

ISSN 0853 6457

PROSIDING

Pertemuan Ilmiah Tahunan
(PIT) XXII

Yogyakarta, 23-25 September 2005

Mewujudkan Daerah Aliran Sungai Unggulan
untuk Menjamin Sumber Daya Air yang Lestari

Sub Tema 1 :

Pemberdayaan Daerah Aliran Sungai (Watershed Empowering)

Sub Tema 2 :

Konservasi Daerah Aliran Sungai (Watershed Conservation)

Sub Tema 3 :

Pengendalian Daya Rusak Air (Water Induced Disaster Management)

Sub Tema 4 :

Pemulihan kembali Daerah Aliran Sungai (Watershed Restoration)



Indonesian Association of Hydraulic Engineers

(HATHI)

HIMPUNAN AHLI TEKNIK HIDRAULIK INDONESIA



TIM EDITOR

Ir. Darmanto, Dip. HE., MSc.
Prof. DR. Ir. Nur Yuwono, Dip. HE.
DR. Ir. Radiana Triatmadja
Prof. DR. Ir. Bambang Triatmajo, CES, DEA
Ir. Agus Sumaryono, Dip. HE.
DR. Ir. Fatchan Nurrochmad
DR. Ir. Djoko Legono
DR. Ir. Rachmad Jayadi, M.Eng.
DR. Ir. Nizam, M.Sc.
DR. Ir. Bambang Yulistianto
F. Tata Yunita, ST.
Oriza Andamari, ST

SUSUNAN PANITIA PIT HATHI XXII

1. Pelindung
Ir. Djoko Kirmanto, Dip. HE.
Sri Sultan Hamengkubuwono X
2. Pengarah
Pengurus HATHI Pusat
Direktur Jenderal Sumber Daya Air, Dep. PU
Prof. DR. Ir. Sri Harto BR., Dip. HE.
Prof. DR. Ir. Soedjarwadi, M.Eng.
DR. Ir. Budi Wignyosukarto, Dip. HE.
Ir. Triharjun Ismadji, M.Sc.
Ketua HATHI Cabang Yogyakarta
- PELAKSANA
3. Ketua
Wakil Ketua
Ir. Erwin Tri Nugroho Sigit, CES
DR. Ir. Joko Sujono, M.Eng.
4. Sekretaris
Wakil Sekretaris
Ir. Eddy Sasongko, Dip.HE.
Drs. Endang Sudarman, ST.
5. Bendahara
Wakil Bendahara
Ir. Siti Fatimah, MT.
Ir. Sriamini Yuni Astuti, MT.
- SEKSI-SEKSI
6. Acara dan Persidangan
Ir. Rani S. Fauzie, MT.
DR. Ir. Bambang Agus Kironoto
DR. Ing. Ir. Agus Maryono
Ir. Hermawan Isbandi
Moh. Fuad Bustomi Zen, ST., MT.
Ir. Ahmad Shabri Prasodjo
7. Materi Persidangan
Ir. Suripharjo, MM.
Margiono, ST, Msi.
Ir. Harsoyo, M. Sc.
Ir. Ashari
Ir. Tribudi Utama, MT.
Ir. Ign. Sutyas Aji, MT.
8. Prosiding dan Penilaian Makalah
Ir. Darmanto, Dip. HE., M. Sc.
Prof. DR. Ir. Nur Yuwono, Dip. HE.
DR. Ir. Radiana Triatmadja
Prof. DR. Ir. Bambang Triatmajo, CES, DEA.
Ir. Agus Sumaryono, Dip. HE.
DR. Ir. Fatchan Nurrochmad
DR. Ir. Djoko Legono
DR. Ir. Rachmad Jayadi, M.Eng.

		DR. Ir. Nizam, M.Sc. DR. Ir. Bambang Yulis
9.	Publikasi dan Dokumentasi	Ir. Ilham Purnomo, MT. Bambang Sukatja, ST. Ir. Unggul Susetyo Pramono
10.	Olimpiade Air dan Lingkungan	Ir. Darmanto, Dip.HE., M. Sc. Ir. Bambang Sulistiyono, MSCE.
11.	Kunjungan Lapangan	Ir. Fauzan Umar, MT. Suratno, ST.
12.	Pameran	Prijambodo, ST., MT. Sudarto, ST.
13.	Pendanaan	Ir. Imam Santoso, M. Sc. Ir. Joko Sarjono Aryo Subiantoro, Sp.1 Ir. Didi Triyono
14.	Akomodasi & Perlengkapan	Subagyo, ST. Dwi Purwantoro, ST.
15.	Konsumsi	Ir. V. Yenny Sulistiyowati, MT. F. Tata Yunita, ST.
16.	Pembantu Umum	Ir. Sudarsin

DAFTAR ISI

Tim Editor	ii
Kata Pengantar	iii
Laporan Ketua Panitia	iv
Sambutan Ketua Umum HATHI	vii
Sambutan Gubernur Provinsi D.I.Yogyakarta	viii
Sambutan Menteri Pekerjaan Umum	ix
Susunan Panitia Pelaksana PIT-HATHI XXII	xii
Daftar Isi	xiv
A. MAKALAH YANG DIPRESENTASIKAN	
Sub Tema 1 : Pemberdayaan Daerah Aliran Sungai (<i>Watershed Empowering</i>)	
1.1.1. Infrastruktur dan Kapasitas Data Spasial Pengelolaan DAS: Potret dan Catatan di DAS Bengawan Solo, <i>Agus Prijadi Saido, Tri Rohadi dan Widiharjo</i>	1
1.1.2. Kajian Teknis Pengaruh Pengoperasian PLTA Rajamandala terhadap Fluktuasi di Sekitarnya, <i>Anto Henrianto dan Meru Condro Wiguno</i>	7
1.1.3. Mewujudkan Daerah Aliran Sungai Unggulan Melalui Pemberdayaan Stakeholder-nya, <i>Djoko Sembodo</i>	13
1.1.4. Pemberdayaan Daerah Aliran Sungai sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Mini Hidro, <i>Indratmo Soekarno, Deny T. Ramadhani dan Arpan Fadly Harahap</i>	17
1.1.5. Pemberdayaan Lahan Pasir di Pesisir Selatan Kab. Purworejo Dalam Rangka Penciptaan Lapangan Kerja Bagi Masyarakat Setempat, <i>S. Legowo, Asep Syaifudin, Deni Prima Yanuar, Hartati dan Noldie Everhard Kondojo</i>	25
1.1.6. Pendayagunaan DAS Mahakam sebagai Wilayah Sungai Strategis Nasional, <i>Mislan dan Naniek Sulistyowati</i>	30
1.1.7. Pendugaan Debit Aliran Sungai Menggunakan Model Tangki (Studi Kasus di Daerah Aliran Sungai Progo hulu, Provinsi Jawa Tengah), <i>Arif Ismail, Slamet Suprayogi dan Visi Asriningtyas</i>	33
1.1.8. Pengembangan SDA Daerah-daerah Terpencil Hasil Studi Pengembangan SDA di Kawasan Pulau-pulau Kecil NTT, <i>Agus Aris Wibowo dan Budhie Wicaksono</i>	41
1.1.9. Penerapan Sistem Informasi Database Bangunan Irigasi dalam Rangka Menunjang Optimalisasi Alokasi Air Irigasi Sistem Mataram, <i>Agung Rudi Prasetya Puspa Atmaja</i>	45
1.1.10. Perencanaan Embung Krida Kabupaten Sumbawa, Propinsi NTB, <i>Harya Muldiyanto</i>	56
1.1.11. Potensi Aliran Sungai Tampapopa sebagai Energi PLTM untuk Mencukupi Kebutuhan Listrik di Kecamatan Tomini, Sulawesi Selatan dan Sekitarnya, <i>Asmawar Bakrie</i>	58

