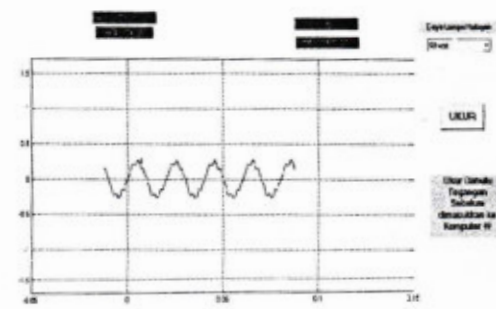
Posisi LDR dari Permukaan air 40 cm



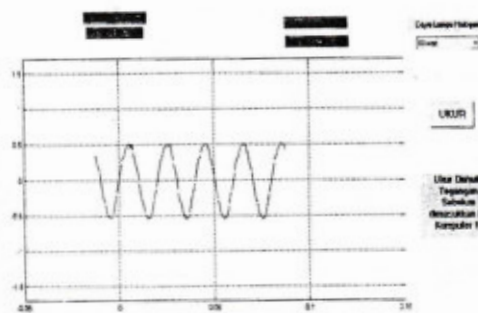
Posisi LDR dari Permukaan air 50 cm



Posisi LDR dari Permukaan air 60 cm



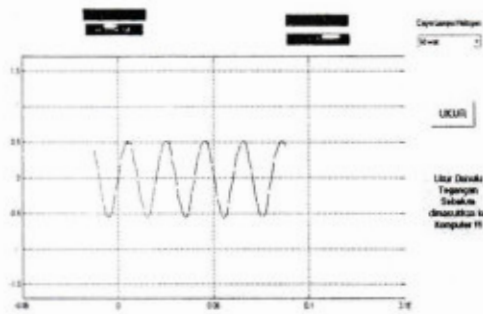
Posisi LDR dari Permukaan air 70 cm



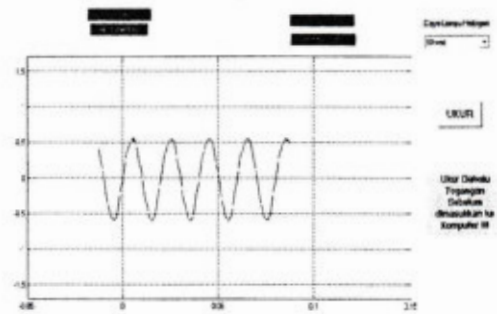
Posisi LDR dari Permukaan air 80 cm

Kondisi Air Keruh III (Kandungan Sedimen 3 kg)

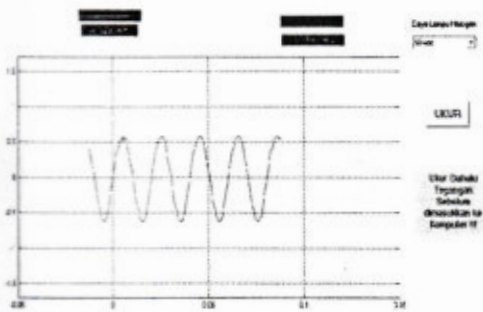
(Uji II)



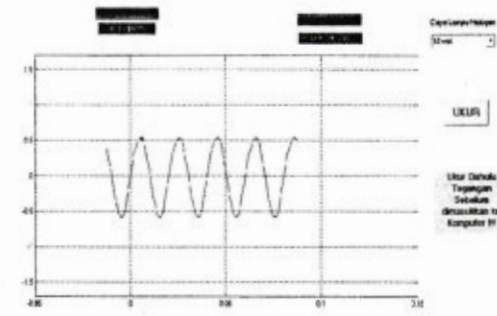
Posisi LDR dari Permukaan air 20 cm



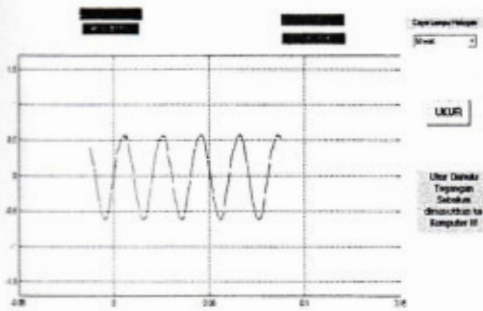
Posisi LDR dari Permukaan air 30 cm



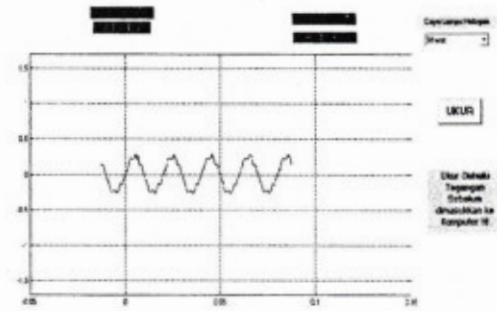
Posisi LDR dari Permukaan air 40 cm



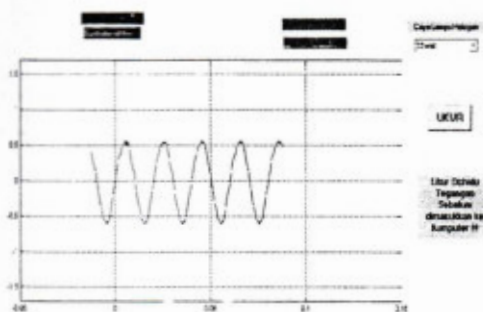
Posisi LDR dari Permukaan air 50 cm



Posisi LDR dari Permukaan air 60 cm



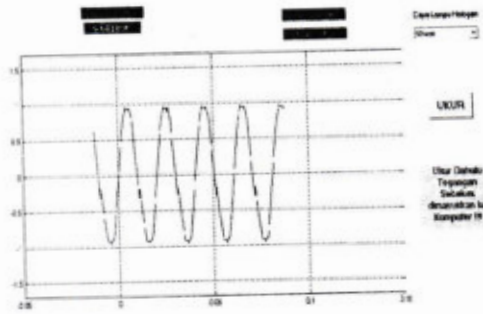
Posisi LDR dari Permukaan air 70 cm



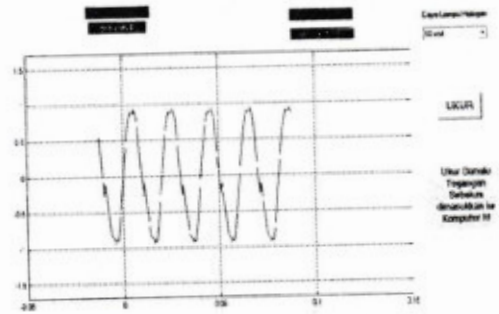
Posisi LDR dari Permukaan air 80 cm

Kondisi Air Keruh III (Kandungan Sedimen 3 kg)

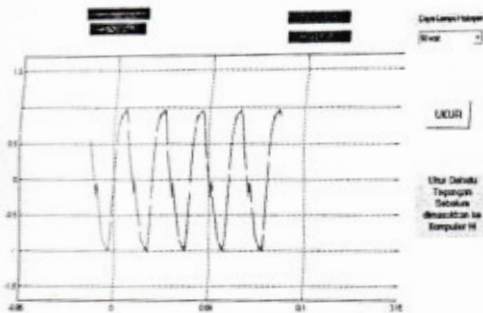
(Uji III)



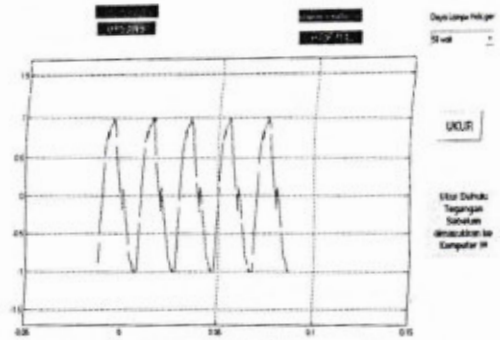
Posisi LDR dari Permukaan air 20 cm



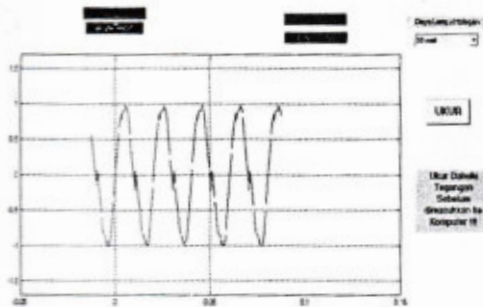
Posisi LDR dari Permukaan air 30 cm



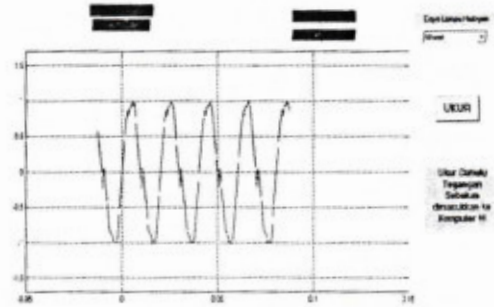
Posisi LDR dari Permukaan air 40 cm



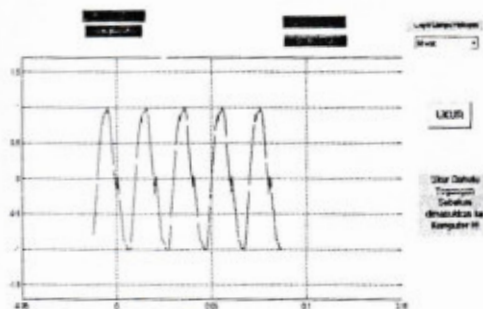
Posisi LDR dari Permukaan air 50 cm



Posisi LDR dari Permukaan air 60 cm



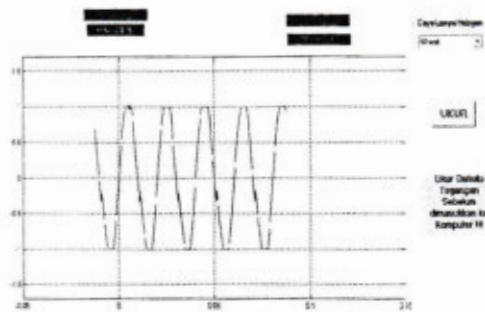
Posisi LDR dari Permukaan air 70 cm



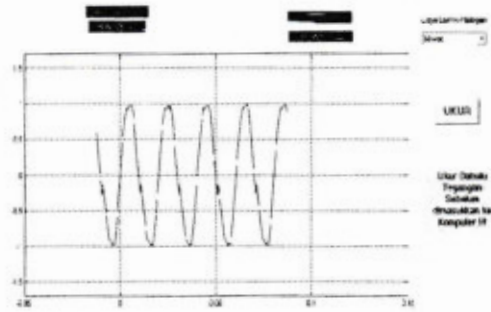
Posisi LDR dari Permukaan air 80 cm

Kondisi Air Keruh III (Kandungan Sedimen 3 kg)

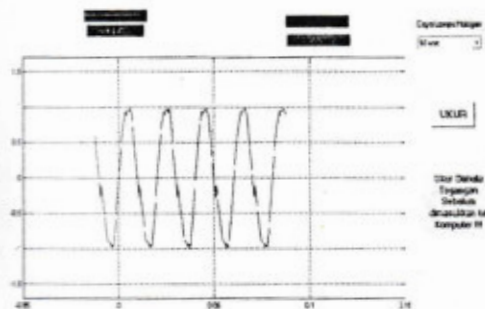
(Uji V)



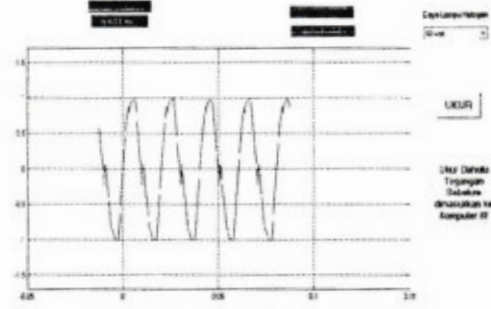
Posisi LDR dari Permukaan air 20 cm



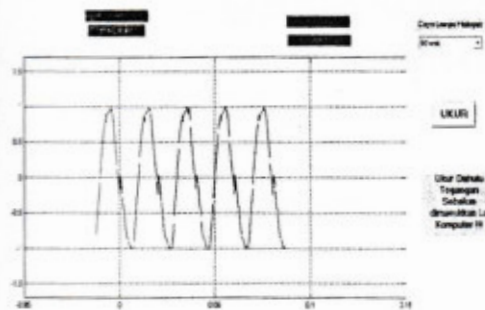
Posisi LDR dari Permukaan air 30 cm



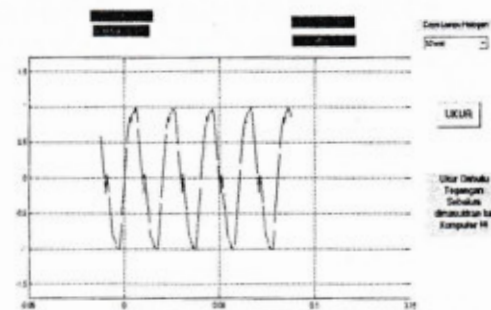
Posisi LDR dari Permukaan air 40 cm



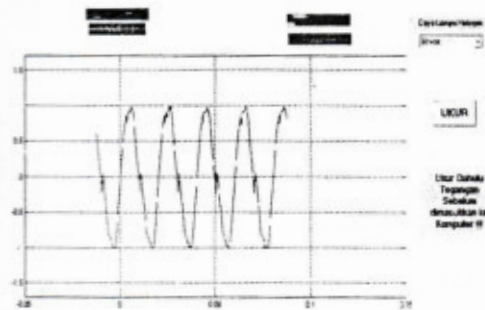
Posisi LDR dari Permukaan air 50 cm



Posisi LDR dari Permukaan air 60 cm



Posisi LDR dari Permukaan air 70 cm



Posisi LDR dari Permukaan air 80 cm

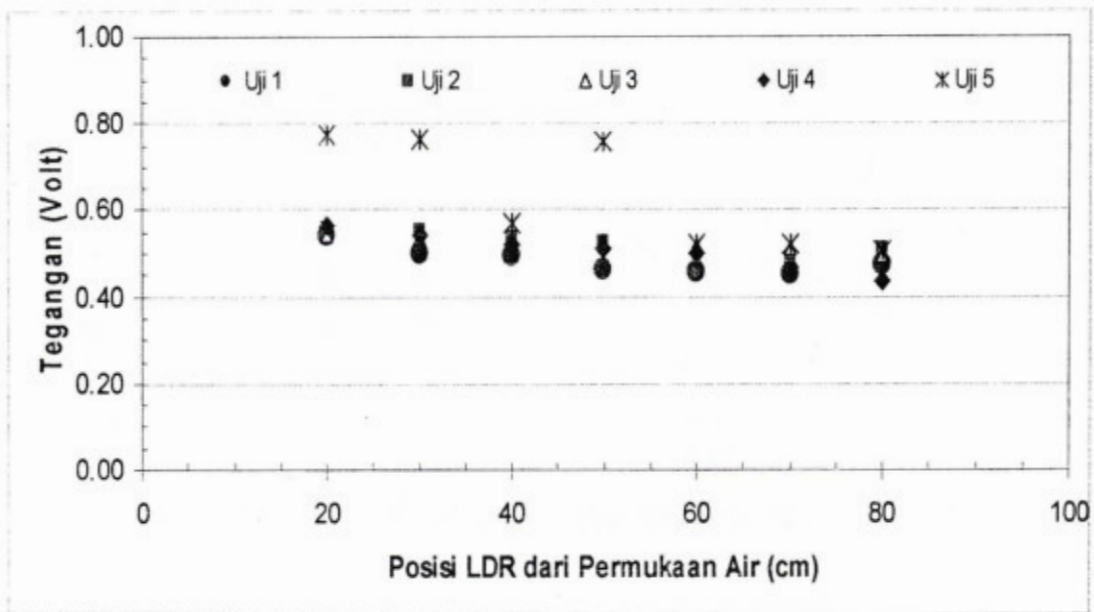
Kondisi Air Keruh III (Kandungan Sedimen 3 kg)  
(Uji IV)

