



**SURAT PERJANJIAN PENUGASAN
DALAM RANGKA PELAKSANAAN PROGRAM PENELITIAN
TAHUN ANGGARAN 2016
Nomor : *446*-SPK-LPPI/Untar/VI /2016**

Pada hari ini *Jumat*... tanggal *29*..... bulan *Juli*..... tahun Dua ribu enam belas, kami yang bertandatangan dibawah ini :

1. Jap Tji Beng, Ph.D. : Ketua Lembaga Penelitian dan Publikasi Ilmiah Universitas Tarumanagara, bertindak atas nama Rektor Universitas Universitas Tarumanagara yang selanjutnya dalam Surat Perjanjian ini disebut sebagai **PIHAK PERTAMA**;
2. Dr. Ir. Wati Asriningsih Pranoto, M.T. : Dosen Universitas Tarumanagara, dalam hal ini bertindak sebagai pengusul dan Ketua Pelaksana Penelitian Tahun Anggaran 2016 dan atas nama 2 (dua) orang Peneliti Anggota:
 - a. Nama : Dr. Ir. Abrar Riza, M.T.
Jabatan : Dosen Tetap Fakultas Teknik
 - b. Nama : Ir. Sunarjo Leman, M.T.
Jabatan : Dosen Fakultas Teknik

untuk selanjutnya disebut **PIHAK KEDUA**.

Perjanjian penugasan ini berdasarkan pada Surat Perjanjian Pelaksanaan Hibah Penelitian bagi dosen perguruan tinggi Swasta Kopertis Wilayah III, Tahun Anggaran 2016, Nomor: 776/K3/KM/SPK.LT/2016, tanggal 14 Juni 2016.

PIHAK PERTAMA dan **PIHAK KEDUA**, secara bersama-sama bersepakat mengikatkan diri dalam suatu Perjanjian Pelaksanaan Penugasan **Penelitian Unggulan Perguruan Tinggi** Tahun 2016 dengan ketentuan dan syarat-syarat sebagaimana diatur dalam pasal-pasal sebagai berikut:

Pasal 1

PIHAK PERTAMA memberi tugas kepada **PIHAK KEDUA**, dan **PIHAK KEDUA** menerima tugas tersebut untuk melaksanakan **Penugasan Penelitian Unggulan Perguruan Tinggi** Lanjutan tahun 2016 dengan judul:

"Karakteristik Sedimen Sungai di Jawa. (Lama penelitian 4 tahun, biaya tahun ke-4 = Rp. 97.450.000)"

1. **PIHAK KEDUA** bertanggung jawab penuh atas pelaksanaan Administrasi dan keuangan atas pekerjaan sebagai mana dimaksud pada ayat 1 dan berkewajiban menyerahkan semua bukti-bukti pengeluaran serta dokumen pelaksanaan lainnya dalam bendel laporan yang tersusun secara sistematis kepada **PIHAK PERTAMA**.
2. Pelaksanaan Penugasan Penelitian Hibah Unggulan Perguruan Tinggi Lanjutan tahun 2016 sebagaimana dimaksud judul penelitian di atas didanai dari DIPA Kopertis Wilayah III Nomor: 776/K3/KM/SPK.LT/2016, tanggal 14 Juni 2016.