1.1.12. Teknologi dan Rekayasa Berbasis pada Pengaturan daya Elektronika untuk Pembangkit Tenaga Listrik Mikro Hidro dan Tenaga Terbarukan, <i>Sugandar Sumawiguna, Indratmo Soekarno dan Tuggal Mardiono</i>	60
1.1.13. Upaya Pemerintah Sumatra Barat dalam Mewujudkan Propinsi Penghasil Energi Berbasis Air, <i>Bambang Istijono</i>	66
1.1.14. Memberdayakan Komunitas Lokal dengan Kemitraan dalam Pengelolaan DAS, <i>Hermawan dan Melly Lukman</i>	71
 Sub Tema 2 : Konservasi Daerah Aliran Sungai (<i>Watersheds Conservation</i>)	
1.2.1. Alih Ragam Hujan Harian Menjadi Intensitas Hujan untuk Menghitung Aliran dalam Gas, <i>Fennani Arpan</i>	79
1.2.2. Analisis Aliran di Saluran Terbuka yang Dilengkapi Sluice Gate di Bagian Hilir dengan Metode Elemen Hingga, <i>Lambertus Tanudjaya</i>	80
1.2.3. Diagnosis Cepat Karakteristik Hidrologi Sebagai Dasar Pengelolaan Daerah Aliran Sungai: Studi Kasus Sub DAS Merawu, <i>Paimin dan Sukresno</i>	83
1.2.4. Efektifitas Konservasi DAS di Hulu pada Banjir di Hilir DAS Studi Kasus DAS Bengawan Solo, <i>Sukresno, Agung B. Supangat dan Dewi R. Indrawati</i>	89
1.2.5. Ekonomi Teknik Pengendalian Erosi dan Sedimentasi Terpadu (Sebuah Pendekatan), <i>Supriyana Triwiyana</i>	95
1.2.6. Kajian Pendekatan Totalitas Integratif dalam Upaya Konservasi dan Rehabilitasi Daerah Tangkapan (Upper Catchment) Segara Anakan (Kasus Sub DAS Ciseel DAS Citanduy Jawa Barat), <i>Dede Rohmat dan Indratmo Soekarno</i>	106
1.2.7. Kajian Potensi Sumber Daya Air di Wilayah Sungai Ciliwung-Cisadane Bagian Timur, <i>Waluyo Hatmoko</i>	114
1.2.8. Konservasi Daerah Aliran Sungai Batang Simun Kabupaten Lima Puluh Kota, Sumatera Barat, <i>Erman Mawardi dan Sunarto</i>	120
1.2.9. Konservasi DAS, Studi Kasus di Beberapa Lokasi di P. Jawa, <i>Achmadi Partowijoto</i>	127
1.2.10. Konservasi, Kunci Pokok Keberhasilan Pengelolaan Sumber Daya Air, <i>Isnugroho</i>	134
1.2.11. Metode Baru untuk Mendeteksi Toksisitas Air dan Kualitas Habitat Perairan, <i>Sri P. Saraswati, Shunroku Nakamura, Kazumi Tanida dan Nizam</i>	139
1.2.12. Pembangunan Arboretum di Hulu DAS Ciujung-Ciliman Sebagai Salah Satu Upaya Pelestarian Air, <i>Joko Mulyono</i>	146
1.2.13. Pemberdayaan DAS Telake untuk Menjamin Sumber Daya Air yang Lestari, <i>Achmad Maliki, Eko Budiono, Ali Pramono dan Widyo Nugroho</i>	148
1.2.14. Pemodelan Spasial Limpasan Permukaan DAS Cicatih dengan Teknik Sistem informasi Geografis (SIG), <i>Muhammad Taufik, Hidayat Pawitan dan Sofyan Kurnianto</i>	150
1.2.15. Penerapan Teknik Geolistrik untuk Pemetaan Potensi Situasi SDA Tanah di Kabupaten Rokun Hilir Prop. Riau, <i>Fattah Alfian, M. Efendi Saputra dan Syafri</i>	151
1.2.16. Pengelolaan Daerah Aliran Sungai Terpadu Studi Kasus DAS Bogowonto Jateng, <i>Junun Sartohadi</i>	152
1.2.17. Pengelolaan Terpadu dengan Komponen Ekosistem DAS untuk Menunjang Sumber Daya Air yang Lestari DAS Citarum, <i>Ratna Hidayat</i>	159
1.2.18. Penggunaan Jaringan Syaraf Tiruan untuk Memprediksi Tinggi Muka Air Sungai, <i>Yacky Prayogo, Siti Qomariah dan Sobriyah</i>	169

1.2.19. Role Sharing Pembiayaan Konservasi Sumber Daya Air (SDA) Mengacu Nilai Guna Alokasi Air Berbasis Daerah Aliran Sungai (DAS) Lintas Kabupaten/Kota, <i>Gede Suardiari</i>	172
1.2.20. Sistem Pengoperasian Waduk Multi-seri Menggunakan Jaringan Syaraf Buatan (Artificial Neural Network), <i>Azmeri, Iwan Krida Santausa dan Yadi Suryadi</i>	181
1.2.21. Studi Tegangan Geser Kritis Erosi terhadap Berat Jenis pada Sedimen Sungai Cimanuk, <i>Wati Asriningsih Pranoto, Indratmo Soekarno dan M. Cahyono</i>	184
1.2.22. Tanda-tanda Kerusakan dan Usaha Penyelamatan Lingkungan Sumber Daya Air Lahan, <i>Moch. Memed</i>	192
1.2.23 Analisis Ketersediaan Air di Daerah Aliran Sungai (DAS) Musi di Sumsel, <i>Syafri Nungcik, Rosmina Zuchri Amir dan A. Syarifudin</i>	200
1.2.24 Analisis Trend untuk Hujan Ekstrim di Daerah Aliran Sungai Bengawan Solo, <i>Fransisca Mulyantari dan Oky Subrata</i>	203
1.2.25. Pengiriman Data Telemetry dengan Jaringan Telephon untuk Pengendalian Daya Rusak Air, <i>Bambang Sukatja dan Agus Sumaryono</i>	206
 Sub Tema 3 : Pengendalian Daya Rusak Air (<i>Water Induced Disaster Management</i>)	
1.3.1. Aplikasi Surface Modeling System untuk Memprediksi Pengaruh Bangunan Air terhadap Perilaku Aliran Sungai (Studi Kasus pada Model Pilar Jembatan), <i>Jazaul Ikhsan</i>	214
1.3.2. Bencana Banjir Bandang Kebutuhan Riset dan Mitigasi, <i>Moh. Fuad Bustomi Zen dan Visi Asningtyas</i>	215
1.3.3. Efektifitas Bangunan Sabo dalam Rangka Pengendalian Sedimen di Alur Sungai, <i>Noor Yosept Yaath, Djudi, Imas Komariah, Moh. Firman dan Hendro Widodo</i>	223
1.3.4. Identifying Water Resources Vulnerability, <i>Widodo dan M. Hendy N.</i>	229
1.3.5. Intrusi Air Laut di Pesisir Kab. Pasuruan, <i>Djoko Tri Yudianto</i>	233
1.3.6. Kajian Erosi Tebing Sungai Akibat Gelombang (Kasus di Desa Mariana Kab. Banyuwasin Sum-Sel), <i>Ishak Yunus dan Achmad Syarifudin</i>	234
1.3.7. Metode Rekayasa Ekologi untuk Perkuatan Tebing Sungai, <i>Agus Maryono dan Namastra Probosunu</i>	237
1.3.8. Mitigasi Penanggulangan Bencana Banjir Bandang di Daerah Situbondo, Jawa Timur, <i>Bambang Sukatja, Hariyadi Djamal dan Jati Iswardoyo</i>	246
1.3.9. Numerical Simulation of Debris Flow for Sabo Dam Planning with Familiar Software, <i>Dwi Agus Kuncoro</i>	255
1.3.10. Penanggulangan Erosi dan Sedimentasi Akibat Daya Rusak Air, <i>Sudjatmoko</i>	264
1.3.11. Penerapan Teknologi Sabo sebagai Alternatif Penanggulangan Bencana Aliran Debris (Galodo) di Kabupaten Agam Propinsi Sumatera Barat, <i>Agus Sumaryono, Suprijatin dan F. Tata Yunita</i>	267
1.3.12. Pengendalian Daya Rusak Sungai Batang Lampasi dengan Krib Bambu, <i>Hermono S. Budinetro, Medi Herlianto dan Chr. Kristijatno</i>	272
1.3.13. Pengendalian Daya Rusak Sungai Citanduy Alternatif Penanggulangan Banjir Sungai Citanduy dan Sedimentasi Segara Anakan, <i>S. Legowo, Hariadi, Rizhali Tri Utomi Sahan, Siti Hodijah, Muh. Nashsrah, Muh. Sarbiny Hasan dan Yoshe Aulia</i>	282
1.3.14. Prediksi Transport Sedimen di Sungai Guna Pengendalian Daya Rusak Air, <i>Tiny Mananoma dan Djoko Legono</i>	290

1.3.15. Studi Pengendalian Banjir Sungai Belanting dengan Normalisasi Sungai, <i>Irawan Hartono</i>	297
1.3.16. Uji Model Fisik Pelindung Bibit Mangrove, <i>Sabaruddin Rahman dan Radianta Triatmadja</i>	299
1.3.17. Masalah Banjir Kota Pesisir Kalimantan Barat, <i>Pandi MS. Hutabarat</i>	305

Sub Tema 4 : Pemulihan kembali Daerah Aliran Sungai (*Watershed Restoration*)