**LAMPIRAN 2**  
**SEBARAN PEMBACAAN TEGANGAN**  
**PADA BERBAGAI KONDISI**

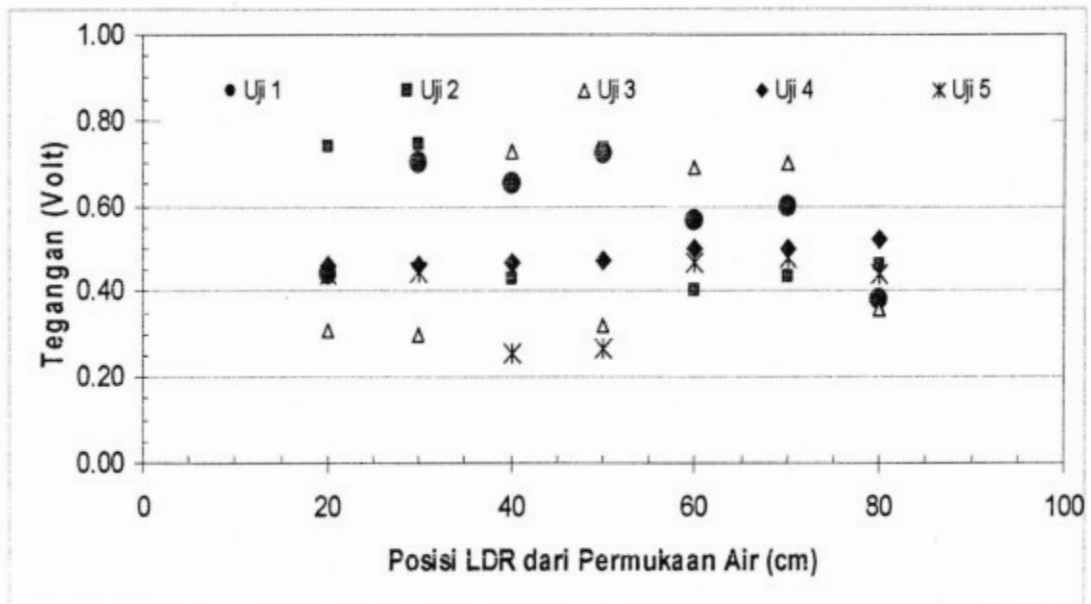
## **LAMPIRAN 2**

**SEBARAN PEMBACAAN TEGANGAN  
PADA BERBAGAI KONDISI**

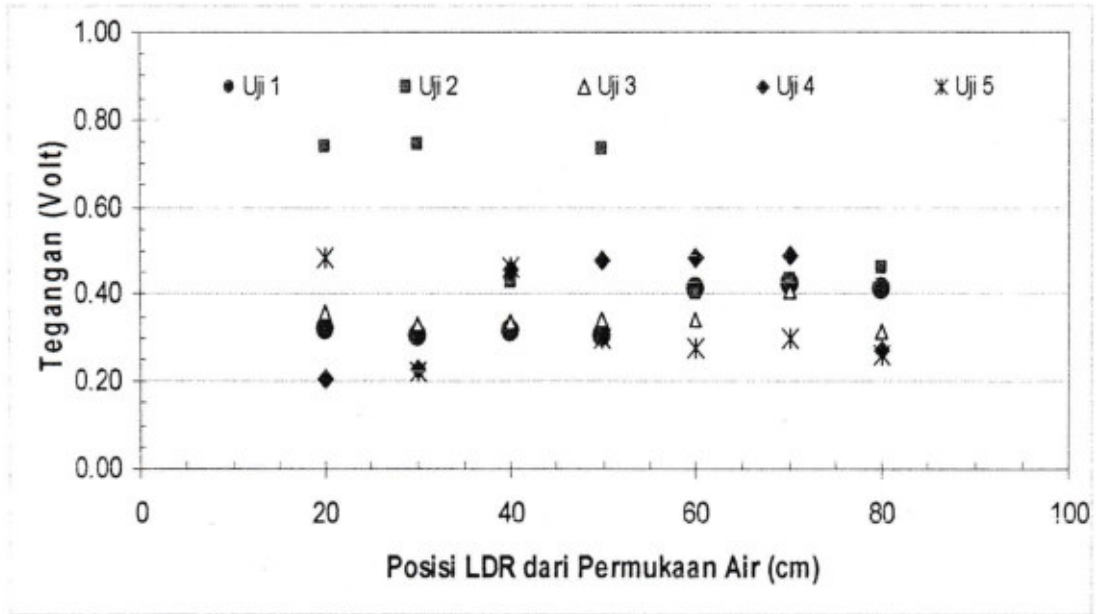




Gambar L.2a. Sebaran Pembacaan Tegangan pada Kondisi Tanpa Sedimen Suspensi



Gambar L.2b. Sebaran Pembacaan Tegangan pada Kondisi Konsentrasi Sedimen Suspensi 1 kg dalam 157 liter air (6,366 gr/ltr)



Gambar L.2c. Sebaran Pembacaan Tegangan pada Kondisi Konsentrasi Sedimen Suspensi 2 kg dalam 157 liter air (12,732 gr/ltr)

**LAMPIRAN 3**  
**DOKUMENTASI PERALATAN PENELITIAN**



**Foto 1.** Seluruh personil tim peneliti (ketua peneliti, 2 anggota peneliti dan teknisi) berfoto bersama di Laboratorium Hidrolika dan Pantai, Fakultas Teknik Universitas Mataram



**Foto 2.** Alat ukur sedimen suspensi dan bak ukur.

Bagian-bagian utama alat ukur sedimen suspensi terdiri dari perangkat keras dan perangkat lunak.

- a. Perangkat keras : lampu, LDR (*Light Difference Resisrantce*), *Interface* LDR ke komputer, mistar ukur (*peilshaal*) dan komputer.
- b. Perangkat lunak : software untuk mengubah data intensitas cahaya menjadi tegangan. Software disusun menggunakan bahasa pemrograman MATLAB.

Batang penyangga alat ukur sedimen suspensi terdiri dari 2 bagian :

- a. Batang statis (batang tetap, tidak dapat digerakkan) : di bagian atas batang ini dipasang lampu halogen sebagai sumber cahaya. Pada batang statis dipasang mistar ukur (*peilschaal*) untuk mengetahui kedalaman air
- b. Batang dinamis (dapat digerakkan naik turun untuk mengakomodasi kedalaman air) : di bagian bawahnya dipasang peralatan LDR. LDR adalah alat yang berfungsi sebagai sensor cahaya.

Bak ukur digunakan untuk media kalibrasi alat ukur sedimen suspensi, yang dilakukan dengan mengukur banyaknya sedimen tersuspensi dalam air. Bak ukur dibuat dari drum, terdiri dari 2 jenis :

- a. Bak ukur dengan ketinggian 1 m (1 buah drum). Bak ukur ini digunakan untuk melakukan kalibrasi pada kedalaman kurang dari 1 m.
- b. Bak ukur dengan ketinggian 4 m (susunan 4 buah drum yang dilas). Bak ukur ini digunakan untuk melakukan kalibrasi pada kedalaman lebih dari 1 m.



**Foto 3.** Lampu halogen 1.000 watt sebagai sumber cahaya, dipasang di bagian atas batang statis pada alat ukur sedimen suspensi

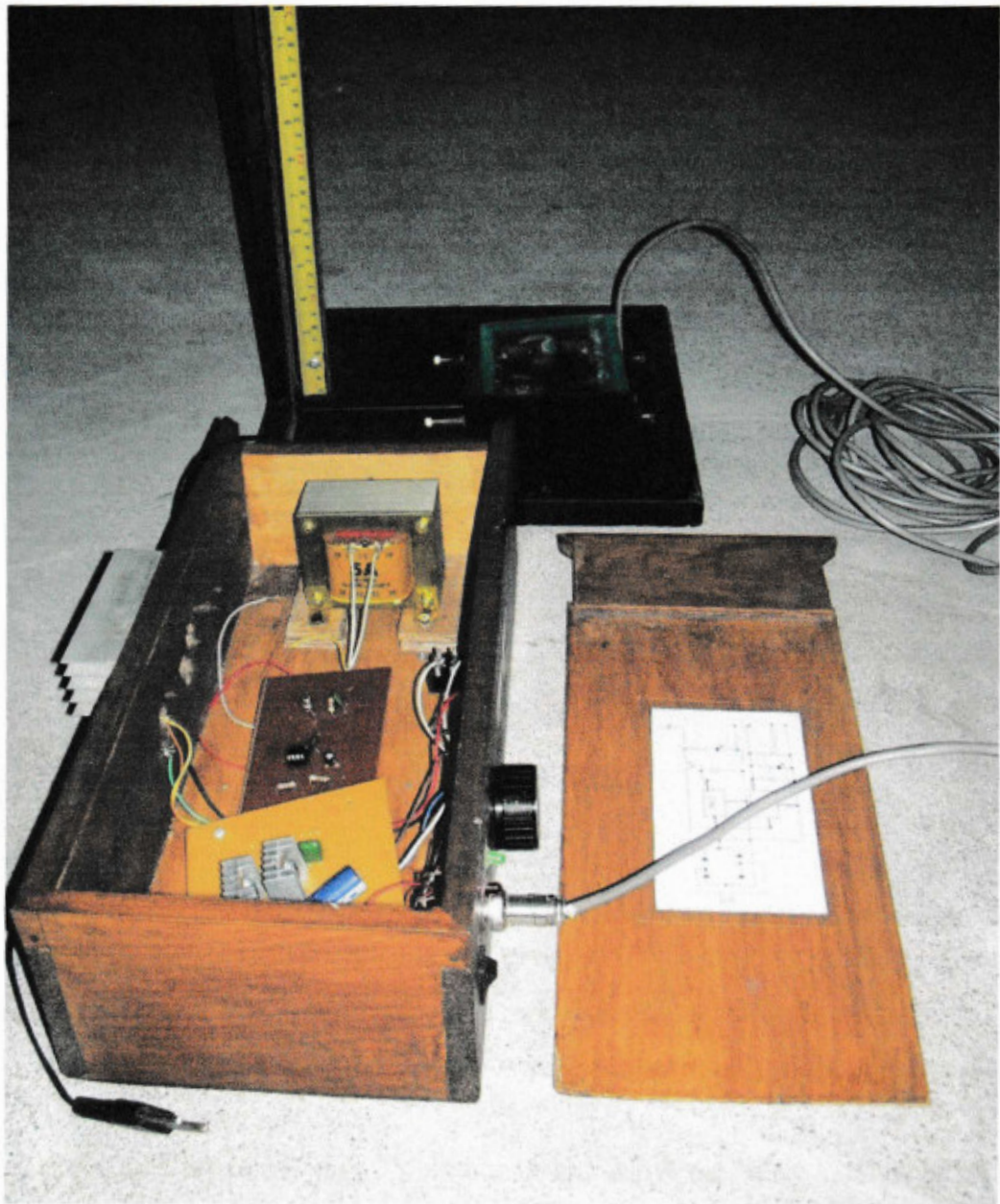
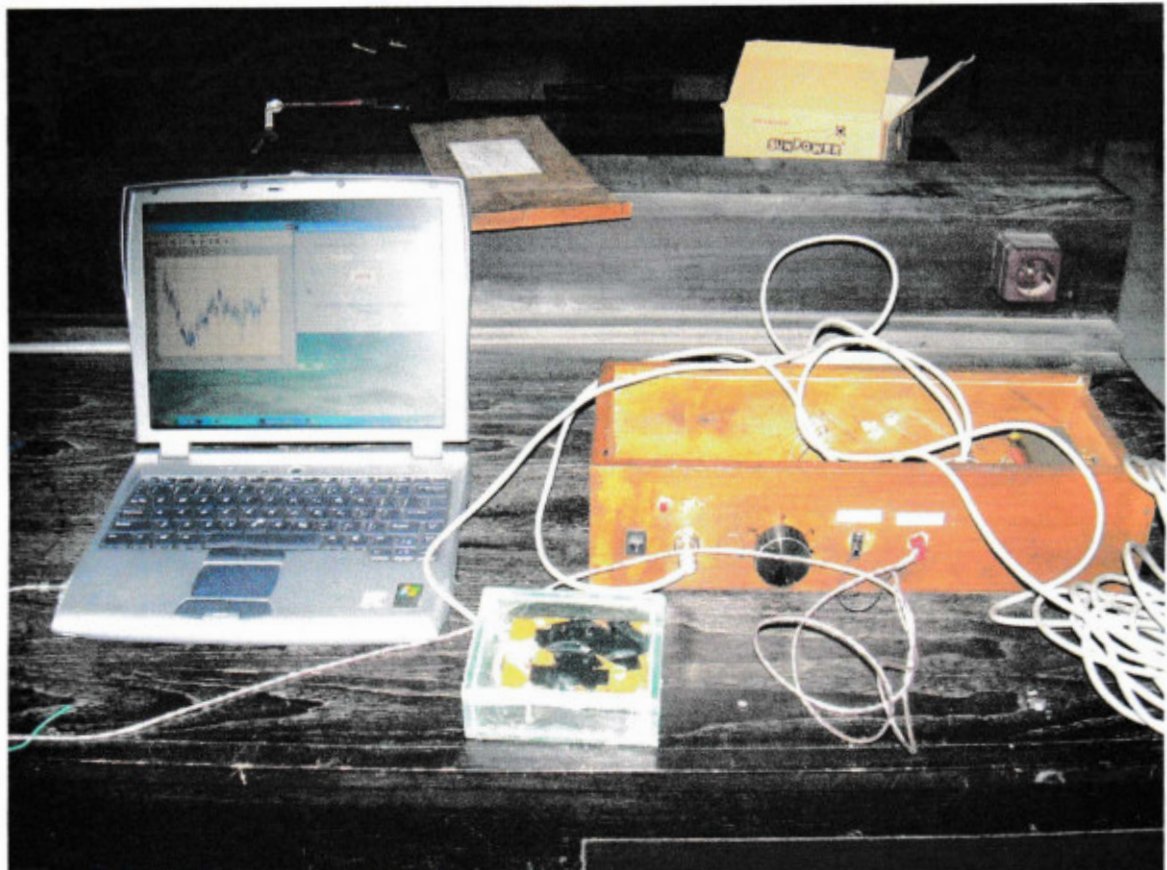


Foto 4. Peralatan LDR terpasang di bagian bawah batang dinamis pada alat ukur sedimen suspensi. LDR tersambung ke peralatan *Interface*, yang berfungsi sebagai penghubung tegangan yang dihasilkan oleh LDR agar sesuai dengan komputer.





**Foto 5.** Peralatan LDR tersambung ke peralatan *Interface*, yang berfungsi untuk menyesuaikan tegangan yang dihasilkan LDR menjadi tegangan yang sesuai untuk komputer. Komputer menampilkan grafik tegangan dengan bantuan software yang telah dibuat.