Pasal 2

- (1) **PIHAK PERTAMA** menyerahkan dana penelitian sebagaimana dimaksud dalam pasal 1 sebesar **Rp. 75.000.000,- (Tujuh puluh lima juta rupiah)** yang berasal dari DIPA Kopertis Wilayah III, Nomor DIPA Nomor: 776/K3/KM/SPK.LT/2016, tanggal 14 Juni 2016. Dana Penugasan Pelaksanaan sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dibayarkan oleh **PIHAK PERTAMA** kepada **PIHAK KEDUA** secara bertahap dengan ketentuan sebagai berikut:
 - a. Pembayaran Tahap Pertama sebesar 70% dari total bantuan dana kegiatan yaitu $70\% \times \text{Rp. 75.000.000,-} = \text{Rp. 52.500.000,-}$ (*lima puluh juta lima ratus ribu rupiah*),
 - b. Pembayaran Tahap Kedua sebesar 30% dari total dana yaitu $30\% \times \text{Rp. 75.000.000,-} = \text{Rp. 22.500.000,-}$ (*dua puluh dua juta lima ratus ribu rupiah*), dibayarkan setelah **PIHAK KEDUA** menyerahkan *hardcopy* Laporan Kemajuan Pelaksanaan Penugasan Penelitian Hibah Unggulan Perguruan Tinggi Tahun Anggaran 2016 dan Laporan Penggunaan Anggaran 70% yang telah dilaksanakan kepada **PIHAK PERTAMA** dan mengunggah *soft copy*nya ke SIMLITABMAS paling lambat tanggal 10 Agustus 2016.
 - c. **PIHAK KEDUA** bertanggungjawab mutlak dalam pembelanjaan dana tersebut pada ayat (1) sesuai dengan proposal kegiatan yang telah disetujui dan berkewajiban untuk menyerahkan kepada **PIHAK PERTAMA** semua bukti-bukti pengeluaran sesuai dengan jumlah dana yang diberikan oleh **PIHAK PERTAMA**.
 - d. **PIHAK KEDUA** berkewajiban mengembalikan sisa dana yang tidak dibelanjakan ke kepada **PIHAK PERTAMA** untuk disetor ke Kas Negara.

Pasal 3

Dana Penugasan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 2 ayat 1 dibayarkan kepada **PIHAK KEDUA** melalui rekening yang diajukan dan atas nama **PIHAK KEDUA**.

Pasal 4

- (1) **PIHAK KEDUA** berkewajiban menindaklanjuti dan mengupayakan hasil Program Hibah Penelitian berupa hak kekayaan intelektual dan atau publikasi ilmiah sesuai dengan luaran yang dijanjikan pada Proposal.
- (2) Perolehan hasil sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dimanfaatkan sebesar-besarnya untuk pelaksanaan Tri Dharma Perguruan Tinggi.
- (3) **PIHAK KEDUA** berkewajiban untuk melaporkan perkembangan perolehan hasil sebagaimana dimaksud pada ayat (1) kepada **PIHAK PERTAMA** selambat-lambatnya pada tanggal 10 Agustus 2016.

Pasal 5

- (1) **PIHAK KEDUA** berkewajiban mengunggah laporan kemajuan pelaksanaan kegiatan ke SIM-LITABMAS paling lambat tanggal 10 Agustus 2016 sesuai ketentuan pada Buku Panduan Program Hibah Penelitian Tahun 2016.
- (2) **PIHAK PERTAMA** melakukan Monitoring dan Evaluasi internal terhadap kemajuan pelaksanaan Program Hibah Penelitian tahun 2016 sebelum pelaksanaan monitoring dan evaluasi eksternal oleh Direktorat Riset dan Pengabdian Kepada Masyarakat Ristekdikti.

Pasal 6

Perubahan terhadap susunan tim pelaksana dan substansi pelaksanaan Program Hibah Penelitian dapat dibenarkan apabila telah mendapat persetujuan tertulis dari Direktur Riset dan Pengabdian Kepada Masyarakat Ristekdikti.

Pasal 7

- (1) **PIHAK KEDUA** berkewajiban mengunggah ke Simlitabmas dokumen sebagai berikut:
 - a. Catatan harian dan penggunaan dana 30%, paling lambat tanggal 15 Oktober 2016.
 - b. Catatan akhir, laporan keuangan 100%, capaian hasil, poster, artikel ilmiah dan profile, selambat-lambatnya 31 Oktober 2016.Format dokumen mengacu pada buku panduan edisi X tahun 2016
- (2) Hard copy Laporan Akhir dan Rekapitulasi Laporan Penggunaan Anggaran sebagaimana dimaksud ayat (1) diserahkan kepada **PIHAK PERTAMA** paling lambat tanggal 31 Oktober 2016. Di bawah bagian kulit laporan akhir ditulis:

Dibiayai oleh

Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat
Direktorat Jenderal Penguatan Riset dan Pengembangan
Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi

Sesuai dengan Surat Perjanjian Penugasan Pelaksanaan Hibah Penelitian
Nomor: 033/SP2H/LT/DRPM/II/2016 dan 214/SP2H/LT/DRPM/III/2016, tanggal 17
Februari 2016 dan 10 Maret 2016

Pasal 8

- (1) Apabila **PIHAK KEDUA** selaku ketua pelaksana sebagaimana dimaksud pada Pasal 1 tidak dapat melaksanakan Program Hibah Penelitian Tahun 2016, maka **PIHAK KEDUA** wajib mengusulkan pengganti ketua pelaksana yang merupakan salah satu anggota tim kepada **PIHAK PERTAMA**.
- (2) Apabila **PIHAK KEDUA** tidak dapat melaksanakan tugas dan tidak ada pengganti ketua sebagaimana dimaksud dalam Pasal 1 maka **PIHAK KEDUA** harus mengembalikan dana kepada **PIHAK PERTAMA** yang selanjutnya disetor ke Kas Negara.
- (3) Bukti setor sebagaimana dimaksud pada ayat (2) disimpan oleh **PIHAK PERTAMA**.

Pasal 9

- (1) Apabila sampai dengan batas waktu yang telah ditetapkan untuk melaksanakan Hibah Penelitian telah berakhir, **PIHAK KEDUA** belum menyelesaikan tugasnya dan atau terlambat mengirim laporan Kemajuan dan atau terlambat mengirim laporan akhir, maka **PIHAK KEDUA** dikenakan sanksi denda sebesar 1 ‰ (satu permil) setiap hari keterlambatan sampai dengan setinggi-tingginya 5% (lima persen), dihitung dari tanggal jatuh tempo sebagaimana tersebut pada pasal 1 ayat (1), 2 dan ayat (3), yang terdapat dalam Surat Perjanjian Pelaksanaan Hibah Program Hibah Penelitian Universitas Tarumanagara Tahun Anggaran 2016 ;
- (2) Denda sebagaimana dimaksud pada ayat (3) disetorkan ke Kas Negara dan foto copy bukti setor denda yang telah divalidasi oleh KPPN setempat diserahkan kepada **PIHAK PERTAMA**.

Pasal 10

- (1) Apabila dikemudian hari judul Penelitian Hibah Unggulan Perguruan Tinggi sebagaimana dimaksud pada Pasal 1 ditemukan adanya duplikasi dengan Hibah Penelitian lain dan/atau ditemukan adanya ketidak-jujuran/itikad kurang baik yang tidak sesuai dengan kaidah ilmiah, maka kegiatan Program Hibah Penelitian tersebut dinyatakan batal dan **PIHAK KEDUA** wajib mengembalikan dana Penelitian Hibah Unggulan Perguruan Tinggi Tahun 2016 yang telah diterima kepada **PIHAK PERTAMA** yang selanjutnya disetor ke Kas Negara.
- (2) Bukti setor sebagaimana dimaksud pada ayat (1) disimpan oleh kepada **PIHAK PERTAMA**.

Pasal 11

Hal-hal dan atau segala sesuatu yang berkenaan dengan kewajiban pajak berupa PPN dan/atau PPh menjadi tanggungjawab **PIHAK KEDUA** dan harus dibayarkan ke kantor pelayanan pajak setempat sebagai berikut:

1. Pembelian barang dan jasa dikenai PPN sebesar 10% dan PPh 22 sebesar 1,5%;
2. Belanja honorarium dikenai PPh Pasal 21 dengan ketentuan:
 - a. 5% bagi yang memiliki NPWP untuk golongan III, serta 6% bagi yang tidak memiliki NPWP.
 - b. Untuk golongan IV sebesar 15%; dan
3. Pajak-pajak lain sesuai ketentuan yang berlaku.