1.4.1. Analisis Kerusakan Bendung Penahan Sedimen pada Sungai-sungai Lahar di Daerah Gunungapi, <i>Agus Sumaryono, F. Tata Yunita dan Oriza Andamari</i>	313
1.4.2. Desain Hidraulik Fluidisasi Jet Vertikal untuk Pemeliharaan Alur, <i>Arsyad Thaha, Noor Yuwono, Nizam dan Radianta Triatmadja</i>	318
1.4.3. Gemaprima, Suatu Upaya Mengembalikan Fungsi DAS di Propinsi NTB, <i>Reso Rachman</i>	324
1.4.4. Pemodelan Spasial - Temporal untuk Optimasi Manajemen Daerah, <i>Widandi Soetopo</i>	332
1.4.5. Pemulihan Kembali Daerah Aliran Sungai (DAS) Ciujung dan Cidanau, <i>Dedih Setiadi dan Mohd. Arief Ilyas</i>	335
1.4.6. Peran Serta Masyarakat dalam Mewujudkan Wanagama di Sub DAS Oyo, <i>Sobriyah dan Sukirno Dwiasmoro Prianto</i>	346
1.4.7. Perencanaan penampang Saluran Sekunder Drainase Kota Lhoksukon, Kabupaten Aceh Utara, <i>Afiansyah YBC, R. Fadhli dan Farid Wajidi</i>	350
1.4.8. Perencanaan Teknis Restorasi Sungai, <i>Hermawan dan Melly Lukman</i>	353
1.4.9. Restorasi Sub-sub DAS Kalong Berbasis Pemberdayaan Masyarakat, <i>FX. Pri Joewo Guntoro</i>	367
1.4.10. Sistem Drainase Daerah Aliran Sungai (DAS) Sekanak Kota Palembang, <i>Eddy Santana Putra, Rosmina Zuchri Amir dan Sarino</i>	377
1.4.11. Pemindahan Sementara dan Normalisasi Sungai Jelamu dengan Pendekatan Eko-Hidrolik, <i>Robert Chandrawidjaya</i>	385

MAKALAH PENDAMPING

Sub Tema 1 : Pemberdayaan Daerah Aliran Sungai (*Watershed Empowering*)

2.1.1. Alternatif Penghematan Listrik pada Sistem Drainase Ancol dengan Evaluasi Rutin Pengoperasian Pompa Banjir, <i>Anto Henrianto</i>	392
2.1.2. Analisis Kebutuhan Air Irigasi Sub DAS Komering di DAS Musi Sumatera Selatan, <i>Rosmina Zuchri Amir dan Etika Rianti Nora</i>	398
2.1.3. Evaluasi Efisiensi Jaringan Irigasi Jeuram Studi Kasus D.I. Jeuram, Kabupaten Nagan Raya, <i>Alfiansyah Yulianur BC, Effian Riswan dan Elva Rahmi</i>	401
2.1.4. Kebutuhan Partisipasi dan Sistem Pengetahuan Lokal Masyarakat Dalam Pengelolaan DAS Mahakam, <i>Mislani dan H. A. Maliki</i>	404
2.1.5. Pemberdayaan Daerah Aliran Sungai dengan Pemberlakuan Permissible Retarding Duration of Land, <i>Kuntjoro, Saptarita dan Didik Harjanto</i>	408
2.1.6. Pemberdayaan Masyarakat di Sekitar Waduk Nglambangan dalam Rangka Kelestarian Fungsi Waduk Nglambangan, <i>Theresia Sri Sidharti dan Hadi Moeljanto</i>	409
2.1.7. Studi Optimasi DI Bonder dan DI Senyong dengan Kajian Simulasi Waduk Batujai dan Waduk Pengga, <i>Anang Muchlis</i>	415
2.1.8. Pengelolaan Jaringan Pengairan Memanfaatkan Basis Data Sistem Informasi Geografis (GIS), <i>M. Efendi Saputra</i>	417
2.1.9. Pemberdayaan Daerah Aliran Sungai, Kasus Satuan Wilayah Sungai Citarum, <i>Sri Hermowo M.</i>	418

2.1.10. Penggunaan Kosakata yang Tepat untuk Mengurangi Salah Tafsir tentang Air, <i>Rapiali Zainuddin</i>	419
Sub Tema 2 : Konservasi Daerah Aliran Sungai (<i>Watersheds Conservation</i>)	
2.2.1. DAS Online Alternatif Pengelolaan DAS secara Transparan, <i>Bambang Priyambodo</i>	422
2.2.2. Evaluasi Persamaan Penman Monteith terhadap Persamaan Penman dalam Mengestimasi Evapotranspirasi, <i>Alfiansyah Yulianur BC, Ziana, Ria Novrika dan Rini Erita</i>	423
2.2.3. Estimasi Evapotranspirasi dengan Menggunakan Regresi Sederhana terhadap Data Panci Evaporasi, <i>Alfiansyah Yulianur BC, Ziana, Rini Erita dan Vina Listia</i>	426
2.2.4. Estimasi Evapotranspirasi dengan Menggunakan Regresi Berganda terhadap Data Meteorologi, <i>Alfiansyah Yulianur BC, Ziana, Rini Erita dan Saiful Halim</i>	429
2.2.5. Eutrofikasi di Waduk Sutami Monitoring, Evaluasi dan Upaya Penanganannya, <i>Soekistijono</i>	432
2.2.6. Hidrograf Drainase Perkotaan dan Penggunaan Puncak Banjir, <i>T. Firdaus Larosa dan Dedy Tjahyadi Abdullah</i>	435
2.2.7. Kajian Kondisi Kesenambungan Data Hidrologi Daerah Aliran Sungai Prop. Sumbar di Era Orde Baru dan Era Otonomi Daerah, <i>Syofyan Dt. Majo Kayo</i>	438
2.2.8. Karakteristik Curah Hujan Kota Palembang, <i>A. Syarifudin dan Sapri HN</i>	448
2.2.9. Konservasi SDA Menurut UU No. 7 Tahun 2004 tentang SDA, <i>S. Amirwandi</i>	451
2.2.10. Pengelolaan DAS Jeneberang pada WS Jeneberang Ditinjau dari Aspek UU No. 7 Tahun 2004 & UU No. 32 Tahun 2004, <i>Suwarno HP</i>	454
2.2.11. Pengaruh Panjang Data Kalibrasi terhadap Performa Model Hujan Debit GR 3 J – ANN, <i>Manyuk Fauzi, Nadjadji Anwar, Edijatno dan M. Isa Trawan</i>	458
2.2.12. Pengaruh Tata Guna lahan DPS Rarem terhadap Debit Masuk Waduk Way Rarem, Lampung, <i>Nur Arifaini, Gatot Eko Susilo dan Zainul Bahri</i>	459
2.2.13. Pengkajian Fungsi dan Keamanan Bangunan Utama Bendung dengan Studi Kasus Bendung Tami – Papua, <i>Moch. Memed</i>	464
2.2.14. Peramalan Debit Aliran Sungai Menggunakan Teknik Exponential Smoothing (Studi Kasus DAS Welang), <i>Hari Siswoyo</i>	471
2.2.15. Perubahan Karakteristik Debit Aliran Sungai Cikapundung di Kawasan Bandung Utara, <i>Waluyo Hatmoko dan Srimulat Yuningsih</i>	474
2.2.16. Potensi Sumber Air di Kepulauan Lombok Barat dan Kepulauan Flores NTT, <i>Trenggono dan Sofyan D. Majo Kayo</i>	477
2.2.17. Sistem Monitoring Hidro-Klimatologi Trintegrasi dan Peringatan Dini Bencana Banjir (Studi Kasus Sungai Bengawan Solo), <i>Umboro Lasminto, Suyanto dan Fitri Adi Iskandarianto</i>	486
2.2.18. Tinjauan Hidrolis Wilayah Konservasi Kali Pesanggrahan, <i>Atie Tri Juniati dan Riesmawita</i>	489
2.2.19. Pendugaan Debit Sungai Menggunakan Metode Hidrograf Satuan Universal (HSU) (Studi Kasus Cicitih-Cimandiri Kab. Sukabumi), <i>Jonsen dan Hidayat Pawitan</i>	490
2.2.20. Status Mutu Air Sungai Karang Mumus, <i>Noor Albarakati</i>	491
2.2.21. Catatan Pinggir : Langkah-langkah Pengaturan Daerah Aliran Sungai dalam Rangka Konservasi, <i>Soedarwoto Hadhiswoyo dan Suftarna Sanoesi</i>	492
2.2.22. Konservasi Sabuk Hijau Pemberdayaan Masyarakat Sekitar Waduk Sermo, <i>Teguh Ungsiadi</i>	495
2.2.23. Prospek Pembangunan Waduk pada Daerah Aliran Sungai Alue Sijeungkai, <i>Alfiansyah YBC, Cut Azizah, Abdi M dan Wildaniar</i>	496