Dari data tegangan yang terbaca tersebut, dapat diketahui kandungan sedimen suspensi berdasarkan data yang diperoleh dari uji kalibrasi



**Foto 6. Penimbangan tanah yang akan dipergunakan sebagai sedimen suspensi di Lab. Hidrolika dan Pantai.**



**Foto 7. Proses pengambilan Data. Satu orang mengaduk agar sedimen terlarut dan satu orang lagi memegang tangkai LDR.**



**Foto 8. Pengukuran kecepatan aliran di sungai menggunakan peralatan Current Meter. Pengukuran dilakukan pada saat debit sungai kecil (musim kemarau), sehingga sulit untuk dilakukan karena kedalaman air kecil. Pengukuran diatas dilakukan pada palung sungai, sehingga kedalamannya cukup untuk melakukan pengukuran kecepatan menggunakan Current Meter.**



**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 PPN 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

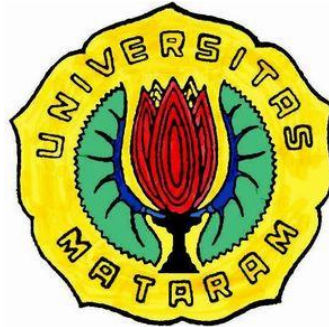
**2. Agus Suroso, ST.MT**  
NIP. 19680813 199703 1 002

Anggota II

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

**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,



Pathurrahman, ST, MT  
NIP. 19661231 199403 1 018

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<sup>\*)</sup>, Agus Suroso<sup>\*)</sup> and IB Giri Putra<sup>\*)</sup>**

**<sup>\*)</sup> 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<sup>\*)</sup>, Agus Suroso<sup>\*)</sup> and IB Giri Putra<sup>\*)</sup>**

**<sup>\*)</sup> 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

<b>Halaman Judul</b> .....	<b>i</b>
<b>Halaman Pengesahan</b> .....	<b>ii</b>
<b>Summary</b> .....	<b>iii</b>
<b>Ringkasan</b> .....	<b>iv</b>
<b>Kata Pengantar</b> .....	<b>v</b>
<b>Daftar Isi</b> .....	<b>vi</b>
<b>Daftar Gambar</b> .....	<b>viii</b>
<b>Daftar Tabel</b> .....	<b>x</b>
<b>I. PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Tujuan Khusus .....	2
1.3. Manfaat Penelitian .....	2
1.4. Urgensi Penelitian .....	3
<b>II. STUDI PUSTAKA</b> .....	<b>6</b>
2.1. Konsep Kontinuitas Sedimen .....	6
2.2. Debit Aliran Sungai dan Angkutan Sedimen Terapung .....	7
2.3. Lengkung Aliran-Sedimen Sungai .....	8
<b>III. METODE PENELITIAN</b> .....	<b>11</b>
3.1. Pengumpulan Data-data Sekunder .....	11
3.2. Pengukuran di Lapangan .....	11
3.3. Pengujian Sampel Sedimen dan Analisis Data .....	16
<b>IV. HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	<b>18</b>
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
<b>V. PENUTUP .....</b>	<b>39</b>
5.1. Kesimpulan .....	39
5.2. Rekomendasi .....	39
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>41</b>

## 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

<b>Nomer Gambar</b>	<b>Judul Gambar</b>	<b>Halaman</b>
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

<b>Nomer Tabel</b>	<b>Judul Tabel</b>	<b>Halaman</b>
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 (m<sup>3</sup>/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

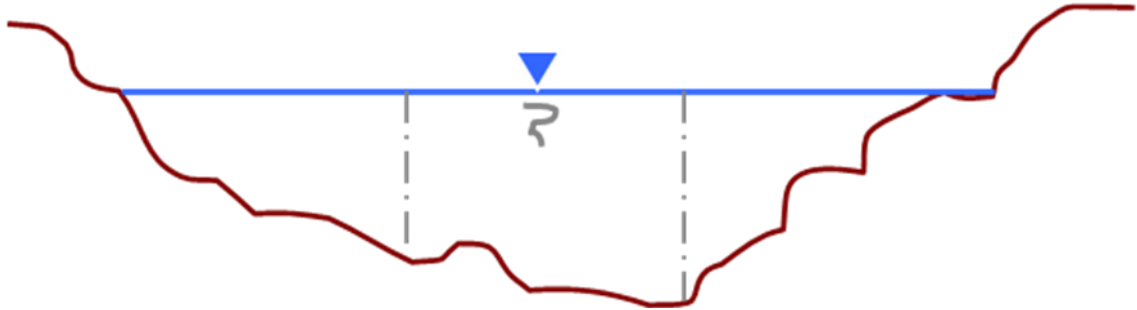
No	Jenis data	Sumber data	Keterangan
1	Data curah hujan dan data klimatologi lainnya	Balai Informasi Sumber Daya Air (BISDA), Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika (BMKG)	10 tahun terakhir
2	Data tata guna lahan dan peta-peta penunjang	Badan Pertanahan Nasional (BPN), Balai Pengelolaan Daerah 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**

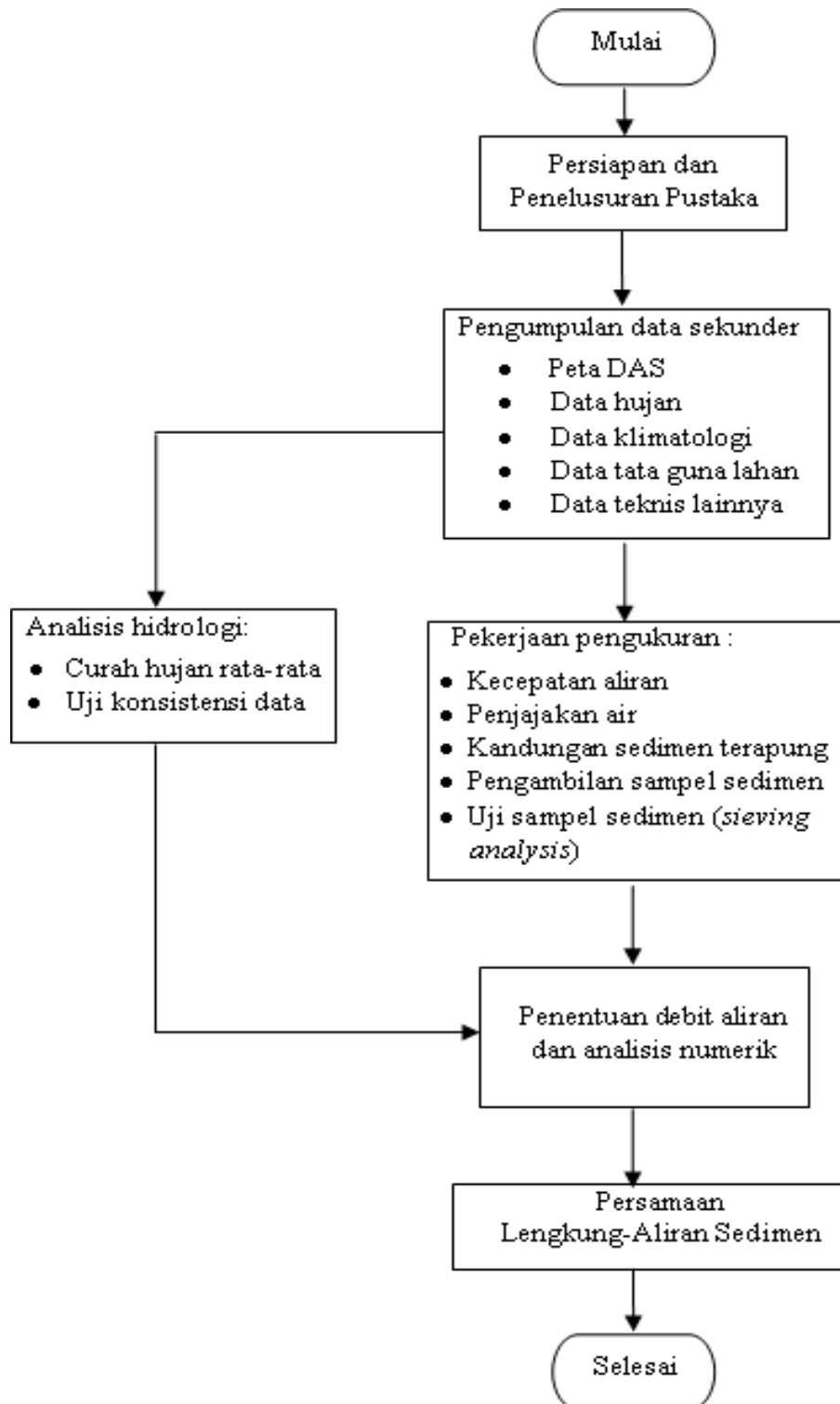
#### **A. Pengujian Sampel Sedimen**

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*).

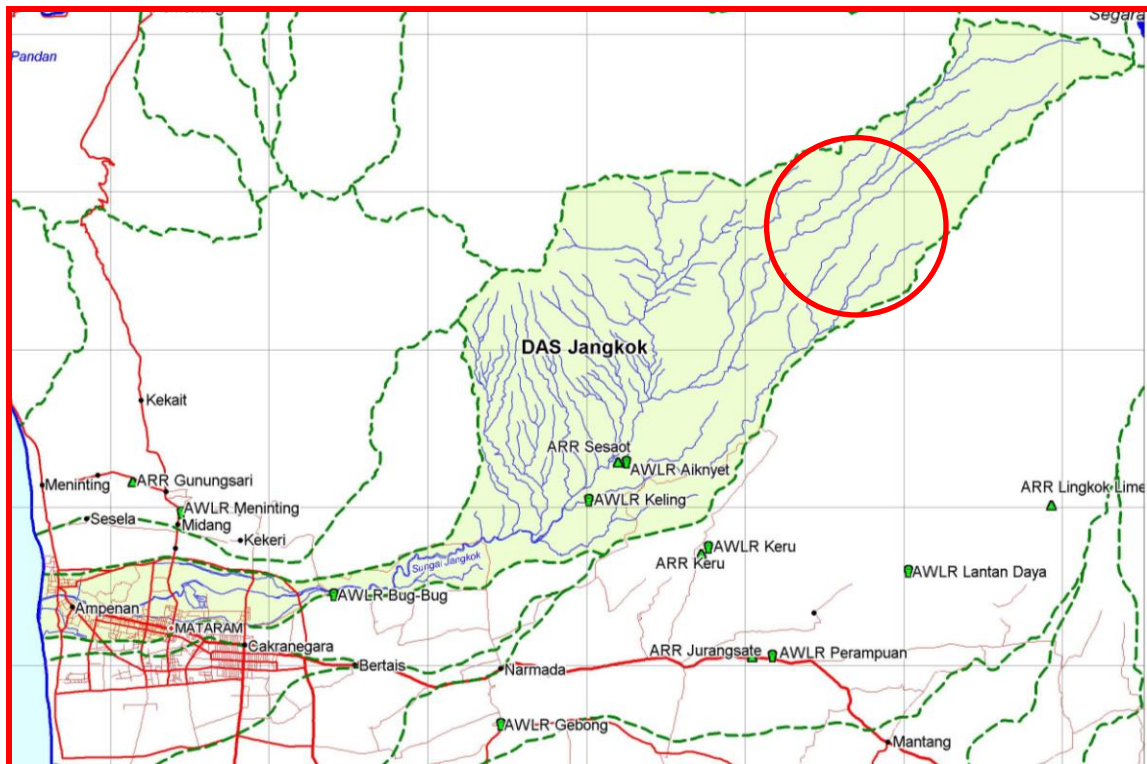


Gambar 7. Bagan alir pelaksanaan penelitian

## 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

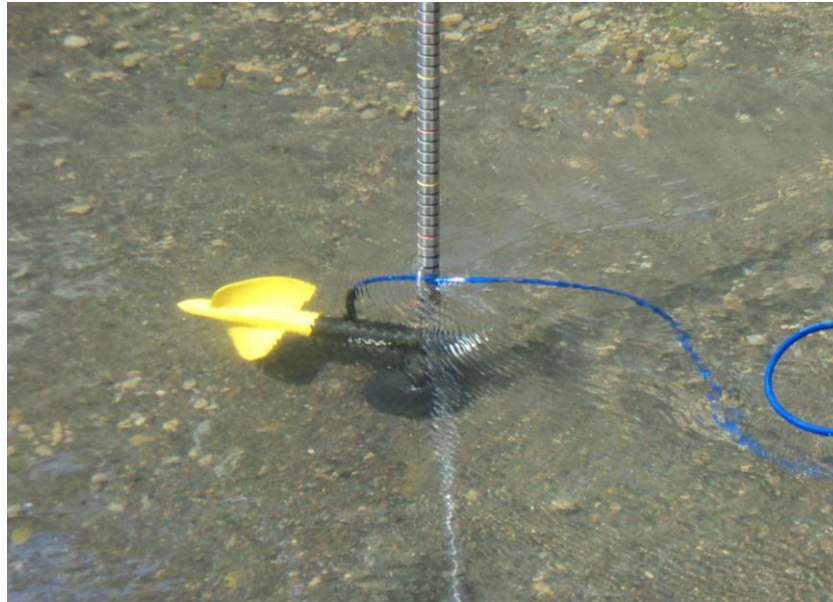
#### 4.2 Pengukuran Debit Aliran Sungai

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 <sup>2</sup> )	Debit Sesaat (m <sup>3</sup> /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).



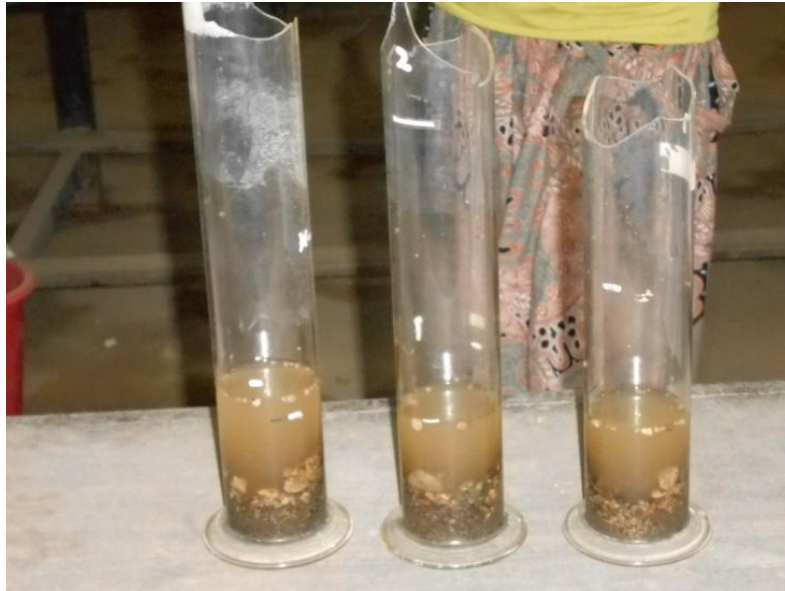
Gambar 15. Pemindahan sampel air dari USDH 48 dan *water sampler* model JT-1 ke wadah penyimpan



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.