Pasal 12

- (1) Hak atas kekayaan intelektual yang dihasilkan dari pelaksanaan Program Hibah Penelitian diatur dan dikelola sesuai dengan peraturan dan perundang-undangan yang berlaku.
- (2) Hasil Program Hibah Penelitian berupa peralatan dan/atau alat yang dibeli dari kegiatan ini adalah milik Negara yang dapat dihibahkan kepada institusi/lembaga/masyarakat melalui Surat Keterangan Hibah.

Pasal 13

- (1) Apabila terjadi perselisihan antara **PIHAK PERTAMA** dan **PIHAK KEDUA** dalam pelaksanaan perjanjian ini akan dilakukan penyelesaian secara musyawarah dan mufakat, dan apabila tidak tercapai penyelesaian secara musyawarah dan mufakat maka penyelesaian dilakukan melalui proses hukum.
- (2) Hal-hal yang belum diatur dalam perjanjian ini diatur kemudian oleh kedua belah pihak.

Pasal 14

Surat Perjanjian Penugasan Pelaksanaan Program Hibah Penelitian ini dibuat rangkap 2 (dua) dan bermaterai cukup sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

PIHAK PERTAMA



PIHAK KEDUA

A handwritten signature in black ink, consisting of a series of loops and a long horizontal stroke.

Dr. Ir. Wati Asriningsih Pranoto, M.T.



UNTAR

FAKULTAS
TEKNIK



PIAGAM PENGHARGAAN

Diberikan kepada:

Dr. Ir. Wati A. Pranoto, M.T.

Sebagai

Dosen Berprestasi Penerima Hibah Eksternal Kemenristek Dikti 2016

Judul Penelitian: Karakteristik Sedimen Sungai di Jawa

Dies Natalis Fakultas Teknik Universitas Tarumanagara ke - 54

Jakarta, 28 Oktober 2016

Dekan



Prof. Dr. Agustinus Purna Irawan

LAPORAN TAHUN TERAKHIR
PENELITIAN UNGGULAN PERGURUAN TINGGI



KARAKTERISTIK SEDIMEN SUNGAI DI JAWA

Tahun ke 4 dari rencana 4 tahun

Ketua: Dr. Ir. Wati Asriningsih Pranoto, MT
(NIDN: 0303106501)

Anggota: Dr. Abrar Riza, ST, MT
(NIDN: 0326046801)

Ir. Sunarjo Leman, MT
(NIDN: 0319106502)

UNIVERSITAS TARUMANAGARA
November, 2016

HALAMAN PENGESAHAN

Judul : Karakteristik Sedimen Sungai di Jawa (Lama penelitian 4 tahun, biaya tahun ke-4 = Rp.97.450.000)

Peneliti/Pelaksana
Nama Lengkap : Dr.,Ir. WATI ASRININGSIH PRANOTO M.T.
Perguruan Tinggi : Universitas Tarumanagara
NIDN : 0303106501
Jabatan Fungsional : Lektor Kepala
Program Studi : Teknik Sipil
Nomor HP : 081288303744
Alamat surel (e-mail) : watipranoto@gmail.com

Anggota (1)
Nama Lengkap : Dr ABRAR RIZA S.T.,M.T.
NIDN : 0326046801
Perguruan Tinggi : Universitas Tarumanagara

Anggota (2)
Nama Lengkap : Ir SUNARJO MT
NIDN : 0319106502
Perguruan Tinggi : Universitas Tarumanagara
Institusi Mitra (jika ada)
Nama Institusi Mitra : -
Alamat : -
Penanggung Jawab : -
Tahun Pelaksanaan : Tahun ke 4 dari rencana 4 tahun
Biaya Tahun Berjalan : Rp 75.000.000,00
Biaya Keseluruhan : Rp 97.450.000,00