2.1.10. Penggunaan Kosakata yang Tepat untuk Mengurangi Salah Tafsir tentang Air, <i>Rapiali Zainuddin</i>	419
Sub Tema 2 : Konservasi Daerah Aliran Sungai (<i>Watersheds Conservation</i>)	
2.2.1. DAS Online Alternatif Pengelolaan DAS secara Transparan, <i>Bambang Priyambodo</i>	422
2.2.2. Evaluasi Persamaan Penman Monteith terhadap Persamaan Penman dalam Mengestimasi Evapotranspirasi, <i>Alfiansyah Yulianur BC, Ziana, Ria Novrika dan Rini Erita</i>	423
2.2.3. Estimasi Evapotranspirasi dengan Menggunakan Regresi Sederhana terhadap Data Panci Evaporasi, <i>Alfiansyah Yulianur BC, Ziana, Rini Erita dan Vina Listia</i>	426
2.2.4. Estimasi Evapotranspirasi dengan Menggunakan Regresi Berganda terhadap Data Meteorologi, <i>Alfiansyah Yulianur BC, Ziana, Rini Erita dan Saiful Halim</i>	429
2.2.5. Eutrofikasi di Waduk Sutami Monitoring, Evaluasi dan Upaya Penanganannya, <i>Soekistijono</i>	432
2.2.6. Hidrograf Drainase Perkotaan dan Penggunaan Puncak Banjir, <i>T. Firdaus Larosa dan Dedy Tjahyadi Abdullah</i>	435
2.2.7. Kajian Kondisi Kesenambungan Data Hidrologi Daerah Aliran Sungai Prop. Sumbar di Era Orde Baru dan Era Otonomi Daerah, <i>Syofyan Dt. Majo Kayo</i>	438
2.2.8. Karakteristik Curah Hujan Kota Palembang, <i>A. Syarifudin dan Sapri HN</i>	448
2.2.9. Konservasi SDA Menurut UU No. 7 Tahun 2004 tentang SDA, <i>S. Amirwandi</i>	451
2.2.10. Pengelolaan DAS Jeneberang pada WS Jeneberang Ditinjau dari Aspek UU No. 7 Tahun 2004 & UU No. 32 Tahun 2004, <i>Suwarno HP</i>	454
2.2.11. Pengaruh Panjang Data Kalibrasi terhadap Performa Model Hujan Debit GR 3 J – ANN, <i>Manyuk Fauzi, Nadjadji Anwar, Edijatno dan M. Isa Trawan</i>	458
2.2.12. Pengaruh Tata Guna lahan DPS Rarem terhadap Debit Masuk Waduk Way Rarem, Lampung, <i>Nur Anifaini, Gatot Eko Susilo dan Zainul Bahri</i>	459
2.2.13. Pengkajian Fungsi dan Keamanan Bangunan Utama Bendung dengan Studi Kasus Bendung Tami – Papua, <i>Moch. Memed</i>	464
2.2.14. Peramalan Debit Aliran Sungai Menggunakan Teknik Exponential Smoothing (Studi Kasus DAS Welang), <i>Hari Siswoyo</i>	471
2.2.15. Perubahan Karakteristik Debit Aliran Sungai Cikapundung di Kawasan Bandung Utara, <i>Waluyo Hatmoko dan Srimulat Yuningsih</i>	474
2.2.16. Potensi Sumber Air di Kepulauan Lombok Barat dan Kepulauan Flores NTT, <i>Trenggono dan Sofyan D. Majo Kayo</i>	477
2.2.17. Sistem Monitoring Hidro-Klimatologi Trintegrasi dan Peringatan Dini Bencana Banjir (Studi Kasus Sungai Bengawan Solo), <i>Umbara Lasminto, Suyanto dan Fitri Adi Iskandarianto</i>	486
2.2.18. Tinjauan Hidrolis Wilayah Konservasi Kali Pesanggrahan, <i>Atie Tri Juniati dan Riesmawita</i>	489
2.2.19. Pendugaan Debit Sungai Menggunakan Metode Hidrograf Satuan Universal (HSU) (Studi Kasus Cicalih-Cimandiri Kab. Sukabumi), <i>Jonsen dan Hidayat Pawitan</i>	490
2.2.20. Status Mutu Air Sungai Karang Mumus, <i>Noor Albarakati</i>	491
2.2.21. Catatan Pinggir : Langkah-langkah Pengaturan Daerah Aliran Sungai dalam Rangka Konservasi, <i>Soedanwoto Hadhiswoyo dan Suftarna Sanoesi</i>	492
2.2.22. Konservasi Sabuk Hijau Pemberdayaan Masyarakat Sekitar Waduk Sermo, <i>Teguh Ungsiadi</i>	495
2.2.23. Prospek Pembangunan Waduk pada Daerah Aliran Sungai Alue Sijeungkai, <i>Alfiansyah YBC, Cut Azizah, Abdi M dan Wildaniar</i>	496

2.2.24. Hidrologi Banjir Sungai Cimanuk, <i>Saijul Anwar dan Hidayat Pawitan</i>	498
2.2.25. Kajian Sistem Drainase Berkelanjutan dalam Upaya Konservasi SDA, <i>Nursetiawan dan Dita Wulandari</i>	501
2.2.26. Masalah dan Tantangan Kabupaten Kapuas Hulu sebagai Kabupaten Konservasi, <i>Pandi MS Hutabarat</i>	502
2.2.27. Pendekatan Pengelolaan DAS untuk Mereduksi Banjir, <i>Trihono Kadri, Naik Sinukaban, Hidayat Pawitan dan Suria Darma Tarigan</i>	509
2.2.28. Pengelolaan Sedimentasi pada Waduk-waduk Besar di DAS Brantas dan Bengawan Solo, <i>Raymond Valiant</i>	511
Sub Tema 3 : Pengendalian Daya Rusak Air (<i>Water Induced Disaster Management</i>)	
2.3.1. Alternatif Pengendalian Banjir Sungai Jadi di Kota Tuban Propinsi Jawa Timur, <i>Djoko Tri Yudianto</i>	515
2.3.2. Bentuk Garis Pantai Parabolik Pasca Pengisian Pasir Pantai Sanur Bali, <i>Dede M. Sulaiman, Teti Kurniati dan A. R. Syamsudin</i>	516
2.3.3. Kebijakan dan Strategi Pengelolaan Bendungan untuk Pengendalian Daya Rusak Air, <i>Teguh Ungsiadi</i>	525
2.3.4. Pemodelan Proses Pantai pada Muara Krueng Mane Kabupaten Bireuen, <i>Zouhrawaty A. Ariff, Azrianti dan Elva Rahmi</i>	527
2.3.5. Pengendalian Daya Rusak Sungai Batang Lampasi Ruas Kota Payakumbuh, <i>Chr. Kristijatno, Medi Herlianto dan Hermono S. Budinetrio</i>	530
2.3.6. Suatu Perencanaan Konstruksi Perlindungan Muara Krueng Peudada Kabupaten Bireuen, <i>Zouhrawaty A. Ariff, M. Rizal Khadafy dan Habib Ibrahim</i>	533
2.3.7. Survei Identifikasi untuk Penanganan Kerusakan Pantai Aliran Sungai, <i>Dede M. Sulaiman, Teti Kurniati dan A. R. Syamsudin</i>	535
2.3.8. Uji Model Hidraulik Fisik Kantong Lumpur Bendung Colo, <i>Kirno dan Hermono S. Budinetrio</i>	538
2.3.9. Teknik Sumber Daya Air Penanggulangan Banjir Paya Terbang, Kabupaten Aceh Utara, <i>Ismail Yusuf</i>	553
2.3.10. Tinjauan Hidraulik terhadap Daya Rusak Air di Wilayah K. Krukut, <i>Riana Palupi, Dina Saptiarini Indriana, Dian Kartika Eka dan Vin Gania</i>	559
2.3.11. Modifikasi Formula Stabilitas Unit Lapis Lindung Breakwater Akibat Gelombang, <i>Sriyana dan Iwan Krida Santausa</i>	560
2.3.12. Studi Pengendalian Sungai Brang Rea di Kabupaten Sumbawa Barat, <i>Musyadat</i>	561
Sub Tema 4 : Pemulihan kembali Daerah Aliran Sungai (<i>Watershed Restoration</i>)	
2.4.1. Identifikasi Penampang Saluran Primer dan Sekunder pada Zona I Kota Banda Aceh, <i>Safina, Wildaniar dan Maimun</i>	563
2.4.2. Studi Dampak Pembangunan Properti di Daerah Cibubur Baru terhadap Sungai Sekitar, <i>Sigit Setiyo Pramono dan Agus Suparman</i>	565
2.4.3. Pengendalian Banjir dengan Cara Menurunkan Puncak Banjir pada Sistem Drainase Greges Kota Surabaya, <i>Piter L. F. Bentura dan Choirul Anwar</i>	568
2.4.4. Aktifitas Kegunungapian dan Hubungannya dengan Perencanaan Bangunan Air, <i>Budhie Wicaksono</i>	569
2.4.5. Pendayagunaan UU No. 7 Tahun 2004 tentang Sumber Daya Air dalam Rangka Pemulihan Daerah Aliran Sungai, <i>Soedarwoto Hadhiswoyo</i>	573
Daftar Peserta	577

Studi Tegangan Geser Kritis Erosi terhadap Berat Jenis pada Sedimen Sungai Cimanuk

Wati Asriningsih Pranoto*1, Indratmo Soekarno*2, M.Cahyono*2

*1Staf Pengajar Jurusan Teknik Sipil Universitas Tarumanagara, Jakarta

Jl. L.J.S. Parman no.1 Jakarta. T: 021-5672548 Fax. 021-5663277 Email : watiasri@hotmail.com

*2Staf Pengajar Jurusan Teknik Sipil Institut Teknologi Bandung

Jl. Ganesha No.10 Bandung

ABSTRAK

Daerah aliran sungai (DAS) merupakan unsur penting dalam menunjang kuantitas dan kualitas aliran sungai. Bila DAS tidak terawat dan terjadi penebangan hutan yang tidak terkontrol, mudah terjadi erosi bila hujan datang. Sedimen yang terbawa pada aliran sungai berasal dari DAS itu sendiri dan akibat dari aliran sungai itu sendiri. Tegangan geser kritis erosi merupakan salah satu karakteristik sedimen yang harus diketahui dan mempunyai peran dalam kuantitas sedimen. Aliran sungai yang banyak mengandung sedimen akan mengakibatkan pendangkalan pada sungai dan muara, salah satunya terjadi pada sungai Cimanuk.