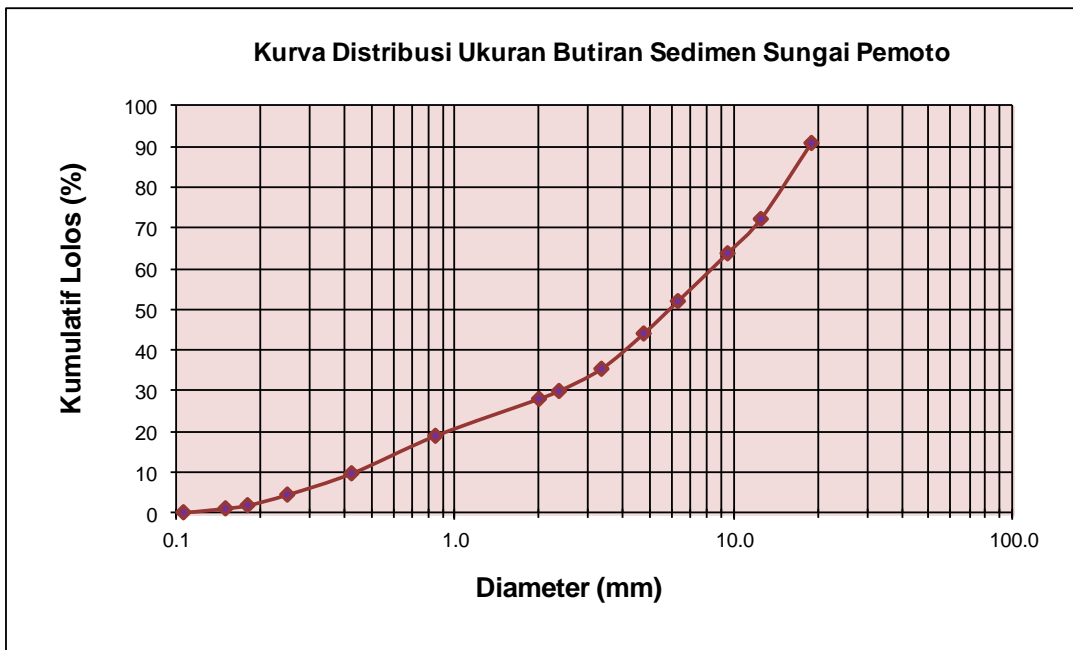


Gambar 20. Sampel sedimen ditempatkan pada *sieve shaker* untuk mengetahui komposisi berbagai ukuran butiran



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
<b>TOTAL</b>				<b>497.1</b>			<b>100.0</b>



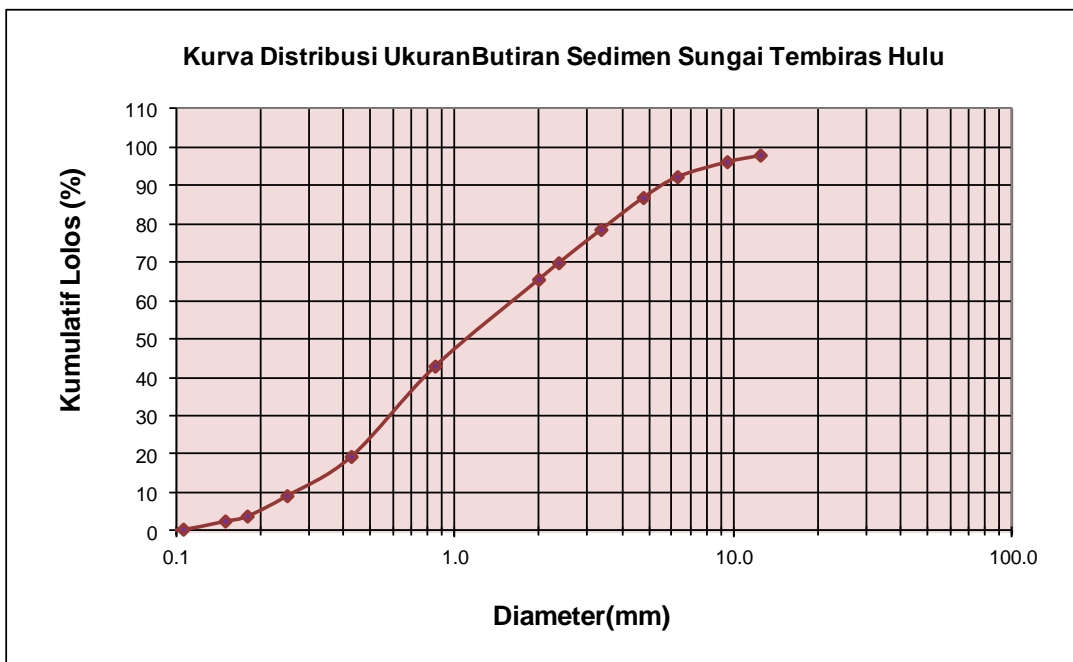
Gambar 21. Kurva distribusi ukuran butiran sedimen sungai Pemoto

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

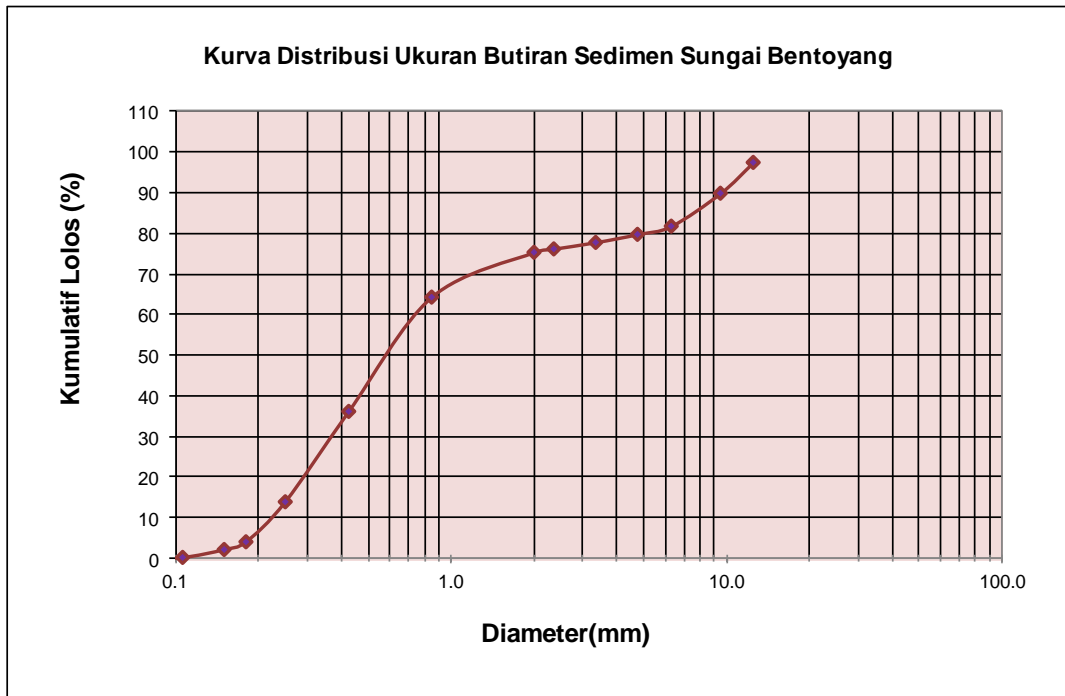
LOKASI : SUNGAI TEMBIRAS HULU				Berat sampel kering: 494,5 gram			
No ayakan	Ukuran ayakan (mm)	Berat saringan (gram)	Berat tanah tertahan + ayakan (gram)	Berat tanah tertahan (gram)	Berat tanah kumulatif lolos ayakan (gram)	Persen lolos saringan (%)	Tertahan (%)
3/4"	19						
1/2"	12.5	451.8	462	10.2	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
<b>TOTAL</b>				<b>494.6</b>			<b>100.0</b>



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
<b>TOTAL</b>				<b>499.9</b>			<b>100.0</b>



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

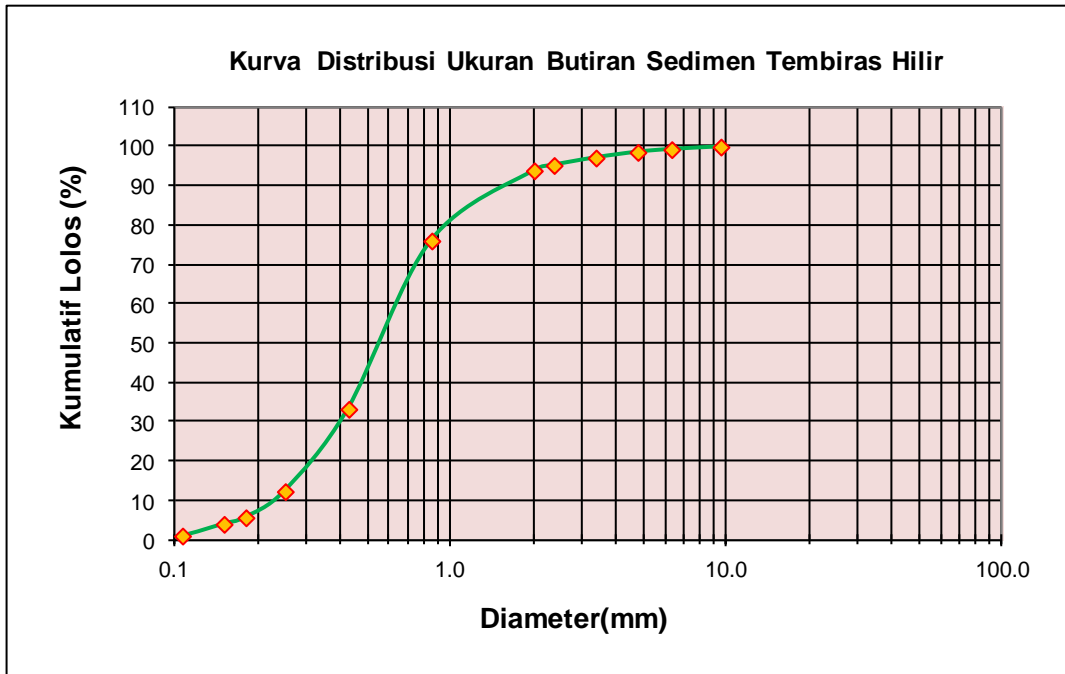
dengan diameter butiran 6.3 mm dan 9.5 mm hingga mencapai 15 %. Hal ini berarti bahwa material dasar sungai Bentoyang (B) relatif masih lebih kasar dari sungai Tembiras Hulu (Tu).

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
<b>TOTAL</b>				567.30			100.00

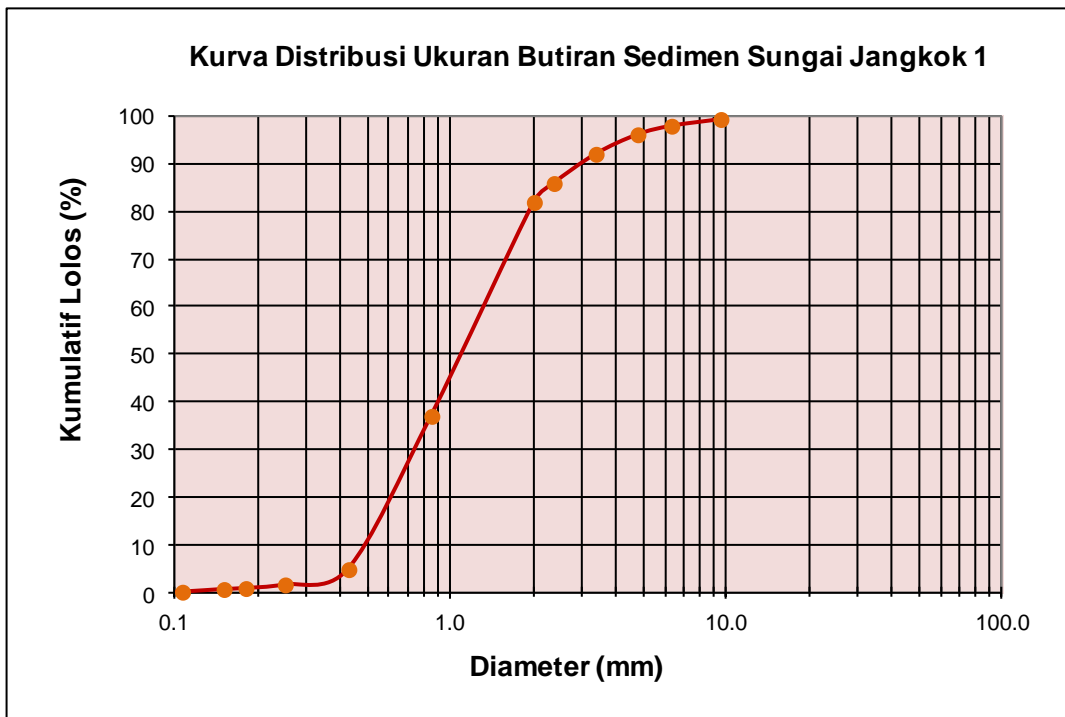


Gambar 24. Kurva distribusi ukuran butiran sedimen sungai Tembiras Hilir

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
<b>TOTAL</b>				249.50			100.00

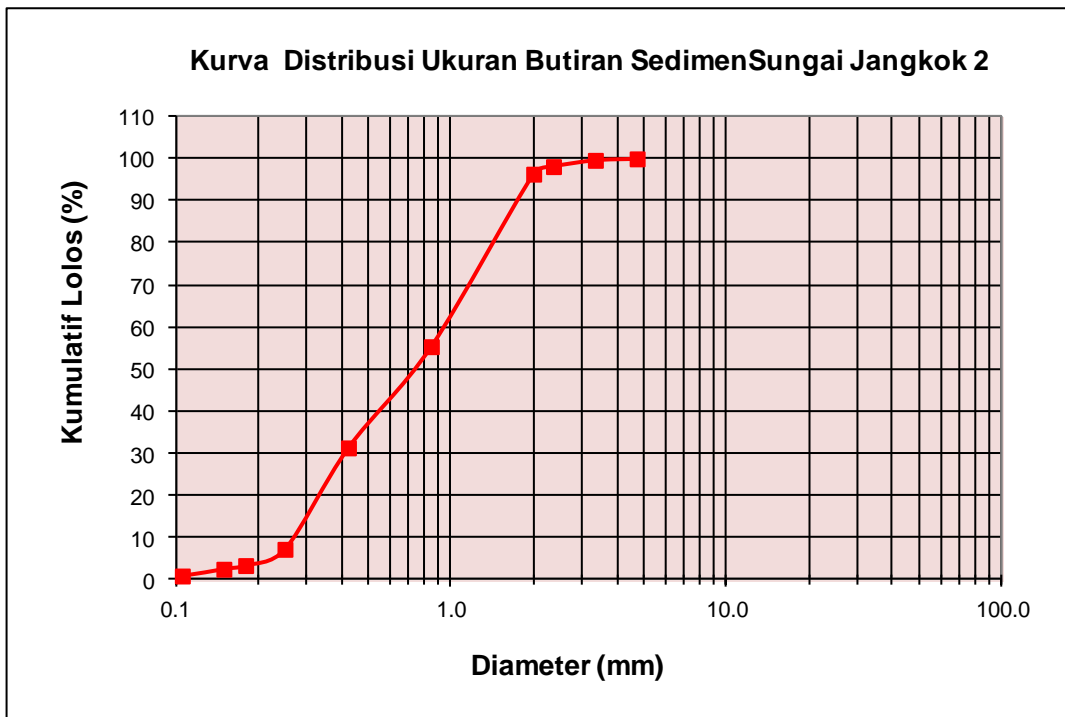


Gambar 25. Kurva distribusi ukuran butiran sedimen sungai Jangkok 1

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
<b>TOTAL</b>				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 terapan ( $Q_s$ ) 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

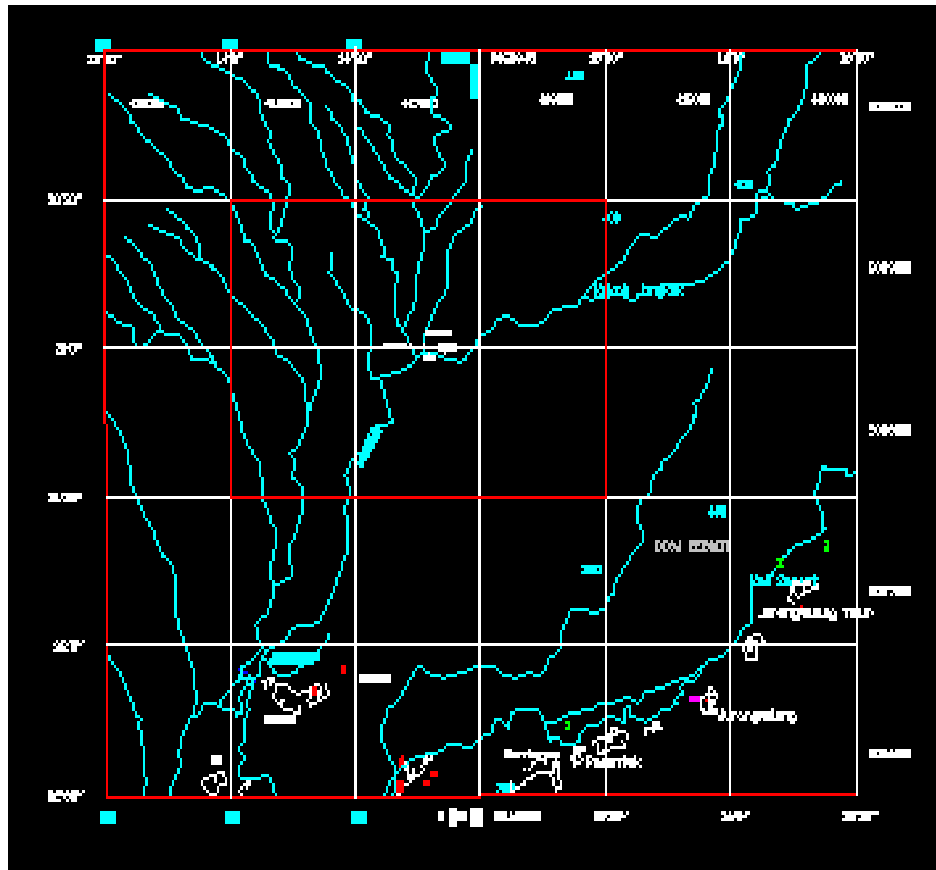
No.	Sungai	Debit Aliran ( $m^3/dt$ )		Angkutan Sedimen (gr/l)		Kandungan Sedimen per $m^3/dt$ (gr/l)
		Individual	Rerata	Individual	Rerata	
1.	Pemoto (P)	0.229	0.229	0.111	0.109	0.089
		0.229		0.000		
		0.229		0.216		
2.	Tembiras Hulu (Tu)	0.273	0.273	0.083	0.055	0.201
		0.273		0.000		



		0.273		0.083		
3.	<b>Bentoyang (B)</b>	1.988	1.988	0.083	0.083	0.042
		1.988		0.083		
		1.988		0.083		
4.	<b>Tembiras hilir (Td)</b>	0.539	0.539	0.100	0.867	1.609
		0.539		1.100		
		0.539		1.400		
5.	<b>Jangkok 1 (J1)</b>	0.216	0.216	0.100	0.100	0.463
		0.216		0.100		
		0.216		0.100		
6	<b>Jangkok 2 (J2)</b>	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 m<sup>3</sup>/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.