Mengetahui,
Dekan FT Univ Tarumanagara



(Prof. Dr. Agustinus P.Irawan, ST., MT)
NIP/NIK 10398021

Jakarta, 25 - 11 - 2016
Ketua,

(Dr.,Ir. WATI ASRININGSIH PRANOTO
M.T.)
NIP/NIK 10390014

Menyetujui,
Ketua Lembaga Penelitian-Untar



(Ir. Jap Tji Beng, MMSI., PhD.)
NIP/NIK 100381047

RINGKASAN

Banyak sungai di Indonesia mengalami sedimentasi terutama di bagian hilir atau pada bagian yang kemiringannya sudah landai. Sedimentasi mempengaruhi kegiatan manusia bukan hanya menyebabkan banjir tetapi juga pada perekonomian masyarakat nelayan atau pelayaran maupun ekosistem didalamnya.

Untuk mengantisipasi fenomena ini dilakukan penelitian karakteristik sedimen untuk sungai – sungai di Jawa, khususnya tegangan geser kritis erosi. Penelitian dilakukan secara eksperimental di Laboratorium Hidrolika Universitas Tarumanagara Jakarta dengan mengambil sampel langsung di lapangan, yaitu sedimen sungai Serayu pada tahun 2016.

Penelitian dilakukan pada sedimen campuran antara lumpur dan pasir seperti keadaan di lapangan. Untuk itu akan dilakukan tujuh pola campuran sedimen lumpur dan pasir. Hasil penelitian diharapkan dapat mengetahui karakteristik sedimen sungai-sungai di Jawa secara spesifik dari gradasi sedimen, berat jenis, dan mineral yang terkandung dalam sedimen yang mempengaruhi tegangan geser kritis tersebut. Dengan demikian dapat menunjang model angkutan sedimen sungai untuk memperoleh hasil yang lebih akurat.

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	
HALAMAN PENGESAHAN	i
RINGKASAN	ii
PRAKATA	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR LAMPIRAN	viii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	4
BAB 3. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN	8
BAB 4. METODE PENELITIAN	9
BAB 5. HASIL DAN PEMBAHASAN	12
BAB 6. RENCANA TAHAPAN BERIKUTNYA	37
BAB 7. KESIMPULAN DAN SARAN	39
DAFTAR PUSTAKA	41
LAMPIRAN	42
- Instrument	43
- personalia tenaga peneliti beserta kualifikasinya	47
- Draft HaKI	48
- Abstrak	74
- Poster	

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Nilai-nilai dalam persamaan (2.2)	6
Tabel 5.1. Gradasi sedimen sungai Brantas	12

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Road Map Global	7
Gambar 4.1. <i>Race-track Sediment Transport Flume</i> (Sirkular Flume)	10
Gambar 4.2: Bagan alir penelitian	11
Gambar 5.1. Hubungan kedalaman dengan Tegangan Geser Kritis Erosi (100% lumpur)	14
Gambar 5.2. Hubungan kedalaman dengan Tegangan Geser Kritis Erosi (80% lumpur)	14
Gambar 5.3. Hubungan kedalaman dengan Tegangan Geser Kritis Erosi (60% lumpur)	15
Gambar 5.4. Hubungan kedalaman dengan Tegangan Geser Kritis Erosi (50% lumpur)	16
Gambar 5.5. Hubungan kedalaman dengan Tegangan Geser Kritis Erosi (40% lumpur)	16
Gambar 5.6. Hubungan kedalaman dengan Tegangan Geser Kritis Erosi (20% lumpur)	17
Gambar 5.7. Hubungan kedalaman dengan Tegangan Geser Kritis Erosi (10% lumpur)	18
Gambar 5.8. Hubungan kedalaman dengan Tegangan Geser Kritis Erosi (konsolidasi 1 minggu)	19
Gambar 5.9. Hubungan kedalaman dengan Tegangan Geser Kritis Erosi (konsolidasi 2 minggu)	19
Gambar 5.10. Hubungan kedalaman dengan Tegangan Geser Kritis Erosi (konsolidasi 3 minggu)	20
Gambar 5.11. Hubungan Tegangan Geser Kritis Erosi dengan Massa Jenis pada 100% lumpur	21
Gambar 5.12. Hubungan Tegangan Geser Kritis Erosi dengan Massa Jenis pada 80% lumpur	22
Gambar 5.13. Hubungan Tegangan Geser Kritis Erosi dengan Massa Jenis pada 60% lumpur	22
Gambar 5.14. Hubungan Tegangan Geser Kritis Erosi dengan Massa Jenis pada 50% lumpur	23
Gambar 5.15. Hubungan Tegangan Geser Kritis Erosi dengan Massa Jenis pada 40% lumpur	24
Gambar 5.16. Hubungan Tegangan Geser Kritis Erosi dengan Massa Jenis pada 20% lumpur	24
Gambar 5.17. Hubungan Tegangan Geser Kritis Erosi dengan Massa Jenis	