Penelitian ini diperlukan, sebab sedimentasi yang terjadi pada muara sungai Cimanuk menyebabkan pendangkalan sehingga mengganggu keluar masuk kapal-kapal nelayan. Hasil studi menunjukkan komposisi campuran lumpur dan pasir menentukan tegangan geser kritis erosi yang terjadi. Dengan demikian dari hasil penelitian ini dapat digunakan untuk merencanakan bangunan air guna mencegah pendangkalan di muara dan mengatasi pendangkalan muara yang terjadi. Studi ini dapat diterapkan pada sungai lain di Indonesia yang mempunyai kasus serupa.

Kata Kunci: tegangan geser kritis erosi, berat jenis, sedimen

PENDAHULUAN

Latar Belakang

DAS merupakan suatu daerah yang mempunyai peranan penting dalam kuantitas dan kualitas aliran sungai. Akibat DAS yang tidak terawat dan kurang perhatian sehingga dapat terjadi penebangan hutan yang tidak terkontrol dan kelestariannya menjadi tidak terjaga. Dengan demikian DAS yang seperti ini mudah terjadi erosi bila hujan datang.

Aliran air hujan pada DAS tersebut akan membawa banyak sedimen yang akhirnya menuju sungai. Sedimen yang terbawa pada aliran sungai berasal dari DAS itu sendiri dan akibat dari aliran sungai itu sendiri. Proses erosi pada sungai adalah proses terangkatnya material sedimen dasar akibat adanya tegangan geser yang terjadi pada dasar saluran. Tegangan geser kritis erosi didefinisikan sebagai tegangan geser dasar yang terjadi pada saat di mana sedimen mulai tererosi dari dasar. Aliran sungai yang banyak mengandung sedimen akan mengakibatkan pendangkalan pada sungai dan muara. Salah satunya terjadi pada sungai Cimanuk.

Penelitian ini diperlukan, sebab sedimentasi yang terjadi pada muara sungai Cimanuk menyebabkan pendangkalan sehingga mengganggu keluar masuk kapal-kapal nelayan.

Ruang Lingkup

Ruang lingkup penelitian adalah meneliti tegangan geser kritis erosi dari sedimen sungai Cimanuk dengan penelitian laboratorium.

Maksud dan Tujuan Penelitian

Maksud penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik sedimen campuran lumpur dan pasir, khususnya tegangan geser kritis erosi dari berbagai komposisi campuran sedimen lumpur dan pasir. Tujuannya adalah memperoleh hubungan tegangan geser kritis erosi terhadap berat jenis sedimen.

METODOLOGI

Metodologi

Metodologi penelitian meliputi: (i). Studi literatur; (ii). Pengambilan sampel dilakukan di muara sungai Cimanuk, Indramayu Jawa Barat; (iii). Persiapan percobaan yaitu memisahkan campuran lumpur dan pasir kemudian mempersiapkan 7 komposisi campuran untuk diteliti dan kemudian dikonsolidasikan; (iv). Percobaan laboratorium dilakukan di Laboratorium Fluida dan Hidrodinamika Institut Teknologi Bandung (V). Pemeriksaan sampel hasil percobaan; (VI). Analisis hasil percobaan.

Sampel diambil dari sungai Cimanuk sebagai sampel disturb kemudian dilakukan pemisahan antara lumpur dan pasir. Pasir dan lumpur dipisahkan dengan cara:

- Pasir : yang tertahan di saringan no.200 dan lolos saringan no. 50 ($0,075 \text{ mm} < d < 0,30 \text{ mm}$)
- Lumpur : yang lolos saringan no. 200 ($< 0,075 \text{ mm}$)

Hasilnya dicampur kembali dengan komposisi campuran sebagai berikut:

Tabel 1 Proporsi campuran pasir dan lumpur

No.	Pasir (%)	Lumpur (%)
1	0	100
2	20	80
3	40	60
4	50	50
5	60	40
6	80	20
7	90	10

Setelah sampel siap dalam tabung lalu dikonsolidasikan selama 1, 2, 3 minggu.

Pelaksanaan Kegiatan

Pelaksanaan percobaan dilakukan dengan memakai sirkular flume. Sirkular flume merupakan sebuah flume yang dasar dan dindingnya terbuat dari *fiberglass* pada tikungan dan kaca pada bagian lurus. Panjang bagian lurus 400 cm dengan lebar saluran 14 cm. Pada bagian tikungan berjari-jari 50 cm. Flume dilengkapi dengan kincir untuk menggerakkan air dengan bantuan pompa. Pompa dapat mengatur gerakan kincir untuk mendapatkan kecepatan tertentu. Kecepatan diukur dengan alat *currentmeter* dengan mesin penghitung (*counter*) digital. Ukur temperatur air untuk mengetahui viskositas.

Pompa dijalankan dari kecepatan rendah sampai terjadi erosi. Catat kecepatan saat terjadi erosi. Setelah terjadi erosi ambil sampel sedimen lalu timbang. Kemudian lakukan lagi pada kedalaman sampel berikutnya.

Hasil Kegiatan dan Bahasan

Hasil Kegiatan

Tegangan Geser Kritis Erosi pada Sedimen 100% Lumpur

Tegangan geser kritis erosi yang pertama kali diperoleh dalam eksperimen adalah tegangan geser kritis erosi pada permukaan pertama atau permukaan sedimen yang dikonsolidasikan dalam tabung percobaan dan diberi nama dengan

kedalaman 0 cm. Setelah diperoleh tegangan geser kritis erosinya maka lapisan setebal 1 cm sebagai permukaan pertama itu dibuang kemudian diambil sampel berat jenis dengan tebal 2 cm. Lalu dilanjutkan untuk memperoleh tegangan geser kritis erosi selanjutnya pada permukaan kedua atau permukaan dengan kedalaman -3,0 cm. Demikian pula selanjutnya untuk permukaan ketiga adalah permukaan dengan kedalaman -6,0 cm dan permukaan keempat adalah permukaan dengan kedalaman -9,0 cm.

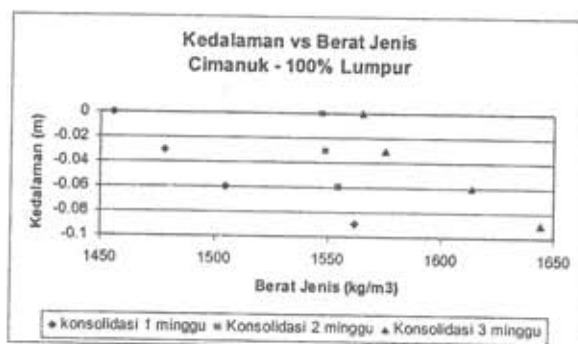
Berat jenis bertambah untuk setiap penambahan kedalaman, berat jenis pada permukaan kedua lebih besar dari berat jenis pada permukaan pertama dan berat jenis pada permukaan ketiga lebih besar dari berat jenis pada permukaan kedua. Pada konsolidasi 1 minggu berat jenis yang diperoleh untuk lapis pertama sampai lapis permukaan ke empat antara 1450 kg/m³ sampai dengan 1562 kg/m³, berat jenis bertambah pada konsolidasi 2 minggu yaitu antara 1547 kg/m³ sampai dengan 1555 kg/m³ untuk lapis permukaan pertama sampai lapis ketiga, begitu juga pada konsolidasi 3 minggu, yaitu antara 1565 kg/m³ sampai dengan 1644 kg/m³ untuk permukaan pertama sampai lapis permukaan ke empat. Pertambahan berat jenis untuk setiap lapisan permukaan pada konsolidasi kedua tidak seperti pertambahan antar lapisan permukaan pada konsolidasi 1 minggu dan 3 minggu (Gambar 1).