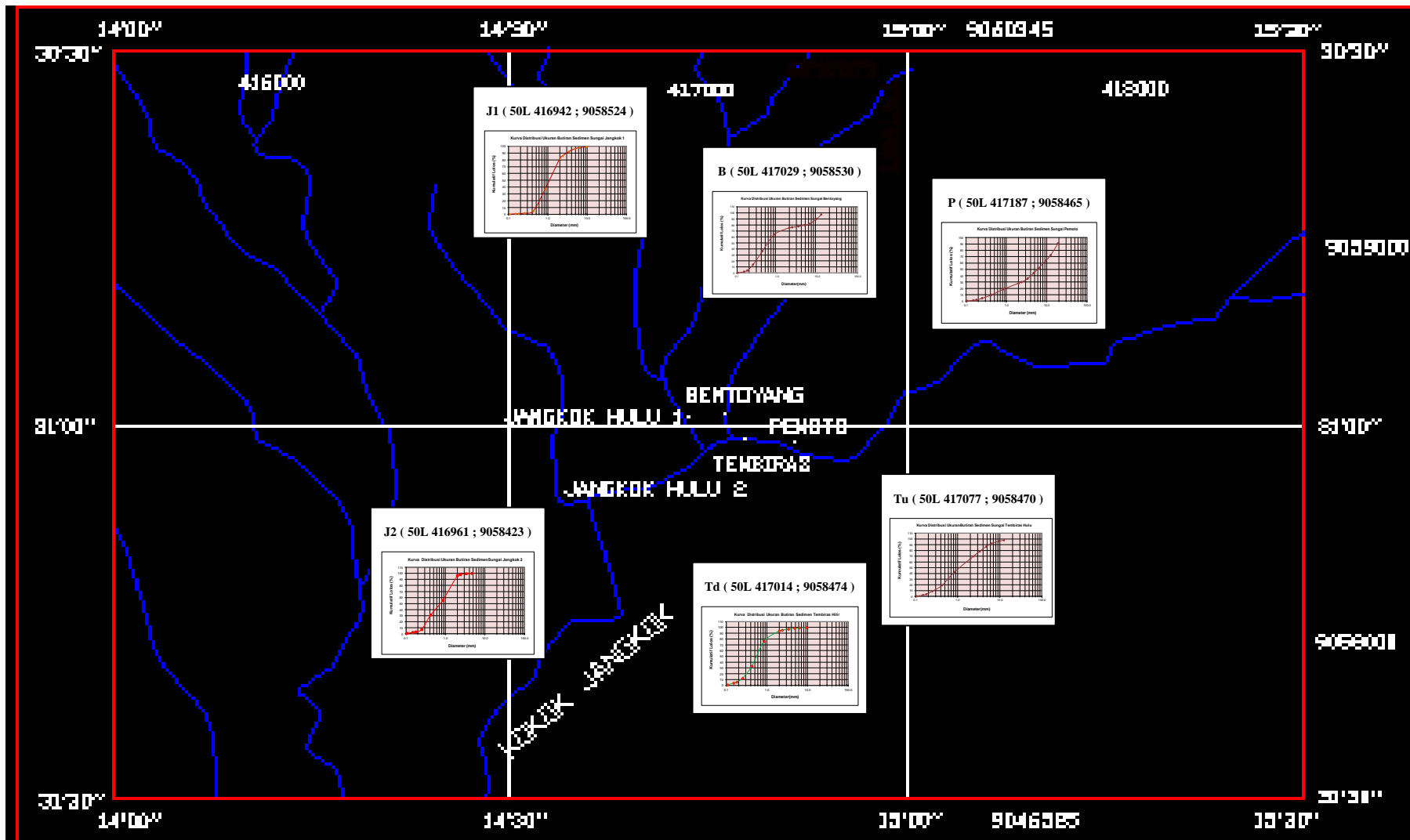


Gambar 28. Lokasi pengukuran disungai dengan sub DAS yang berdekatan

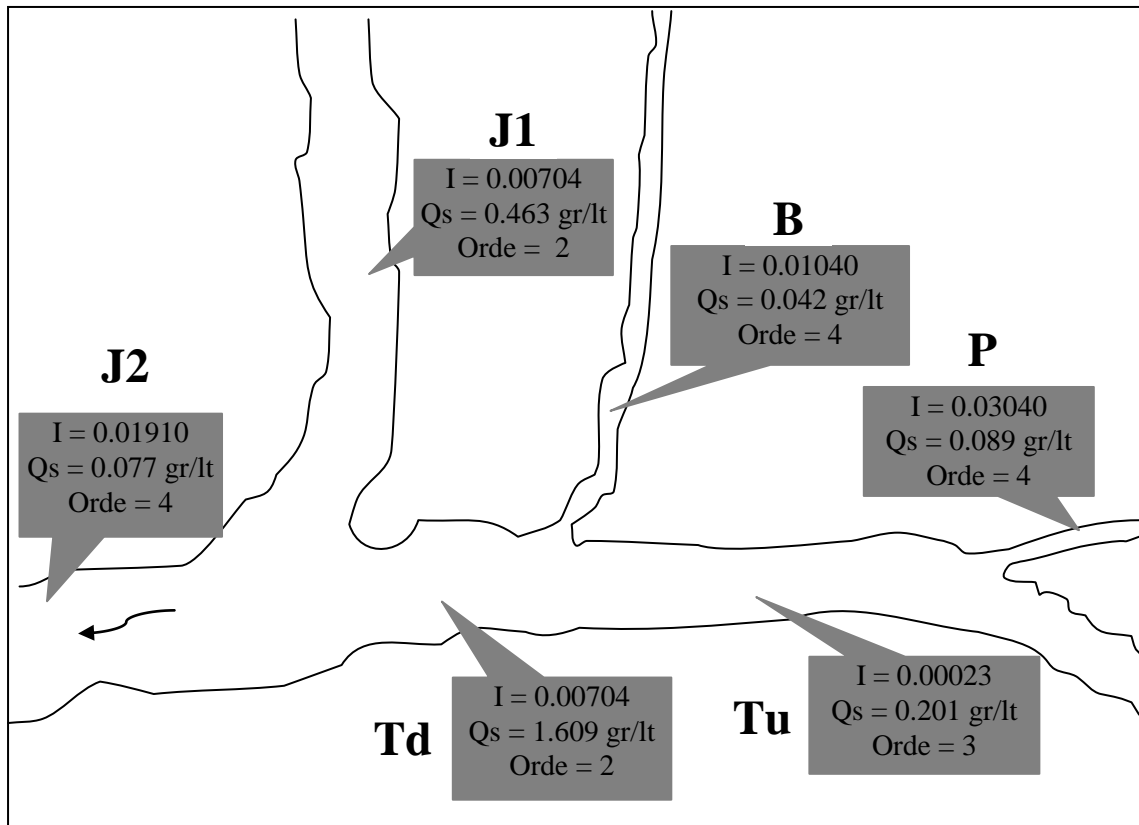
#### 4.6. Pemetaan Orde Status Sungai

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. 716/SPP-STRANAS/UN18.12/PL/2013**



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 2013**

---

**Nomor : 716/SPP-STRANAS/UN18.12/PL/2013**

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 untuk dan atas nama Lembaga Penelitian Universitas Mataram selanjutnya dalam Surat Perjanjian Penugasan ini disebut **PIHAK PERTAMA**.

dan

1. Nama : **Yusron Saadi, ST., M.Sc., Ph.D.**  
2. Nama : **Agus Suroso, ST., MT.**  
3. Nama : **I B Putra, ST., MT.**  
Alamat : **Fakultas Teknik, Universitas Mataram  
Jl. Majapahit No. 62 Mataram-NTB.**

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

Pada hari ini **Selasa** tanggal **Empat Belas** bulan **Mei** tahun **Dua Ribu Tiga Belas**, kedua belah pihak telah sepakat untuk membuat Surat Perjanjian Penugasan Pelaksanaan Program Penelitian Strategis Nasional Tahun Anggaran 2013 dengan ketentuan sebagaimana diatur dalam pasal-pasal 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** menghibahkan dana/uang untuk kegiatan sebagaimana dimaksud pada pasal 1 sebesar **Rp. 95.000.000,- (Sembilan puluh lima juta rupiah)** yang dibebankan kepada DIPA Direktorat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat, Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Nomor DIPA-023.04.1.673453/2013, Tanggal 5 Desember 2012 Revisi ke 02 Tanggal 1 Mei 2013;
- (2) Pembayaran dana/uang 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% x Rp. 95.000.000,- = Rp. 66.500.000,- (Enam puluh enam juta lima ratus ribu rupiah)**, dibayarkan setelah Surat Perjanjian ini ditanda tangani oleh kedua belah pihak;
  - b. Tahap kedua **30% x Rp. 95.000.000,- = Rp. 28.500.000,- (Dua puluh delapan juta lima ratus ribu rupiah)** dibayarkan setelah **PIHAK KEDUA** menyerahkan laporan-laporan pelaksanaan kegiatan dan dokumen-dokumen lain sebagaimana disebutkan dalam surat perjanjian penugasan ini kepada **PIHAK PERTAMA**

**Pasal 3**  
**KEWAJIBAN PAJAK**

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

**Pasal 4**  
**JANGKA WAKTU PELAKSANAAN KEGIATAN**

Jangka waktu pelaksanaan kegiatan sampai selesai 100%, ditetapkan selama 7 (tujuh) bulan kalender, terhitung sejak ditandatangani Perjanjian Penugasan ini pada tanggal **14 Mei 2013** dan berakhir sampai dengan tanggal **14 Desember 2013**.

**Pasal 5**  
**TATA CARA PENGELOLAAN KEUANGAN BANTUAN PENELITIAN**

- (1) Pengelolaan keuangan 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 keuangan penelitian harus tersendiri yang tidak disatukan dengan pembukuan keuangan lainnya;
  - d. Pembukuan keuangan penelitian berisi semua transaksi keuangan menurut urutan tanggal transaksi;
  - e. Menyusun rekapitulasi penggunaan keuangan, termasuk pajak-pajak yang harus dibayarkan kepada kas Negara, dalam bentuk Laporan Penggunaan Keuangan Penelitian disertai bukti-bukti pembayaran kuitansi yang asli dan syah; dan
  - f. Laporan Penggunaan Keuangan Penelitian harus ditandatangani oleh **PIHAK KEDUA** dan diketahui/disyahkan oleh **PIHAK PERTAMA**.
- (2) Laporan Penggunaan Keuangan Penelitian harus disampaikan kepada **PIHAK PERTAMA** dengan pengaturan sebagai berikut:

- a. Laporan penggunaan keuangan penelitian 70% (tahap pertama), yang berisi rekapitulasi dan rincian penggunaannya dalam bentuk *soft copy* format pdf, serta dalam bentuk *hard copy* yang disertai fotocopy bukti pembayaran/kuitansi pembayaran yang syah, diserahkan kepada **PIHAK PERTAMA** sebanyak 3 (tiga) eksemplar selambat-lambatnya **05 Oktober 2013**; dan
- b. Laporan penggunaan keuangan penelitian 100%, yang berisi rekapitulasi dan rincian penggunaannya dalam bentuk *soft copy* format pdf, serta dalam bentuk *hard copy* yang disertai bukti pembayaran/kuitansi yang asli dan syah, diserahkan kepada **PIHAK PERTAMA** sebanyak 3 (tiga) eksemplar (satu yang asli dan dua fotocopy) selambat-lambatnya **14 Desember 2013**.

## 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**; dan
- c. Memungut pajak dari **PIHAK KEDUA** dan menyetorkannya ke Kantor Pelayanan Pajak Mataram.

#### (2) Hak dan Kewajiban **PIHAK KEDUA**

1. Hak **PIHAK KEDUA** adalah menerima bantuan dana/uang 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/uang bantuan penelitian yang telah diterima dari **PIHAK PERTAMA** sesuai dengan Perjanjian Penugasan ini dan peraturan perundangan yang berlaku;
- c. Berkewajiban membayar pajak berupa:
  - 1) Pembelian barang dan jasa dikenakan PPn sebesar 10% dan PPh Pasal 22 sebesar 1,5%;
  - 2) Belanja honorarium dikenakan PPh Pasal 21, dengan ketentuan untuk golongan III 5% bagi yang memiliki NPWP dan 6% bagi yang tidak memiliki NPWP, serta untuk golongan IV sebesar 15%;
  - 3) Pajak-pajak lain sesuai ketentuan yang berlaku;
- d. Berkewajiban mengembalikan sisa dana/uang yang tidak dibelanjakan kepada **PIHAK PERTAMA** untuk kemudian disetorkan ke Kas Negara;
- e. Menyerahkan kepada **PIHAK PERTAMA** bukti fisik luaran penelitian yang dijanjikan sebagaimana tercantum dalam proposal penelitian yang disetujui, pada setiap akhir tahun penelitian;

- f. Melaporkan kepada **PIHAK PERTAMA** tentang perkembangan publikasi artikel ilmiah dan/atau perolehan paten secara berkala pada setiap akhir tahun anggaran berjalan;
- g. Mempresentasikan hasil penelitiannya pada seminar yang akan dilaksanakan oleh **PIHAK PERTAMA** dan/atau Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan;
- h. Memberikan data, informasi, dan keterangan secara benar dan jujur, baik dalam mengisi aplikasi monitoring secara berkala maupun kepada Tim Monitoring dan Evaluasi (monev) yang berasal dari Lembaga Penelitian Universitas Mataram dan/atau Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Kemendikbud;
- i. Menaati teguran/peringatan tertulis yang disampaikan oleh **PIHAK PERTAMA**;
- j. Membuat Buku Catatan Harian Penelitian (BCHP) sesuai ketentuan pada Pasal 8 ayat (4) Perjanjian Penugasan ini; dan
- k. Menyampaikan laporan-laporan kepada **PIHAK PERTAMA** sesuai yang termaktub dalam Pasal 8 Perjanjian Penugasan ini;

#### Pasal 7

#### MONITORING

- (1) Monitoring dan evaluasi pelaksanaan penelitian dilakukan oleh **PIHAK PERTAMA** kepada **PIHAK KEDUA** dan/atau oleh Tim Monitoring dan Evaluasi dari Direktorat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat, Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan;
- (2) **PIHAK KEDUA** juga diwajibkan mengisi aplikasi monitoring secara berkala 2 (dua) bulan sekali terhitung mulai penandatanganan Perjanjian Penugasan ini; dan
- (3) Hasil monitoring menjadi acuan untuk pertimbangan pendanaan tahun berikutnya bagi penelitian yang masih berjalan.