pada 10% lumpur	25
Gambar 5.18. Hubungan Tegangan Geser Kritis Erosi dengan Massa Jenis (konsolidasi 1 minggu)	26
Gambar 5.19. Hubungan Tegangan Geser Kritis Erosi dengan Massa Jenis (konsolidasi 2 minggu)	26
Gambar 5.20. Hubungan Tegangan Geser Kritis Erosi dengan Massa Jenis (konsolidasi 3 minggu)	27
Gambar 5.21. Hubungan Tegangan Geser Kritis Erosi dengan Massa Jenis (konsolidasi 1, 2, 3 minggu)	28
Gambar 5.22. Hubungan Tegangan Geser Kritis Erosi dengan Massa Jenis Kering pada 100% lumpur	29
Gambar 5.23. Hubungan Tegangan Geser Kritis Erosi dengan Massa Jenis Kering pada 80% lumpur	30
Gambar 5.24. Hubungan Tegangan Geser Kritis Erosi dengan Massa Jenis Kering pada 60% lumpur	30
Gambar 5.25. Hubungan Tegangan Geser Kritis Erosi dengan Massa Jenis Kering pada 50% lumpur	31
Gambar 5.26. Hubungan Tegangan Geser Kritis Erosi dengan Massa Jenis Kering pada 40% lumpur	32
Gambar 5.27. Hubungan Tegangan Geser Kritis Erosi dengan Massa Jenis Kering pada 20% lumpur	32
Gambar 5.28. Hubungan Tegangan Geser Kritis Erosi dengan Massa Jenis Kering pada 10% lumpur	33
Gambar 5.29. Hubungan Tegangan Geser Kritis Erosi dengan Massa Jenis Kering pada konsolidasi 1 minggu	34
Gambar 5.30. Hubungan Tegangan Geser Kritis Erosi dengan Massa Jenis Kering pada konsolidasi 2 minggu	34
Gambar 5.31. Hubungan Tegangan Geser Kritis Erosi dengan Massa Jenis Kering pada konsolidasi 3 minggu	35
Gambar 5.32. Hubungan Tegangan Geser Kritis Erosi dengan Massa Jenis Kering (konsolidasi 1, 2, 3 minggu)	36

DAFTAR LAMPIRAN

- Instrument	43
- personalia tenaga peneliti beserta kualifikasinya	47
- draft HaKI	48
- Abstrak Paper	74
- Poster	82

BAB 1. PENDAHULUAN

Indonesia adalah negara kepulauan yang mempunyai banyak sungai dengan muaranya masing-masing. Sungai bagian hilir adalah bagian sungai yang menuju ke laut yang dikenal dengan muara. Semua yang terangkut oleh aliran sungai akan terbawa sampai ke hilir. Apabila di daerah aliran sungai bagian hulu banyak terjadi erosi maka sungai itu akan membawa banyak sedimen. Aliran sungai yang banyak mengandung sedimen akan mengakibatkan pendangkalan muara dan beberapa tempat yang datar atau kurang kemiringannya.