Sama seperti berat jenis, tegangan geser kritis erosi bertambah besar sesuai dengan bertambahnya kedalaman dan berat jenis. Tegangan geser kritis yang diperoleh untuk konsolidasi 1 minggu yaitu antara 0.025 N/m² sampai dengan 0,099 N/m² untuk lapis pertama sampai keempat. Tegangan geser kritis erosi bertambah besar pada konsolidasi 2 minggu yaitu mulai 0.059 N/m² sampai dengan 0.111 N/m² untuk lapis pertama sampai ketiga dan konsolidasi 3 minggu diperoleh mulai 0.067 N/m² – 0.148 N/m² untuk lapis pertama sampai dengan keempat (Gambar 2)

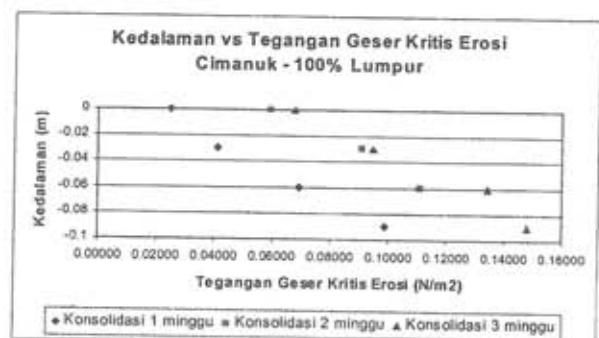
Tegangan Geser Kritis Erosi pada Sedimen 80% Lumpur + 20% Pasir

Dengan diberi 20 % pasir sehingga lumpur menjadi 80% maka berat jenis sedimen campuran ini bertambah. Untuk konsolidasi 1 minggu, berat jenis lapisan pertama 1603 kg/m³ dan 1665 kg/m³ pada lapisan ketiga. Konsolidasi 2 minggu, berat jenis bertambah sedikit yaitu mulai 1636 kg/m³ sampai dengan 1696 kg/m³ (lapis pertama sampai dengan lapis ketiga). Konsolidasi 3 minggu, lapisan pertama bertambah sedikit dari lapis pertama pada konsolidasi 2 minggu tetapi lapis kedua, ketiga dan keempat bertambah signifikan, yaitu 1646 kg/m³, 1776 kg/m³, 1793 kg/m³ dan 1801 kg/m³ seperti terlihat pada Gambar 3..

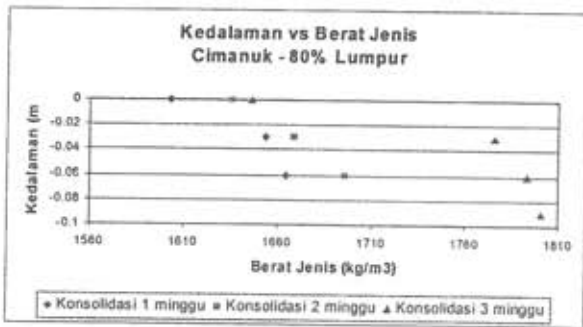
Tegangan geser kritis bertambah sesuai dengan bertambahnya kedalaman dan waktu konsolidasi. Pertambahan tegangan geser kritis erosi untuk kedalaman cukup stabil pada konsolidasi 1 minggu, 2 minggu dan 3 minggu, hanya pada lapis ketiga dan keempat pada konsolidasi 3 minggu terjadi pertambahan yang cukup berarti (lihat Gambar 4). Tegangan geser kritis erosi untuk konsolidasi 1 minggu adalah 0.078 N/m² - 0.128 N/m², untuk konsolidasi 2 minggu adalah 0.089 N/m² – 0.136 N/m², dan untuk konsolidasi 3 minggu adalah 0.095 N/m² – 0.276N/m².



Gambar 1 Kedalaman vs berat jenis pada sedimen 100% lumpur



Gambar 2 Kedalaman vs tegangan geser kritis erosi pada sedimen 100% lumpur



Gambar 3 Kedalaman vs berat jenis pada sedimen campuran 80% lumpur + 20% pasir

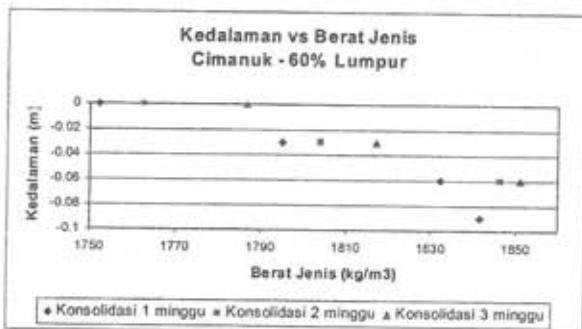


Gambar 4 Kedalaman vs tegangan geser kritis erosi pada sedimen campuran 80% lumpur + 20% pasir

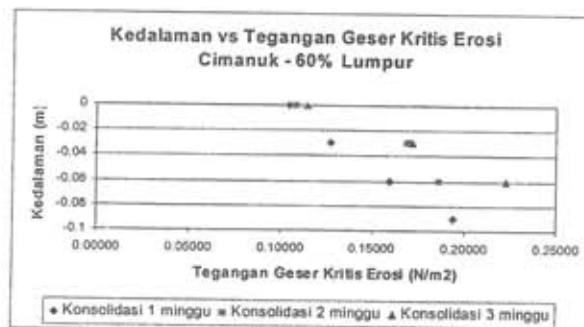
Tegangan Geser Kritis Erosi pada Sedimen 60% Lumpur + 40% Pasir

Pertambahan berat jenis pada komposisi campuran ini, baik untuk konsolidasi 1 minggu, 2 minggu dan 3 minggu pada setiap pertambahan kedalaman hanya bertambah sedikit dan pertambahannya cukup stabil (lihat Gambar 5). Untuk konsolidasi 1 minggu diperoleh berat jenis mulai 1752 kg/m³ – 1842 kg/m³ (lapis pertama sampai dengan lapis keempat), konsolidasi 2 minggu diperoleh dari 1763 kg/m³ sampai dengan 1846 kg/m³. Pada konsolidasi 3 minggu yaitu 1787 kg/m³ sampai dengan 1851 kg/m³.

Gambar 6 memperlihatkan pertambahan tegangan geser kritis erosi antar tiap lapisan pada konsolidasi 1 minggu dan 3 minggu cukup baik, pada konsolidasi 2 minggu terjadi pertambahan yang cukup besar dibanding pertambahan pada konsolidasi 1 minggu ataupun 3 minggu pada lapis kedua, lapis ketiga cukup baik. Konsolidasi 1 minggu diperoleh tegangan geser mulai dari 0.105 N/m² – 0.194 N/m² (4 kedalaman), konsolidasi 2 minggu yaitu 0.109 N/m² – 0.186 N/m² (3 kedalaman) dan konsolidasi 3 minggu adalah 0.115 N/m² – 0.223 N/m² (3 kedalaman).



Gambar 5 Kedalaman vs berat jenis pada sedimen campuran 60% lumpur + 40% pasir

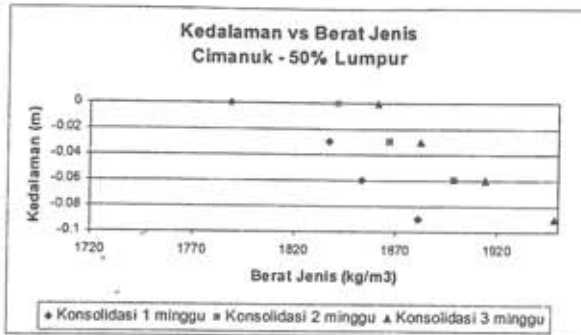


Gambar 6 Kedalaman vs tegangan geser kritis erosi pada sedimen campuran 60% lumpur + 40% pasir

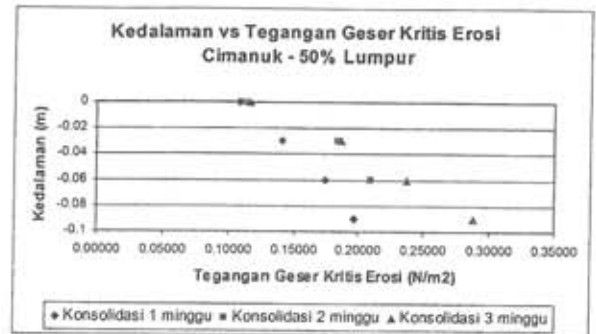
Tegangan Geser Kritis Erosi pada Sedimen 50% Lumpur + 50% Pasir

Pada Gambar 7 pertambahan berat jenis dengan bertambahnya kedalaman dan waktu konsolidasi terlihat cukup baik pada komposisi campuran ini. Berat jenis yang diperoleh untuk konsolidasi 1 minggu adalah 1789 kg/m³ – 1881 kg/m³, untuk konsolidasi 2 minggu adalah 1842 kg/m³ – 1899 kg/m³ dan untuk konsolidasi 3 minggu adalah 1861 kg/m³ – 1948 kg/m³

Tegangan geser kritis erosi pada permukaan pertama mempunyai nilai yang cukup berdekatan untuk konsolidasi 1 minggu, 2 minggu dan 3 minggu. Dan pada permukaan kedua, tegangan geser kritis erosi juga hampir sama pada konsolidasi 2 minggu dan 3 minggu (lihat Gambar 8). Tetapi untuk permukaan selanjutnya berbeda. Tegangan geser kritis erosi yang diperoleh adalah 0.109 N/m² – 0.197 N/m² untuk konsolidasi 1 minggu, 0.113 N/m² – 0.210 N/m² untuk konsolidasi 2 minggu, 0.117 N/m² – 0.288 N/m² untuk konsolidasi 3 minggu.