#### Pasal 8

#### PELAPORAN

- (1) Laporan terdiri atas:
  - a. Laporan Kemajuan Pelaksanaan Penelitian;
  - b. Laporan Penggunaan Keuangan Penelitian;
  - c. Buku Catatan Harian Penelitian (BCHP); dan
  - d. Laporan Akhir Hasil Penelitian.
- (2) 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 harus diunggah oleh **PIHAK KEDUA** ke SIM-LITABMAS dan *hard copy*nya diserahkan kepada **PIHAK PERTAMA** sebanyak 4 (empat) eksemplar disertai *soft copy*nya selambat-lambatnya 05 Oktober 2013.
- (3) Laporan Penggunaan Keuangan 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 8 ayat (3) butir a, b dan c di atas, maka **PIHAK PERTAMA** berhak memotong 15% dari total

dana penelitian **PIHAK KEDUA** untuk pembayaran pajak yang akan disetorkan ke kas Negara.

- (4) Buku Catatan Harian Penelitian (BCHP):
- Disusun berdasarkan tahapan-tahapan pelaksanaan kegiatan penelitian;
  - Ditulis tangan asli menurut urutan: tanggal dan bulan, nama kegiatan, hasil kegiatan, kendala, dan lain-lain yang dianggap penting; dan
  - Buku Catatan Harian Penelitian (BCHP) diserahkan kepada **PIHAK PERTAMA** sebanyak **3 (tiga)** eksemplar (fotocopy) selambat-lambatnya **14 Desember 2013**, sedangkan yang asli wajib disimpan oleh Ketua Tim Peneliti sebagai dokumen.
- (5) Laporan Akhir Hasil Penelitian:
- Disusun berdasarkan hasil pelaksanaan kegiatan penelitian;
  - Laporan harus menggambarkan tentang keseluruhan proses pelaksanaan kegiatan dan hasil-hasil penelitian yang telah dicapai;
  - Laporan yang disampaikan harus sesuai dengan proposal yang sudah disetujui oleh **PIHAK PERTAMA**;
  - Laporan disusun sesuai dengan format yang ditentukan oleh **PIHAK PERTAMA**, yaitu:
    - Bentuk/ukuran kertas kuarto/A4;
    - Warna cover (sampul) kuning;
    - Di bagian bawah cover (sampul) ditulis :

Dibiayai Oleh:  
Direktorat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat  
Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi  
Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan  
Seşuai dengan  
Surat Perjanjian Pelaksanaan Penugasan Penelitian Strategis Nasional  
Nomor: 104/SP2H/PL/DIT.LITABMAS/V/2013, Tanggal 13 Mei 2013
- e. Laporan Akhir Hasil Penelitian harus diserahkan oleh **PIHAK KEDUA** kepada **PIHAK PERTAMA** selambat-lambatnya **tanggal 14 Desember 2013** yang terdiri atas:
- Laporan dalam bentuk *hard copy* sebanyak 8 (delapan) eksemplar;
  - Laporan Eksekutif Summary dalam bentuk *hard copy* sebanyak 4 (empat) eksemplar;
  - Copy artikel ilmiah yang telah dikirimkan ke jurnal nasional/internasional disertai bukti kirim ke alamat jurnal dimaksud, sebanyak 2 (dua) eksemplar;
  - Bukti fisik luaran penelitian yang dijanjikan sebagaimana tercantum dalam proposal penelitian yang disetujui; dan
  - Satu keping CD yang berisi file elektronik (format "pdf") butir (1), (2), (3), dan (4) di atas.

#### Pasal 9

#### PERUBAHAN PENELITIAN

- Apabila **PIHAK KEDUA**, karena satu dan lain hal bermaksud merubah pelaksanaan, judul, jangka waktu, lokasi penelitian, dan/atau Tim Peneliti dari pelaksanaan penelitian yang telah disepakati dalam Surat Perjanjian ini, **PIHAK KEDUA** harus mengajukan permohonan perubahan tersebut secara tertulis kepada **PIHAK PERTAMA**;
- Perubahan Pelaksanaan Penelitian tersebut pada Pasal 9 ayat (1) dalam Surat Perjanjian ini dapat dibenarkan bila telah mendapat persetujuan lebih dahulu secara tertulis dari **PIHAK PERTAMA**; dan
- Dalam hal Ketua Pelaksana Penelitian tidak dapat menyelesaikan pelaksanaan penelitian ini sepenuhnya, maka **PIHAK KEDUA** harus menyepakati dan menunjuk penggantinya

yang berasal dari anggota tim peneliti yang berkompoten dalam bidang ilmu tersebut atas persetujuan **PIHAK PERTAMA**.

#### **Pasal 10**

#### **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 dan dimanfaatkan sebesar-besarnya untuk pelaksanaan tridharma perguruan tinggi;
- (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 11**

#### **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 penelitian berupa peralatan dan/atau barang inventaris yang diperoleh melalui anggaran penelitian ini adalah milik Negara yang dapat dihibahkan kepada institusi/lembaga/masyarakat melalui Surat Keterangan Hibah.

#### **Pasal 12**

#### **KEADAAN KAHAR (FORCE MAJEURE)**

- (1) Keadaan kahar (*force majeure*) adalah suatu keadaan yang terjadi di luar kehendak kedua belah pihak yang mempengaruhi pelaksanaan Perjanjian Penugasan ini sehingga pekerjaan yang telah ditentukan dalam Perjanjian Penugasan 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 13**

#### **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 (tanggal 14 Desember 2013) sampai setinggi-tingginya 5% (lima persen) dari nilai surat perjanjian penugasan penelitian;
- (2) Apabila **PIHAK KEDUA** 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 Penugasan Penelitian ini hingga tanggal 23 Desember 2013, 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/itikad 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 14

#### 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 15

#### 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  
Ketua



*[Signature]*  
Ir. H. Amiruddin, M.Si.  
NIP. 19621231 198703 1 024

#### PIHAK KEDUA

Tim Pelaksana Penelitian,  
Ketua,

*[Signature]*

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

Anggota 1,

*[Signature]*  
2. Agus Suroso, ST., MT.  
NIP. 19680813 199703 1 002

Anggota 2,

*[Signature]*  
3. I B Putra, ST., MT.  
NIP. 19660826 199703 1 003



**REVISI**

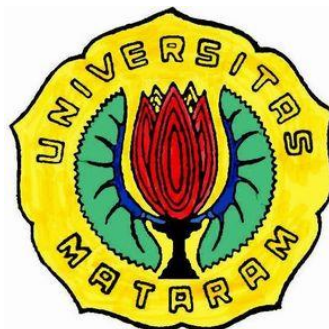
**TEMA 10**

**USULAN  
PENELITIAN STRATEGIS NASIONAL  
Tahun Anggaran 2013**

**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.



**UNIVERSITAS MATARAM  
MARET 2013**

**LEMBAR PENGESAHAN  
PENELITIAN STRATEGIS NASIONAL**

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., Ph.D
b. Jenis Kelamin (L/P)	:	L
c. NIP/NIK/ID lainnya	:	196610201994031003
d. Jabatan Struktural	:	Kepala Laboratorium Hidrolika dan Pantai
e. Jabatan Fungsional	:	Lektor Kepala
f. Perguruan Tinggi	:	Universitas Mataram
g. Fakultas/Jurusan	:	Teknik/Teknik Sipil
h. Pusat Penelitian	:	Pusat Penelitian Sumber Daya Air dan Agroklimat
i. Alamat	:	Jl. Majapahit No. 62 Mataram
j. No. Telepon/Faks	:	0370-636126 / 0370-636523
k. Alamat Rumah	:	Jl. Swakarsa M No. 9, Mataram
l. No. Telepon/Faks	:	-
m. E-mail	:	yoessaadi@yahoo.co.uk
3. Jangka Waktu Penelitian (thn keseluruhan)	:	3 tahun
4. Usulan Tahun ke...	:	2
5. Pembiayaan		
Biaya yang diajukan ke DIKTI tahun I	:	Rp 85,000,000.00
Biaya yang diajukan ke DIKTI tahun II	:	Rp 95,000,000.00
Biaya yang diajukan ke DIKTI tahun III	:	Rp 99,663,000.00

Mataram, Maret 2013



Ketua Peneliti,

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

## IDENTITAS PENELITIAN

### 1. Judul Usulan

Pemetaan Orde Status Sungai Dalam Suatu Daerah Aliran Sungai (DAS)  
Berdasarkan Laju Angkutan Sedimennya (Penelitian Tahun II)

### 2. Ketua Peneliti

- a. Nama lengkap dan gelar : Yusron Saadi, ST., MSc., Ph.D.
- b. Bidang keahlian : Hidrolika/Transportasi Sedimen
- c. Jabatan Fungsional : Lektor Kepala
- d. Unit Kerja : Jurusan Teknik Sipil, FT-Unram
- e. Alamat Surat : Jurusan Teknik Sipil, FT-Unram  
Kampus FT-Unram, Jl. Majapahit No 62  
Mataram, Kode Pos 83125
- f. Telpon/Faks : (0370) 638436 / (0370) 636523
- g. Mobile Phone : 085253656039
- h. E-mail : yoessaadi@yahoo.co.uk

### 3. Anggota Peneliti

No	Nama dan Gelar Akademik	Bidang Keahlian	Instansi	Alokasi Waktu	
				Jam/Minggu	Bulan
1.	Agus Suroso, ST., MT.	Modelling	Jurusan Teknik Sipil, FT.Unram	15	8
2.	IB Giri Putra, ST., MT.	Hidrolika, Sedimen Transport	Jurusan Teknik Sipil, FT.Unram	15	8

4. Isu Strategis: Sedimentasi sungai, banjir dan pendangkalan waduk

5. Topik Penelitian: Laju sedimentasi sungai, dampak sedimentasi dan pencegahan banjir

6. Obyek penelitian: anak sungai dan sungai utama, muatan sedimen sungai (lempung, lanau, pasir)

7. Lokasi Penelitian: Bagian hulu Daerah Aliran Sungai (DAS) Jangkok, Kabupaten Lombok Barat, NTB

8. Hasil yang ditargetkan: Persamaan Lengkung-Aliran Sedimen, Peta Orde Status Sungai, rekomendasi prioritas penanganan
9. Institusi lain yang terlibat: Balai Informasi Sumber Daya Air (BISDA) Provinsi NTB
10. Sumber biaya selain Dikti: tidak ada
11. Keterangan lain yang dianggap perlu : Hasil penelitian akan menjadi model untuk diterapkan di DAS yang berbeda

## ABSTRAK

Pulau Lombok sebagai Wilayah Sungai Strategis Nasional memiliki banyak Daerah Aliran Sungai (DAS) yang termasuk kritis. Penebangan hutan yang tak terkendali memicu cepatnya perubahan tata guna lahan sehingga terjadi erosi dan sedimentasi. Hal ini menyebabkan terjadinya degradasi daya dukung DAS sehingga kemampuannya untuk menyimpan air berkurang dan menimbulkan banjir serta pendangkalan waduk.

Untuk mengendalikan daya rusak air, diperlukan langkah-langkah penanganan non-fisik melalui usaha konservasi, memelihara keberadaan, keberlanjutan, sifat, dan fungsi sungai agar alirannya tersedia dalam kuantitas dan kualitas yang memadai. Hal mendesak dan sangat perlu dilakukan adalah melakukan identifikasi kondisi sungai berdasarkan laju angkutan sedimen dan memetakannya dalam peta DAS. Peta ini berisi informasi laju angkutan sedimen yang dituangkan dalam bentuk persamaan lengkung aliran-sedimen sebagai pedoman untuk menentukan penanganan sesuai urgensi dan kondisi setiap ruas sungai.

Melalui penelitian ini dapat diperoleh landasan dasar untuk menentukan konsep bentuk perlakuan yang dipakai dalam menanggulangi laju angkutan sedimen pada sungai dan juga sebagai patokan dalam penanggulangan masalah serupa pada lokasi pengamatan ditempat lain. Kategorisasi ruas sungai dalam bentuk penomoran atau orde status sungai dapat dijadikan bahan rekomendasi untuk menentukan skala prioritas penanganan DAS. Dalam skala yang lebih besar, hasil penelitian ini diharapkan menjadi acuan untuk pemetaan hal serupa pada DAS lain diseluruh Indonesia.

# **Pemetaan Orde Status Sungai Dalam Suatu Daerah Aliran Sungai (DAS) Berdasarkan Laju Angkutan Sedimen (Penelitian Tahun II)**

## **BAB I. PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang**

Seperti telah disebutkan dalam usulan penelitian tahun I (Saadi et al, 2012a), 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 seperti disebutkan dalam proposal penelitian tahun I, yaitu untuk membuat suatu peta DAS yang berisi informasi tentang laju angkutan sedimen untuk setiap ruas sungai mulai dari anak-anak sungai hingga sungai utama (Saadi et al, 2012a). 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 melanjutkan dan melengkapi hasil penelitian yang telah dilakukan pada tahun I, yaitu sebagai berikut (Saadi et al, 2012a) :

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 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.

Pada saat melakukan penelitian di sungai Jangkok bagian hulu (Saadi et al, 2012c), ditemukan bahwa walaupun letak sub DAS berdekatan, hujan yang terjadi dibagian hulu memberikan pengaruh yang berbeda terhadap aliran dimana sebagian diantaranya berwarna keruh sedangkan yang lainnya tetap jernih. Temuan ini menunjukkan bahwa pengukuran laju angkutan sedimen anak-anak sungai dalam suatu DAS yang sama sangat relevan dan bermanfaat sehingga laju angkutan sedimen masing-masing anak sungai dapat diketahui. Lebih jauh lagi, kesalahan-kesalahan akibat pendekatan perhitungan dapat dihindari dan prioritas penanganan dapat disusun dengan lebih akurat dan tepat sasaran.

Apabila penelitian ini dapat dilaksanakan, maka hasilnya akan sangat berguna dengan diperolehnya peta penyebaran laju angkutan sedimen pada suatu DAS. Dengan adanya penomeran 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 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). Pada kondisi dimana kedalaman air tidak terlalu besar, maka pengukuran sedimen suspensi dilakukan pada satu kedalaman, yaitu 0,2 h dari permukaan air. Titik ini dipilih berdasarkan distribusi kecepatan dalam arah vertikal, yaitu memiliki kecepatan lebih besar bila dibandingkan dengan 2 titik lainnya. Peralatan yang digunakan dapat berupa *suspended sediment sampler* (lihat Gambar 3) atau juga menggunakan alat ukur berbentuk silinder (*cylinder water sampler*) seperti terlihat dalam Gambar 4. 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/ltr)

$Q_w$  = debit aliran sungai (m<sup>3</sup>/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

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

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

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

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. PETA JALAN PENELITIAN

Penelitian yang berkaitan dengan sedimen atau yang terkait dengan proses erosi dan sedimentasi seperti yang disajikan dalam Tabel 1 adalah penelitian selama 10 (sepuluh) tahun terakhir.