Banyak kasus pendangkalan yang terjadi pada sungai dan muara di Indonesia, ini membawa dampak yang merugikan manusia dan lingkungan. Kegiatan manusia menjadi terganggu seperti kegiatan pelayaran di sungai sungai besar seperti sungai Musi, sungai-sungai di Kalimantan dan juga di muara yang menjadi jalan masuknya kapal ke sungai. Akibat pendangkalan juga merubah lingkungan, khususnya morfologi sungai atau muara. Perubahan tersebut berdampak pada segala flora dan fauna yang hanya dapat tinggal pada habitatnya.

Dengan demikian untuk mencegah kasus-kasus di atas perlu kajian karakteristik sedimen. Untuk mendapatkan hasil yang baik perlu kajian karakteristik sedimen yang lebih mendalam agar dapat dimodelkan lebih akurat (sesuai dengan keadaan sebenarnya), maka dalam penelitian ini diusulkan kajian karakteristik sedimen dengan percobaan laboratorium.

1.1. Latar belakang Masalah

Kawasan hilir sungai merupakan wilayah yang sangat strategis sebagai tujuan akhir dari aliran sungai. Segala sesuatu yang terangkut oleh aliran sungai baik sedimen kohesif (lumpur) dan sedimen non kohesif (pasir) akan terbawa sampai ke hilir. Sebagai tujuan akhir maka hilir sungai harus terpelihara agar aliran sungai berjalan lancar.

Sehubungan dengan sedimentasi yang terus menerus terjadi di hilir sungai membawa dampak banjir di daerah sekitarnya pada musim hujan karena aliran sungai kurang lancar menuju laut terutama saat pasang terjadi. Selain itu juga membuat pendangkalan pada muara yang berdampak pada perubahan morfologi muara. Sedimentasi ini mempengaruhi kegiatan manusia (banjir) dan alam sekitarnya. Sehingga fenomena ini harus diantisipasi supaya kegiatan manusia dan alam sekitarnya tetap stabil dan berjalan normal.

Sedimentasi bukan hanya terjadi di hilir tetapi juga terjadi pada sepanjang sungai dari daerah tengah sampai ke hilir seperti sungai Serayu di Jawa Tengah yang bermuara ke Samudera Indonesia. Pendangkalan terjadi pada beberapa bendungan yang berada di sungai Serayu.

Selain itu, penelitian tentang tegangan geser kritis erosi pada sedimen campuran lumpur dan pasir sampai sejauh ini masih sedikit dan tidak lengkap komposisi campurannya. Masih perlu pengetahuan tegangan geser kritis erosi sedimen campuran yang spesifik untuk suatu sungai dengan sifat-sifat lumpur dan pasir sungai itu sendiri.

Untuk mengantisipasi fenomena diatas dan lebih jelasnya tegangan geser kritis erosi pada sungai-sungai di Indonesia (khususnya sungai Serayu di Jawa Tengah) maka dilakukan penelitian. Dalam penelitian ini permasalahan yang akan diteliti karakteristik sedimen campuran yaitu tegangan geser kritis untuk erosi.

1.2. Hipotesis

Dari penelitian tegangan geser kritis erosi diharapkan memperoleh sifat-sifat tegangan geser kritis erosi sedimen campuran yang spesifik untuk suatu sungai sesuai dengan sifat lumpur dan pasir sungai tersebut, dengan hipotesis:

Bagaimana sifat tegangan geser kritis erosi pada sungai Serayu sesuai dengan sifat lumpur dan pasir sungai tersebut?