Gambar 7 Kedalaman vs berat jenis pada sedimen campuran 50% lumpur + 50% pasir

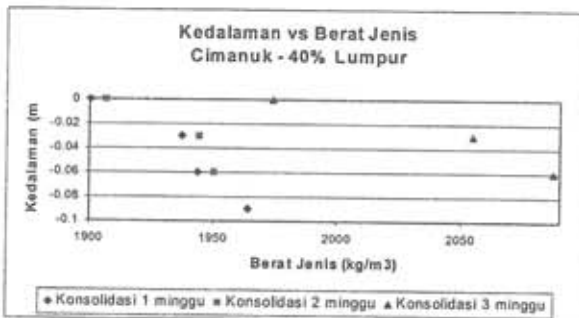


Gambar 8 Kedalaman vs tegangan geser kritis erosi pada sedimen campuran 50% lumpur + 50% pasir

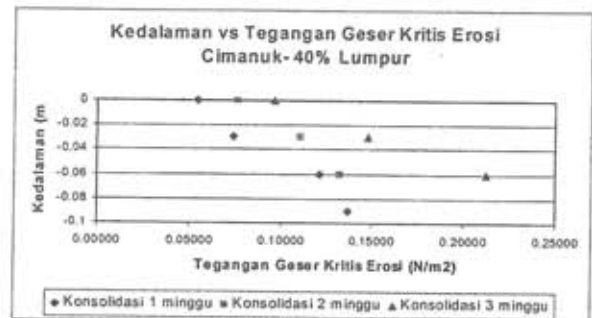
Tegangan Geser Kritis Erosi pada Sedimen 40% Lumpur + 60% Pasir

Pada konsolidasi 1 minggu dan 2 minggu, penambahan berat jenis per kedalaman mempunyai bentuk yang sama, tetapi pada konsolidasi 3 minggu, berat jenis melonjak pertambahannya (Gambar 9). Berat jenis pada komposisi campuran ini adalah 1901 kg/m³ – 1964 kg/m³ untuk konsolidasi 1 minggu, 1907 kg/m³ – 1951 kg/m³ untuk konsolidasi 2 minggu dan untuk konsolidasi 3 minggu adalah 1974 kg/m³ – 2088 kg/m³.

Secara keseluruhan tegangan geser kritis erosi yang diperoleh pada konsolidasi 1 minggu, 2 minggu dan 3 minggu per kedalaman mempunyai hasil yang cukup baik dengan bertambahnya tegangan geser kritis erosi pada setiap bertambahnya kedalaman dan setiap bertambahnya waktu konsolidasi. Tegangan kritis erosi yang diperoleh untuk masing-masing waktu konsolidasi 1 minggu, 2 minggu dan 3 minggu adalah : 0.055 N/m²- 0.136 N/m², 0.076 N/m² – 0.132 N/m², 0.097 N/m² – 0.212 N/m². (Gambar 10)



Gambar 9 Kedalaman vs berat jenis pada sedimen campuran 40% lumpur + 60% pasir

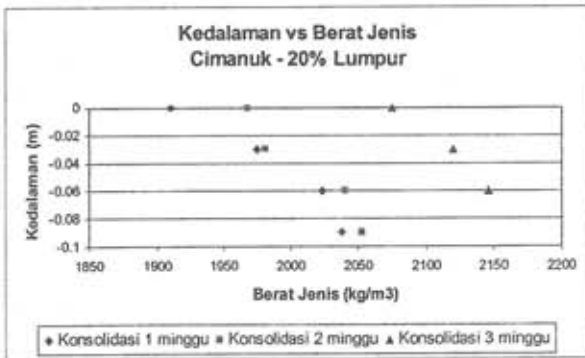


Gambar 10 Kedalaman vs tegangan geser kritis erosi pada sedimen campuran 40% lumpur + 60% pasir

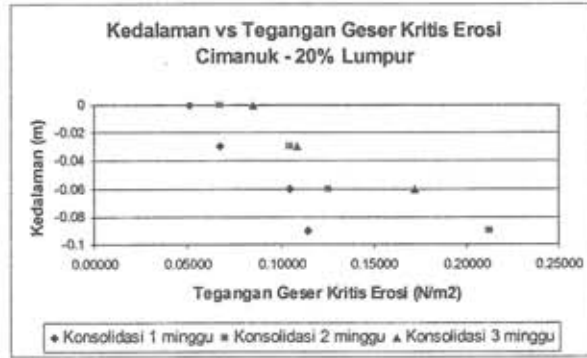
Tegangan Geser Kritis Erosi pada Sedimen 20% Lumpur + 80% Pasir

Pertambahan berat jenis pada komposisi campuran ini hampir sama dengan komposisi campuran 40% lumpur + 60% pasir, hanya pada lapisan pertama konsolidasi 2 minggu sedikit berbeda. Nilai yang diperoleh mulai dari 1910 kg/m³ – 2038 kg/m³ untuk konsolidasi 1 minggu, 1967 kg/m³ – 2053 kg/m³ untuk konsolidasi 2 minggu, 2075 kg/m³ – 2146 kg/m³ untuk konsolidasi 3 minggu (Gambar 11)

Pada konsolidasi 1 minggu, 2 minggu dan 3 minggu, tegangan geser kritis erosi bertambah sesuai dengan pertambahan kedalaman dan pertambahan waktu konsolidasi. Tegangan geser kritis erosi pada permukaan kedua mempunyai nilai yang hampir sama pada konsolidasi 2 minggu dan 3 minggu. Besar tegangan geser kritis untuk komposisi campuran ini pada konsolidasi 1 minggu adalah 0.051 N/m² – 0.115 N/m², pada konsolidasi 2 minggu adalah 0.067 N/m² – 0.212 N/m² dan pada konsolidasi 3 minggu adalah 0.085 N/m² – 0.172 N/m² (Gambar 12).



Gambar 11 Kedalaman vs berat jenis pada sedimen campuran 20% lumpur + 80% pasir

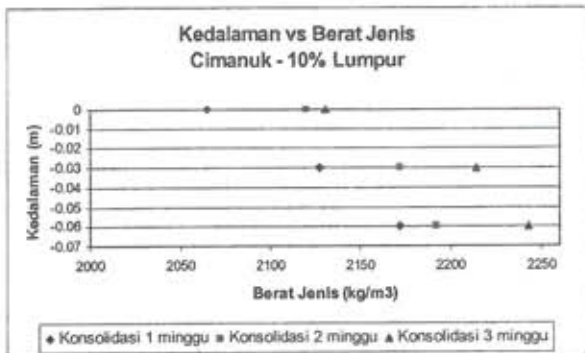


Gambar 12 Kedalaman vs tegangan geser kritis erosi pada sedimen campuran 20% lumpur + 80% pasir

Tegangan Geser Kritis Erosi pada Sedimen 10% Lumpur + 90% Pasir

Dengan bertambahnya pasir 90% pada komposisi campuran ini, berat jenis bertambah besar dan bertambah besar pula terhadap kedalaman dan waktu konsolidasi. Besar berat jenis pada konsolidasi 1 minggu: 2064 kg/m³ – 2172 kg/m³, pada konsolidasi 2 minggu: 2120 kg/m³ – 2192 kg/m³ dan pada konsolidasi 3 minggu adalah 2131 kg/m³ – 2243 kg/m³ (Gambar 13).

Pada komposisi campuran ini, tegangan geser kritis erosi pada permukaan pertama mempunyai nilai yang hampir sama baik pada waktu konsolidasi 1 minggu, 2 minggu maupun 3 minggu. Pada permukaan kedua, yang hampir sama adalah pada waktu konsolidasi 2 minggu dan 3 minggu walaupun bertambah. Pada permukaan ketiga, tegangan geser kritis erosi bertambah besar dengan bertambahnya waktu konsolidasi. Pada konsolidasi 1 minggu, besar tegangan geser kritis erosi adalah 0.048 N/m² – 0.097 N/m², pada konsolidasi 2 minggu adalah 0.050 N/m² – 0.105 N/m² dan pada konsolidasi 3 minggu mulai dari 0.051 N/m² sampai dengan 0.121 N/m² (Gambar 14).



Gambar 13 Kedalaman vs berat jenis pada sedimen campuran 10% lumpur + 90% pasir



Gambar 14 Kedalaman vs tegangan geser kritis erosi pada sedimen campuran 10% lumpur + 90% pasir

BAHASAN

Kedalaman terhadap berat jenis

Dari hasil eksperimen diperoleh bahwa kedalaman mempunyai pengaruh terhadap berat jenis, dengan bertambahnya kedalaman berat jenis juga bertambah besar. Bertambahnya kedalaman maka butiran tanah bertambah padat akibat dari berat sendiri dan berat air di atasnya sehingga berat jenis bertambah.

Dengan bertambahnya komposisi pasir pada campuran tersebut, berat jenis juga bertambah dapat dilihat pada Gambar 15, 16, 17. Dari sedimen 100% lumpur berat jenis bertambah pada 80% lumpur demikian seterusnya sampai sedimen campuran 10% lumpur. Berat jenis bertambah sesuai dengan bertambahnya komposisi pasir terjadi pada konsolidasi 1 minggu, 2 minggu dan 3 minggu.