Tabel 1. Peta Jalan (*Roadmap*) Penelitian untuk Topik yang Berkaitan

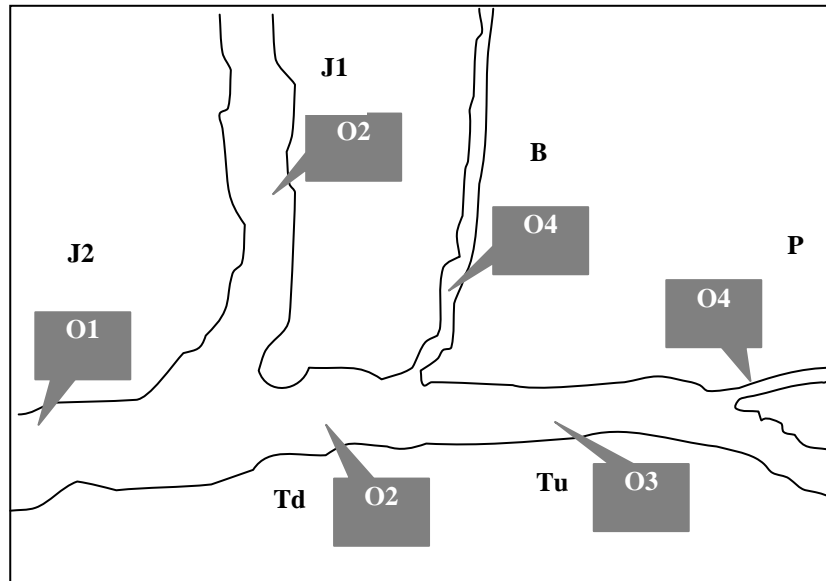
Tahun	Judul Penelitian	Keterangan
2002	The Influence of Time Varying Antecedent Flows on the Stability of Mixed Grain Size Sediment Deposits	Disertasi S3
2007	Persamaan Lengkung Aliran-Sedimen Sungai untuk Pendugaan Sedimentasi Waduk (Studi Kasus Terhadap 3 Sungai Waduk Batujai)	Mandiri
2007	Penyusunan Rencana Rehabilitasi Sumber Mata Air di Nusa Tenggara Barat	Balai Pengelolaan Daerah Aliran Sungai (BP DAS) Dodokan Moyosari
2008	Fractional Critical Shear Stress at Incipient Motion in A Bimodal Sediment	Mandiri

2008	A Study on Sediments Deposition and Proposed Flood Control System in River Jama'	Dinas PU NTB
2009	The Damage Assesment of Weirs along the 10-km Reach of river Tanggek and the Proposed Rehabilitation Method	Dinas PU NTB
2009	Pengukuran Sedimen Suspensi Sungai Dengan Metode Intensitas Cahaya Dalam Upaya Optimalisasi Umur Guna Waduk Batujai	Hibah Penelitian Strategis Nasional
2010	Tinjauan Terhadap Indeks dan Kelas Bahaya Erosi pada Sub Daerah Aliran Sungai Tanggek	Mandiri
2012	Pemetaan Orde Status Sungai Dalam Suatu Daerah Aliran Sungai (DAS) Berdasarkan Laju Angkutan Sedimen	Hibah Penelitian Strategis Nasional
2013 - 2014	Pemetaan Orde Status Sungai Dalam Suatu Daerah Aliran Sungai (DAS) Berdasarkan Laju Angkutan Sedimen (penelitian lanjutan tahun sebelumnya)	Diusulkan untuk Hibah Penelitian Strategis Nasional
2015	Pemetaan DAS Berdasarkan Beberapa Indikator Utama pada Wilayah Sungai Strategis Nasional Pulau Lombok	Multi Years Research

#### **BAB IV. MANFAAT PENELITIAN**

Peta DAS yang dihasilkan, antara lain seperti pada Gambar 1 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.



Gambar 1. Contoh kategorisasi ruas sungai Jangkok bagian hulu  
(Saadi et al, 2012b)

## BAB V. 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.

### 5.1 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 2.

Tabel 2. 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

### 5.2 Pengukuran di Lapangan dan Analisis Data

#### A. Perhitungan Debit Aliran

Untuk mengetahui debit aliran pada lokasi yang telah ditentukan dilakukan pengukuran kecepatan aliran dan penjajakan air. 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 akan dilakukan pada saat musim penghujan dan musim kemarau.



Gambar 2. Alat ukur kecepatan aliran Valeport Model 001

Prosedur perhitungan debit aliran :

1. Ditentukan beberapa lokasi pengukuran kecepatan aliran dan penjajakan air pada sungai yang relatif lurus dengan penampang relatif stabil.
2. Lebar sungai diukur menjadi beberapa pias. 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*)
3. GPS (*Global Positioning System*), digunakan untuk menentukan koordinat lokasi
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) dan Sedimen Dasar (Bed 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. Sedangkan pengukuran sedimen dasar dilakukan dengan menggunakan alat ukur serber tipe *Eikman Grab* (Gambar 5).

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 suspense



Gambar 3. Alat Ukur Sedimen Terapung Tipe USDH 48 (Saadi et al 2012)



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



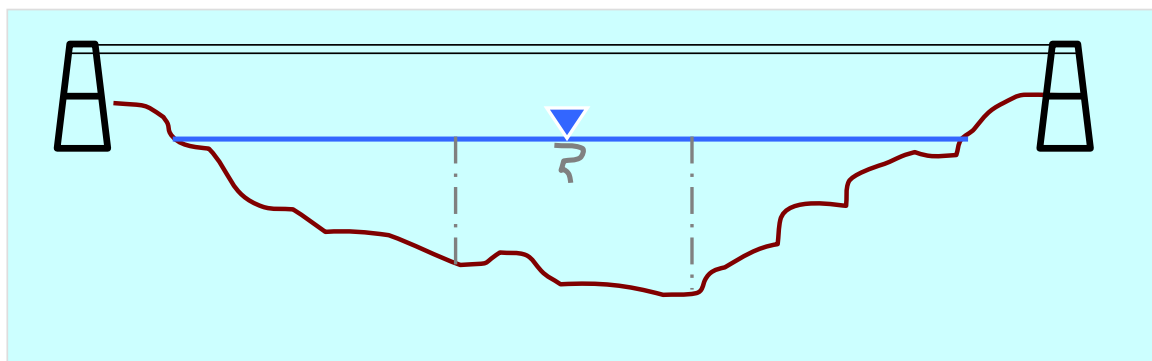
Peralatan penunjang yang digunakan dalam pengukuran sedimen suspensi adalah:

1. Meteran 50 meter, digunakan untuk menentukan posisi alat ukur;
2. GPS (*Global Positioning System*), digunakan untuk pengecekan posisi alat ukur;
3. Tambang dan kerekan, untuk menempatkan alat ukur pada saat debit besar
4. *Water sampler*
5. Baju pelampung dan *wader*



Gambar 5. Alat ukur serber tipe *Ekman Grab*

Berdasarkan pengalaman pada penelitian tahun I maka pada penelitian lanjutan pada tahun II ini akan ditempatkan kerekan pada lokasi tertentu dimana akan dilakukan pengukuran (lihat Gambar 6). Hal ini untuk mengantisipasi debit besar pada musim hujan dimana pengukuran secara konvensional atau turun langsung di badan air tidak memungkinkan dilakukan karena dapat membahayakan keselamatan. Pemasangan kerekan dilakukan pada saat debit kecil dimusim kemarau.



Gambar 6. Penempatan kerekan di kedua sisi sungai

### C. Analisis Numerik

Analisis numerik dilakukan untuk mendapatkan persamaan lengkung-aliran sedimen terapan. 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*).

#### **D. Pengujian Sampel Sedimen**

Sampel sedimen yang diuji meliputi sampel sedimen suspensi di 5 lokasi pengukuran dengan jumlah sampel masing-masing 130 sehingga total jumlah sampel adalah 650. Pengambilan sampel terendap dilakukan masing-masing 5 sampel sehingga diperoleh 25 sampel. 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.

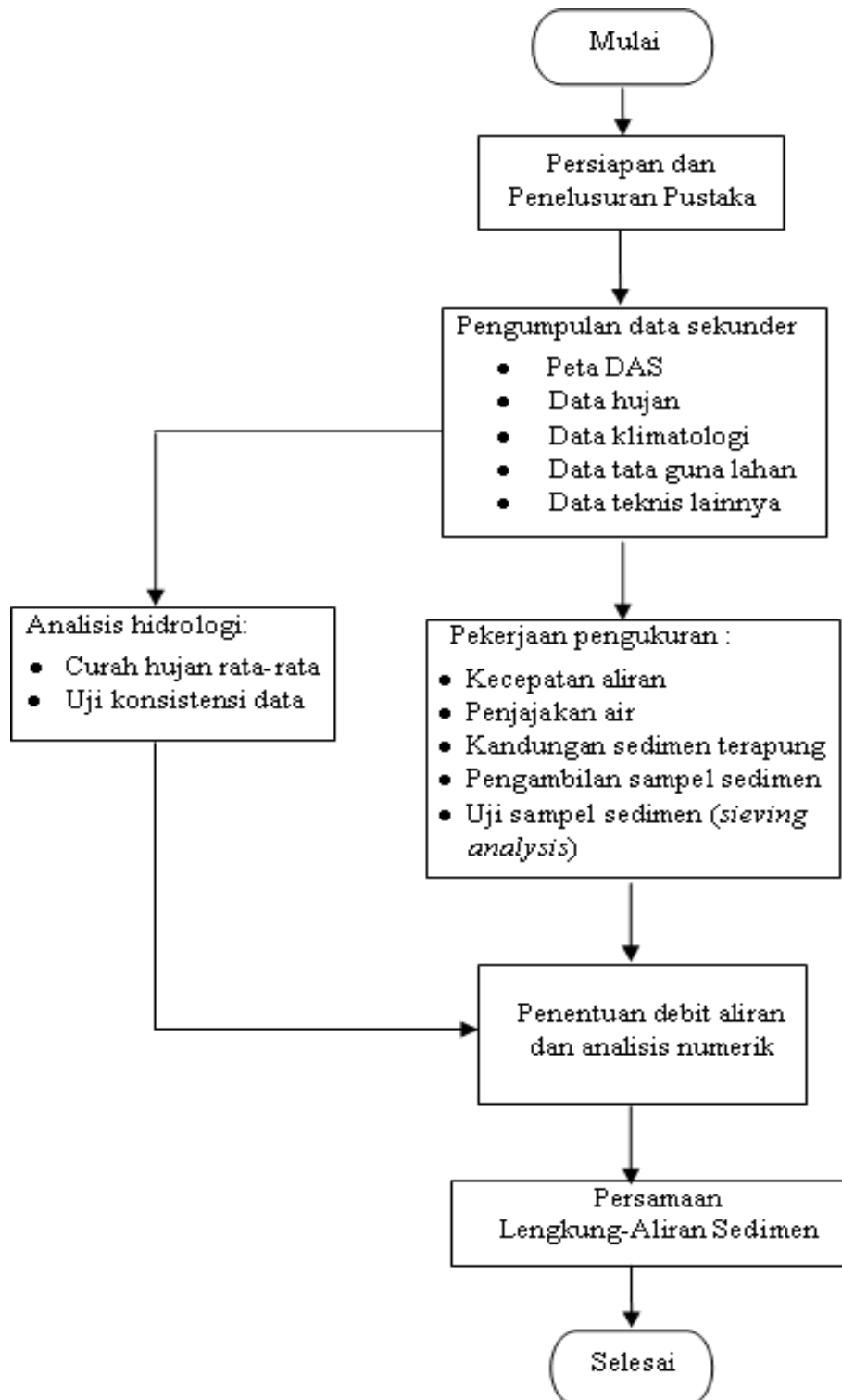
Semua tahap pelaksanaan penelitian dituangkan dalam bagan alir penelitian seperti disajikan dalam Gambar 7.

### **BAB VI. PEMBIAYAAN**

Anggaran biaya penelitian untuk tahun kedua disajikan pada Tabel 3, sedangkan justifikasi anggaran secara detail disajikan pada Lampiran 1.

Tabel 3. Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya Penelitian Tahun II

<b>No.</b>	<b>Uraian</b>	<b>Tahun II</b>
1	Gaji/Upah	28,224,000
2	Bahan/Perangkat Penunjang	31,900,000
3	Biaya Perjalanan	23,626,000
4	Biaya Pengolahan Data, Pelaporan, Publikasi dll	11,250,000
	<b>Total Biaya</b>	<b>95,000,000</b>



Gambar 7. Bagan alir pelaksanaan penelitian

## 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 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., Suroso, A., dan Putra, I.B.G., 2012a, Pemetaan Orde Status Sungai Dalam Suatu Daerah Aliran Sungai (DAS) Berdasarkan Laju Angkutan Sedimen, *Usulan Hibah Penelitian Strategis Nasional*, Lembaga Penelitian Universitas Mataram, Mataram.
- Saadi, Y., Suroso, A., dan Putra, I.B.G., 2012b, Pemetaan Laju Angkutan Sedimen Suspensi Sungai Jangkok Bagian Hulu, *Seminar Himpunan Ahli Teknik Hidraulik Indonesia (HATHI) Cabang NTB*, Mataram.
- Saadi, Y., Suroso, A., dan Putra, I.B.G., 2012c, Pemetaan Orde Status Sungai Dalam Suatu Daerah Aliran Sungai (DAS) Berdasarkan Laju Angkutan Sedimen, *Draft Laporan Akhir Hibah Penelitian Strategis Nasional*, Lembaga Penelitian Universitas Mataram, Mataram.
- Van Rijn, L.C., 2006, Manual Sediment Transport Measurements, Report S304, Delft Hydraulics, The Netherland.

**Lampiran 1. Rencana Anggaran Biaya Penelitian**

**Rekapitulasi Anggaran Biaya Penelitian**

Uraian	Tahun I	Tahun II	Tahun III	Jumlah
1. Gaji/Upah	25.440.000	28.224.000	29.088.000	82.752.000
2. Bahan/Perangkat Penunjang	29.750.000	31.900.000	34.000.000	95.650.000
3. Biaya Perjalanan	17.060.000	23.626.000	23.650.000	64.336.000
4. Biaya Pengolahan Data, Pelaporan dll	12.750.000	11.250.000	12.925.000	36.925.000
<b>Total Biaya</b>	<b>85.000.000</b>	<b>95.000.000</b>	<b>99.663.000</b>	<b>279.663.000</b>

**Biaya Penelitian Tahun II**

**1. Gaji/Upah**

No.	Pelaksana	Jumlah Jam/ Minggu	Honor/Jam	Jumlah Minggu	Biaya (Rp.)
1	Ketua/Peneliti Utama	15	18.000	32	8.640.000
2	Peneliti Anggota 1	15	15.000	32	7.200.000
3	Peneliti Anggota 2	15	15.000	32	7.200.000
4	Teknisi 1	12	9.000	24	2.592.000
5	Teknisi 2	12	9.000	24	2.592.000
<b>Jumlah Biaya</b>					<b>28.224.000</b>

**2. Bahan/Perangkat Penunjang**

No.	Nama Bahan	Satuan	Volume	Biaya Satuan	Biaya (Rp.)
1	Sewa alat penjajakan air :				
	a. <i>Flow meter wading set</i>	hari	20	150.000	3.000.000
	b. <i>Suspended sediment sampler</i>	hari	20	125.000	2.500.000
	c. <i>Bed sediment sampler</i>	hari	20	125.000	2.500.000
	c. <i>Water sampler</i>	hari	20	75.000	1.500.000
	e. Pakaian tahan air ( <i>wader</i> ) 2 set	hari	20	50.000	1.000.000
	f. Baju pelampung 5 set	buah	80	15.000	1.200.000
2	Sewa peralatan penunjang				
	a. Waterpass dan perlengkapannya	hari	6	250.000	1.500.000
	b. GPS	hari	20	20.000	400.000
	c. Handycam	hari	20	50.000	1.000.000
	d. Walky talky (2 unit)	hari	20	25.000	500.000
	e. Ayakan untuk <i>sieving analysis</i>	hari	20	50.000	1.000.000
	f. Tenda (base camp)	hari	20	100.000	2.000.000
	g. Meja portable (1 buah)	hari	20	25.000	500.000
	h. Kursi <i>portable</i> (2 buah)	hari	40	10.000	400.000
3	Meteran ( <i>roll meter</i> ) 50 m	buah	1	200.000	200.000
4	DVD 8 cm	set	1	200.000	200.000
5	Patok besi (kerek)	buah	10	600.000	6.000.000
6	Tali tambang	m	75	1.500	112.500
7	Tabung sampel sedimen	buah	400	5.000	2.000.000
8	Paku	kg	3	12.500	37.500
9	Spidol anti air	kotak	1	100.000	100.000
10	Sewa lab untuk <i>sieving analysis</i>	ls	1	2.000.000	2.000.000
11	Peralatan P3K	ls	1	250.000	250.000
12	Tenaga lokal penunjuk jalan	hari	40	50.000	2.000.000
<b>Jumlah Biaya</b>					<b>31.900.000</b>

**3. Biaya Perjalanan**

No.	Uraian Perjalanan	Satuan	Volume	Biaya Satuan	Biaya (Rp.)
1	Pengukuran lapangan (8 orang)				
	a. Sewa kendaraan (2 buah)	hari	40	300.000	12.000.000
	b. Konsumsi (8 orang)	hari	20	100.000	2.000.000
	c. Bahan bakar	hari	20	90.000	1.800.000
	d. Biaya tak terduga (kendaraan mogok dll)	ls	1	226.000	226.000
2	Presentasi proposal ke Surabaya				
	a. Tiket Mataram-Surabaya pp	ls	1	2.000.000	2.000.000
	b. Lumpsum/Per diem	hari	3	350.000	1.050.000
3	Presentasi laporan hasil ke Jakarta				
	a. Tiket Mataram-Jakarta pp	ls	1	3.500.000	3.500.000
	b. Lumpsum/Per diem	hari	3	350.000	1.050.000
Jumlah Biaya					23.626.000

**4. Biaya Pengolahan Data, Pelaporan, Publikasi dan Lain-lain**

No.	Uraian Kegiatan	Satuan	Volume	Biaya Satuan	Biaya (Rp.)
1	Pengumpulan data hujan dan peta-peta	ls	1	250.000	250.000
2	Penelusuran pustaka	ls	1	250.000	250.000
3	Diskusi dengan instansi teknis (3 kali)	ls	1	1.500.000	1.500.000
4	Pengolahan data	bulan	5	200.000	1.000.000
5	Penyusunan dan penggandaan laporan	eksemplar	15	100.000	1.500.000
6	Photocopy dan penjilidan	lembar	1000	250	250.000
7	Administrasi surat-menyurat	ls	1	250.000	250.000
8	Komunikasi (telepon dan fax)	ls	1	500.000	500.000
9	Pengiriman laporan	ls	1	250.000	250.000
10	Publikasi hasil penelitian	ls	1	3.000.000	3.000.000
11	Bahan ATK	ls	1	500.000	500.000
12	Fee fakultas	ls	1	2.000.000	2.000.000
Jumlah Biaya					11.250.000

**5. Jumlah Anggaran Tahun II**

1	Gaji/Upah				28.224.000
2	Bahan/Perangkat Penunjang				31.900.000
3	Biaya Perjalanan				23.626.000
4	Biaya Pengolahan Data, Pelaporan, Publikasi dll				11.250.000
Total Biaya					95.000.000

## LAMPIRAN 2: Biodata Pengusul Penelitian Strategis Nasional

### I. IDENTITAS DIRI

1.1	Nama Lengkap	Yusron Saadi, ST., MSc., PhD.	L
1.2	Jabatan Fungsional	Lektor Kepala	
1.3	NIP	196610201994031001	
1.4	Tempat dan Tanggal Lahir	Mataram, 20 Oktober 1966	
1.5	Alamat Rumah	Jalan Swakarsa M No. 9 Mataram	
1.6	Nomer Telepon/Faks	-	
1.7	Nomer HP	085253656039	
1.8	Alamat Kantor	Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Mataram	
1.9	Nomer Telepon/Faks	0370 – 636126/0370-636523	
1.10	Alamat e-mail	yoessaadi@yahoo.co.uk	
1.11	Mata Kuliah yang Diampu	1. Transportasi Sedimen	
		2. Teknik Sungai	
		3. Hidrolika I	
		4. Hidrolika II	
		5. Teknik Bendungan	
		6. Pengelolaan Sumber Daya Air Terpadu	

### II. RIWAYAT PENDIDIKAN

2.1 Program	S-1	S-2	S-3
2.2 Nama PT	Universitas Mataram	University of Newcastle upon Tyne, UK	University of Sheffield, UK
2.3 Bidang Ilmu	Teknik Sipil Keairan	Hydraulic Engineering	Sediment Transport
2.4 Tahun Masuk	1985	1996	1998
2.5 Tahun Lulus	1993	1997	2003
2.5 Judul Skripsi/ Tesis/Disertasi	Tinjauan Akumulasi Sedimen pada Dua Bendungan Dalam Suatu Catchment Area (Tinjauan Terhadap Bendungan batujai dan Pengga)	The Application of A Hydraulic Flood Forecasting Technique to A Reach of the River South Tyne between Haltwhistle and Haydon Bridge	The Influence of Different Time Varying Antecedent Flows on the Stability of Mixed Grain Size Deposits
2.6 Nama Pembimbing/Promotor	1. Dr. Ir. Koensatwanto Inp., Dipl.HE, MSc. 2. Ir. Puji Hastowo, Dipl. HE.	1. Dr. EM. Valentine	1. Prof. Dr. Simon J. Tait



### III. PENGALAMAN PENELITIAN

No.	Tahun	Judul Penelitian	Pendanaan	
			Sumber*	Jml (juta Rp)
1.	2009	Pengukuran Sedimen Suspensi Sungai Menggunakan Metode Intensitas Cahaya Dalam Upaya Optimalisasi Umur Guna Waduk Batujai	DP2M Dikti	67,000,000
2.	2012	Pemetaan Orde Status Sungai Dalam Suatu Daerah Aliran Sungai (DAS) Berdasarkan Laju Angkutan Sedimen	DP2M Dikti	85,000,000

### IV. PENGALAMAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT

No.	Tahun	Judul Pengabdian Kepada Masyarakat	Pendanaan	
			Sumber*	Jml (juta Rp)
1.	2009	Penyuluhan Tentang Pentingnya Pemeliharaan Jaringan Sistem Irigasi Sprinkle di Dusun Arungan Bali Desa Akar Akar Kecamatan Bayan, Kabupaten Lombok Utara	Swadana	1,000,000
2.	2010	Penyuluhan Tentang Teknik pembangunan dan Pemeliharaan Jalan Desa di Desa Mekar Sari Kecamatan Gunung Sari Kabupaten Lombok Barat	DPP/SPP Universitas Mataram	1,000,000
3.	2011	Penyuluhan Sistem Pengelolaan Jaringan Irigasi Berdasarkan Golongan di Desa Bukal Malang Kelurahan Panjisari Kecamatan Praya Kabupaten Lombok Tengah	DPP/SPP Universitas Mataram	1,000,000
4.	2012	Proposal Penyuluhan Tentang Perlunya Perilaku Hemat Air Di Desa Kramajaya Kecamatan Narmada Kabupaten Lombok Barat	DPP/SPP Universitas Mataram	1,000,000

### V. PENGALAMAN PENULISAN ARTIKEL ILMIAH DALAM JURNAL

No.	Tahun	Judul Artikel Ilmiah	Volume/Nomor	Nama Jurnal
1	2007	Observation of the Instantaneous Nearbed Streamwise Flow Velocities in Constant Flowrates	Volume 18, No. 02, Oktober 2007	Jurnal Teknik Gelagar FT UMS Surakarta, Jurnal terakreditasi B No.26/Dikti/Kep/2005, ISSN : 0853-2850
2	2008	One-dimensional Hydrodynamic Modelling for River Flood Forecasting	Volume 10, No. 1, Maret 2008	Jurnal Civil Engineering Dimension Universitas Kristen Petra, Jurnal terakreditasi A

				No.55a/Dikti/Kep/2006 ISSN : 1410-9530.
3	2008	Fractional Critical Shear Stress at Incipient Motion in A Bimodal Sediment	Volume 10, No. 2, September 2008	Jurnal Civil Engineering Dimension Universitas Kristen Petra, Jurnal terakreditasi A No.55a/Dikti/Kep/2006 ISSN : 1410-9530
4	2009	Transformation of Bed Surface Structures after A Series of Relatively Short Hydrographs	Volume 9, No. 02, Juli 2009	Jurnal Dinamika Teknik Sipil FT UMS Surakarta, Jurnal terakreditasi B No.55a/Dikti/Kep/2006 ISSN : 1411-8904.

#### VI. PENGALAMAN PENULISAN BUKU

No.	Tahun	Judul Buku	Jumlah Halaman	Penerbit
1	2010	Perencanaan Embung Sebagai Konstruksi Pemanen Air untuk Pengelolaan Sumber Daya Air (SDA) Berkelanjutan di Daerah Lahan kering	39	Jejaring Sumber Daya Air Indonesia (JSDAI) bekerjasama dengan Direktorat Pengairan dan Irigasi Bappenas dan PPA Consultants

#### VII. PENGALAMAN MERUMUSKAN KEBIJAKAN PUBLIK/REKAYASA SOSIAL LAINNYA

No.	Tahun	Judul/Tema/Jenis Rekayasa Sosial Lainnya yang Telah Diterapkan	Tempat Penerapan	Respons Masyarakat
1	2008	Rancangan Peraturan Daerah (Raperda) Provinsi NTB Tentang Irigasi	Provinsi NTB	
2.	2012	Rancangan Peraturan Daerah (Raperda) Kabupaten Lombok Barat Tentang Penyelenggaraan Penanggulangan Bencana	Kabupaten Lombok Barat	

Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggungjawabkan secara hukum. Apabila dikemudian hari ternyata dijumpai ketidaksesuaian dengan kenyataan, saya sanggup menerima resiko.

Demikian biodata ini saya buat dengan sebenarnya untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam pengajuan Hibah Penelitian Strategis Nasional.

Mataram, Maret 2013

Pengusul,

**Yusron Saadi, ST., MSc., PhD.**

NIP. 196610201993031003

## LAMPIRAN 2: Biodata Pengusul Penelitian Strategis Nasional

### I. IDENTITAS DIRI

1.1	Nama Lengkap	Agus Suroso, ST., MT.	L
1.2	Jabatan Fungsional	Lektor	
1.3	NIP	196808131997031002	
1.4	Tempat dan Tanggal Lahir	Purbalingga, 13 Agustus 1968	
1.5	Alamat Rumah	Jl. Sedap Malam II/14, Gomong Mataram	
1.6	Nomer Telepon/Faks	0370 – 6617513	
1.7	Nomer HP	082147777499	
1.8	Alamat Kantor	Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Mataram	
1.9	Nomer Telepon/Faks	0370 – 636126/0370-636523	
1.10	Alamat e-mail	Anf13gah@yahoo.com	
1.11	Mata Kuliah yang Diampu	1. Teknik Pelabuhan	
		2. Teknik Manajemen Pantai	
		3. Teknik Komputer	

### II. RIWAYAT PENDIDIKAN

2.1 Program	S-1	S-2	S-3
2.2 Nama PT	Universitas Mataram	UGM Yogyakarta	
2.3 Bidang Ilmu	Teknik Sipil Keairan	Teknik Pantai	
2.4 Tahun Masuk	1987	1996	
2.5 Tahun Lulus	1995	1997	
2.5 Judul Skripsi/ Tesis/Disertasi		Perubahan Dasar pada Estuari	
2.6 Nama Pembimbing/ Promotor	3. Ir. Morisco, PhD. 4. Ir. Edy Purnomo	1. Prof. Dr. Ir. Budi Wignyosukarto Dipl.HE. 2. Dr. Ir. Adam Pamudji Rahardjo, MSc.	

### III. PENGALAMAN PENELITIAN

No.	Tahun	Judul Penelitian	Pendanaan	
			Sumber*	Jml (juta Rp)
1.	2005	Kuantifikasi pelapukan batuan berdasarkan parameter batas susut	Hibah Bersaing	

		pada material hasil palapukannya, Penelitian Hibah Bersaing sebagai anggota.		
--	--	--	--	--

#### IV. PENGALAMAN PENULISAN ARTIKEL ILMIAH DALAM JURNAL

No.	Tahun	Judul Artikel Ilmiah	Volume/Nomor	Nama Jurnal
1.	2006	Kuantifikasi pelapukan batuan berdasarkan parameter batas susut pada material hasil palapukannya,	Volume XIII No. 1/2006	JTM Science and Technology publication of Geology, Metallurgy, Meteorogy, Mining, Oceanography and Petroleum, Institut Teknologi Bandung (ITB)

Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggungjawabkan secara hukum. Apabila dikemudian hari ternyata dijumpai ketidaksesuaian dengan kenyataan, saya sanggup menerima resikoanya.

Demikian biodata ini saya buat dengan sebenarnya untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam pengajuan Hibah Penelitian Strategis Nasional.

Mataram, Maret 2013  
Pengusul,

**Agus Suroso, ST., MT.**  
NIP. 196808131997031002

## LAMPIRAN 2: Biodata Pengusul Penelitian Strategis Nasional

### I. IDENTITAS DIRI

1.1	Nama Lengkap	Ida Bagus Giri Putra, ST., MT
1.2	Jabatan Fungsional	Lektor
1.3	NIP	19660826 199703 1 003
1.4	Tempat dan Tanggal Lahir	Lobar, 26 Agustus 1966
1.5	Alamat Rumah	Jalan Gora No.12 Cakranegara
1.6	Nomer Telepon/Faks	0370 – 636126
1.7	Nomer HP	081353799633
1.8	Alamat Kantor	Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Mataram
1.9	Nomer Telepon/Faks	0370 – 636126
1.10	Alamat e-mail	<a href="mailto:giri.putra@yahoo.co.id">giri.putra@yahoo.co.id</a>
1.11	Mata Kuliah yang Diampu	1. Transportasi Sedimen
		2. Hidrolika I
		3. Hidrolika II
		4. Teknik Sungai

### II. RIWAYAT PENDIDIKAN

2.1 Program	S-1	S-2	S-3
2.2 Nama PT	Universitas Mataram	Universitas Gadjah Mada Yogyakarta	
2.3 Bidang Ilmu	Teknik Sipil	Teknik Sipil Hidro	
2.4 Tahun Masuk	1986	1996	
2.5 Tahun Lulus	1995	1999	
2.5 Judul Skripsi/ Tesis/Disertasi	Perencanaan Terminal Induk di Mataram	Model Eksperimental Tentang Armouring Pada Dasar Sungai	
2.6 Nama Pembimbing/Promotor	5. Dr. Ir. Morisco. 6. Ir. Bambang Harianto	1. Dr. Ir. Bambang Agus Kironoto 2. Dr. Ir. H. Adam Pamudji Rahardjo, M.Sc	

### III. PENGALAMAN PENELITIAN

No.	Tahun	Judul Penelitian	Pendanaan	
			Sumber*	Jml (juta Rp)
1	2001	Karakteristik Angkutan Sedimen Pada SWS Dodokan Dalam Rangka Pengaturan Galian C	Due-like	Rp. 10.000.000
2.	2002	Karakteristik Hujan dan Aliran Pada SWS Dodokan Rangka Pengendalian Sedimen	Due-like	Rp/ 10.000.000
3	2007	Pengaruh Intensitas dan Durasi Hujan Terhadap Pembentukan Kelengasan Tanah di Lahan Kering Provinsi NTB	Hibah Bersaing	Rp. 45.000.000
4	2008	Perbaikan Daya Ikat Air Tahan Porus (Berpasir) dengan Tanah Berstektur Halus di Wilayah Irigasi Lahan Kering Provinsi NTB.	Hibah Bersaing	Rp. 45.000.000

### IV. PENGALAMAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT

No.	Tahun	Judul Pengabdian Kepada Masyarakat	Pendanaan	
			Sumber*	Jml (juta Rp)
1	2007	Bantuan Teknis Perencanaan dan Pembangunan Jembatan Beton Sederhana di Desa Jagaraga Indah Kec Kediri Kab Lombok Barat (Proyek PNPM-P2KP)	DPP/SPP	Rp. 1.000.000

### V. PENGALAMAN PENULISAN ARTIKEL ILMIAH DALAM JURNAL

No.	Tahun	Judul Artikel Ilmiah	Volume/Nomor	Nama Jurnal
1	2007	DAS Jangkok serta Alternatif Penangannya (The Jangkok River Observation and the Alternative Solution)	Vol 8/ No.2	Jurnal Rekayasa
2	2008	Ekperimen Durasi dan Intensitas Hujan di Wilayah Irigasi Lahan Kering	Vol.9/No.1	Jurnal Rekayasa
3	2008	Model Eksperimental Tentang Armouring pada Dasar Sungai	Vol.9/No.2	Jurnal Rekayasa
4	2009	Studi Pemanfaatan Sumber Daya Air di Propinsi Nusa Tenggara Barat	Vol.10/No.1	Jurnal Rekayasa
5	2007	Perencanaan Sudetan Pada Sungai Laju Kabupaten Dompu	Vol.10/No.1	Jurnal Spektrum

Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggungjawabkan secara hukum. Apabila dikemudian hari ternyata dijumpai ketidaksesuaian dengan kenyataan, saya sanggup menerima resiko.

Demikian biodata ini saya buat dengan sebenarnya untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam pengajuan Hibah Penelitian Strategis Nasional.

Mataram, Maret 2013

Pengusul,

**I.B. Giri Putra, ST., MT**

NIP. 19660826 199703 1 003