Begitu juga dengan waktu konsolidasi, bertambahnya waktu konsolidasi juga menambah berat jenis. Waktu konsolidasi membuat tanah menjadi solid dan masif, karena konsolidasi dalam penelitian ini adalah fenomena pemadatan dengan keluarnya air pori akibat beban sendiri dan beban air di atasnya. Kekuatan lapisan sedimen terhadap erosi dipengaruhi oleh kedalaman dan waktu konsolidasi dari lapisan itu sendiri.

Waktu dan beban konsolidasi merupakan variabel yang menentukan kepadatan lapisan tanah yang berhubungan langsung dengan kekuatan gesernya. Akibat pengaruh waktu maka sedimen yang mengalami konsolidasi lebih lama memiliki kekuatan geser yang lebih besar. Demikian pula halnya dengan pengaruh beban. Lapisan sedimen yang bawah menerima beban (berat sendiri dan hidrostatik) yang lebih besar, sehingga kekuatan geser bertambah dengan kedalaman (Teisson, et al, 1993).

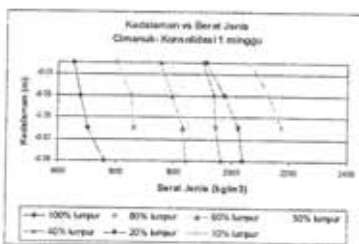
Kedalaman terhadap tegangan geser kritis erosi

Dari hasil percobaan diperoleh bahwa kedalaman mempunyai pengaruh terhadap tegangan geser kritis erosi, dengan bertambahnya kedalaman tegangan geser kritis juga bertambah yang berarti semakin dalam, semakin padat (berat jenis bertambah), semakin sukar untuk tererosi.

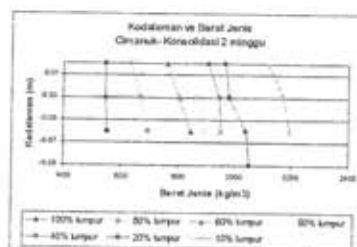
Pertambahan berat jenis akibat bertambahnya pasir bukan berarti bertambah pula tegangan geser kritis erosi. Ini dapat dilihat dari Gambar 18, 19 dan 20, pada komposisi campuran 50% lumpur tegangan geser kritis erosi mencapai maksimal kemudian turun pada komposisi campuran 40% lumpur, turun lagi pada 20% lumpur dan 10% lumpur. Dari hasil test mineral lumpur sungai Cimanuk diperoleh mineral montmorillonite, kaolin, felspar dan quartz. Berdasarkan analisis saringan agregat halus diperoleh ukuran pasir 0.15 mm – 0,30 mm sebesar 58.57 % sedangkan ukuran 0.075 mm – 0.15 mm sebesar 15.94% yang berarti sebagian besar pasir yang digunakan adalah ukuran 0.15 mm – 0.30 mm. Dengan demikian sedimen sungai Cimanuk ini mempunyai ikatan yang cukup kuat dengan adanya mineral montmorillonite yang mempunyai CEC lebih besar dibanding mineral lainnya (lihat tabel 1). CEC (*cation exchange capacity*) adalah sifat menarik kation ataupun anion. Mineral-mineral lumpur memiliki sifat saling tarik menarik antara kation dan anion.

Tabel 2. Mineral-Mineral Lumpur

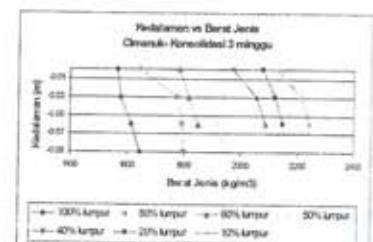
Mineral	Panjang [μm]	Ketebalan [μm]	Luas Permukaan [m ² /gr]	CEC mg/100gr
<i>Kaolinite</i>	1	0.1	25 s/d 50	5 s/d 10
<i>Illite</i>	0,3	0.01	75 s/d 125	20 s/d 40
<i>Monmorilonite</i>	0,1	0.001	750	80 s/d 125



Gambar 15 Hubungan kedalaman dengan berat jenis (1 minggu)



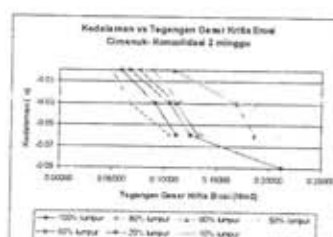
Gambar 16 Hubungan kedalaman dengan berat jenis (2 minggu)



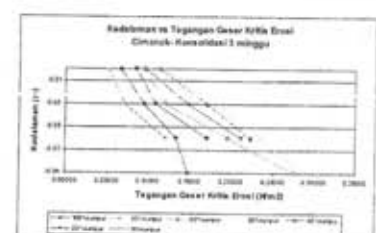
Gambar 17 Hubungan kedalaman dengan berat jenis (3 minggu)



Gambar 18 Hubungan kedalaman dengan tegangan geser kritis erosi (1 minggu)



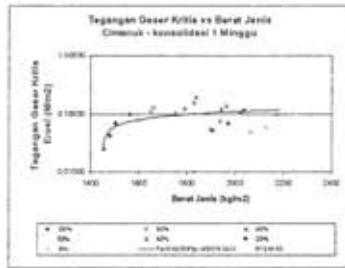
Gambar 19 Hubungan kedalaman dengan tegangan geser kritis erosi (2 minggu)



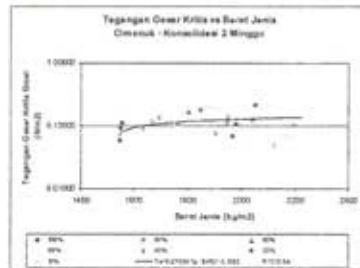
Gambar 20 Hubungan kedalaman dengan tegangan geser kritis erosi (3 minggu)

Tegangan Geser Kritis Erosi Terhadap Berat Jenis

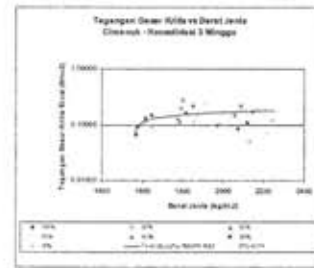
Berdasarkan hasil percobaan diperoleh suatu hubungan antara tegangan geser kritis erosi dengan berat jenis (bulk density) pada konsolidasi 1 minggu, 2 minggu, 3 minggu, sebagai berikut :



Gambar 21a.



Gambar 21b.



Gambar 21c.

Tegangan Geser Kritis Erosi vs Berat Jenis: Gambar 21a. (1 minggu); 21b. (2 minggu); 21c (3 minggu)

Gambar 21a, 21b, dan 21c menunjukkan tegangan geser kritis erosi yang bertambah besar seiring dengan kenaikan berat jenis dan dapat dinyatakan dengan persamaan :

$$\tau_{cr} = E1 (\rho_b - 1450)^{E2} \tag{1}$$

di mana :

τ_{cr} : tegangan geser kritis erosi, N/m²

ρ_b : berat jenis (bulk density), kg/m³⁰

E1 : 0.02 – 0.24

E2 : 0.03 - 0.24

Densitas tinggi diperoleh dari berat jenis dengan kandungan pasir yang besar sehingga perilaku erosi tergantung dari pasir yang digunakan. Dengan gradasi pasir sebagian besar berukuran 0.15 – 0.30 mm sehingga tegangan geser kritis erosi menurun pada komposisi campuran 40% bila gradasi pasir lebih halus atau sebagian besar berukuran 0.075 – 0.15 mm tegangan geser bisa menurun pada komposisi campuran 20%.

KESIMPULAN

1. Makin dalam lapisan tanah semakin besar berat jenis dan tegangan geser kritis erosi yang terjadi
2. Konsolidasi satu, dua dan tiga minggu menambah besar berat jenis dan tegangan geser pada setiap komposisi campuran.
3. Makin besar komposisi campuran pasir, tegangan geser kritis erosi bertambah besar sampai pada komposisi campuran 50% pasir setelah itu tegangan geser kritis erosi menurun.
4. Hasil studi dapat menjadi masukan bagi perencanaan bangunan air di sungai
5. Studi ini dapat diterapkan untuk sungai kritis lain di Indonesia yang mempunyai kasus sedimen tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

1. Graf, W.H., *Hydraulics of Sediment Transport*. Water Resource Publications. USA. 1984
2. Mehta, A.J and Lott, J.W. "Fine Sediment Sorting during Deposition". *Proc. Coastal Sediments '87*. New Orleans, 1987
3. Teisson, C. M. Ockenden, P. Le Hir, C. Kranenburg and L. Hamm. 1993. *Cohesive Sediment Transport Processes*. Coastal Engineering, 21
4. Van Rijn, L.C.," Principles of Sediment Transport in Rivers, Estuaries and Coastal Seas". *Delft Hydraulics. University of Utrecht Department of Physical Geography, Delft, 1993"*