Berdasarkan teori bahwa berat jenis menentukan tegangan geser kritis erosi (makin besar berat jenis makin sukar tererosi)

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sedimen Campuran

Dalam sejarah, pelajaran erosi dikonsentrasikan sangat besar pada perilaku kohesif atau non kohesif sedimen karena propertiesnya sangat berbeda. *Erosion resistance* biasanya diparameterkan dgn tegangan geser kritis erosi (τ_{cr}) dan *erosion rate*, dm/dt suatu saat kondisi sudah terlebihi. Erosi sedimen non kohesif sudah dipelajari oleh banyak peneliti, contoh Miller et al. (1977). Erosi sedimen kohesif sudah diteliti dan dipresentasikan oleh Mehta (1991). Dalam studi Mehta dan Lee (1994) sudah dicatat beberapa problem di dalamnya dalam menentukan validitas konsep erosi sedimen non kohesif dan kohesif. Erosi sedimen non kohesif (*sand* > 62.5 μm) tergantung pada faktor seperti distribusi butiran, bentuk dan densitas dari individu butiran. Untuk kohesif sedimen (lumpur < 62.5 μm) gaya *electrochemical* penting dan banyak parameter yg berpengaruh pada erosi termasuk komposisi mineral dan kadar organik, proses *biological*, komposisi pori air dalam aliran erosi, dan sejarah konsolidasi dengan waktu. Ternyata masih ada *lack of knowledge* lalu teori-teori berkonsentrasi pada hubungan antara erodibilitas sedimen dan parameter yg menjelaskan sedimen. Ada satu kekosongan dalam pengertian angkutan sedimen yaitu tentang erosi sedimen campuran kohesif dan non kohesif.

Peneliti-peneliti lain sudah mencatat faktor-faktor yang mempengaruhi *erosion resistance* pada sedimen kohesif. Tegangan geser kritis erosi meningkat dengan kedalaman sampai ke dasar sedimen akibat konsolidasi dan perubahan *physico-chemical* karena kelebihan beban dan variasi ukuran partikel dengan kedalaman (Parchure and Mehta, 1985; amos et al, 1992). Untuk beberapa tempat permukaan tegangan geser meningkat sesuai dengan densitas dasar (Ockenden and Delo, 1988). Proses konsolidasi melibatkan pengeluaran pori air akibat pemadatan sedimen yg *over time* menghasilkan sedimen padat dgn densitas besar dan kadar air yg lebih rendah. Sejumlah kecil pasir ditambahkan ke lumpur meningkatkan *erosion resistance* mungkin karena perubahan dalam mikro struktur lumpur (Mc Gave, 1984; Partheniades, 1965).

2.2 Tegangan Geser Kritis Erosi dan Densitas

Tegangan geser kritis erosi terhadap densitas untuk test sedimen campuran buatan dimana termasuk dasar yang dikonsolidasikan (*under-consolidate*), pada umumnya, terjadi kenaikan *critical shear stress* untuk erosi berhubungan dengan densitas diperoleh oleh Mitchener dan Torfs (1995) dengan persamaan sebagai berikut:

$$\tau_{cr} = E1 (\rho_b - 1000)^{E2} \quad (2.1)$$

dimana:

τ_{cr} = critical shear stress (N/m²)

ρ_b = bulk density (kg/m³)

E1 = 0,015

E2 = 0,73

Hal ini mengindikasikan pada densitas yang tinggi (lebih terkonsolidasi), kenaikan tegangan geser kritis erosi menjadi terbatas (kecil) sehingga menghasilkan perilaku *asymptotic* pada nilai densitas besar. Nilai batas tegangan geser kritis erosi pada densitas tinggi dapat dihubungkan dengan 2 faktor. Pertama pada densitas yang cukup tinggi sedimen campuran hampir mengalami konsolidasi penuh dan akan mencapai minimum dalam kadar air serta maksimum *strength*.

Penelitian yang dilakukan oleh Pranoto (2005) memperoleh persamaan yang hampir sama dengan persamaan (2.1) untuk sedimen sungai Citanduy, Cimanuk dan Ciasem di daerah Jawa Barat dengan konstanta E1 dan E2 yang berbeda untuk setiap waktu konsolidasi:

$$\tau_{cr} = E1(\rho_b - \rho_m)^{E2} \quad (2.2)$$

dimana :

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

ρ_b : berat jenis (*bulk density*), kg/m³

ρ_m : berat jenis minimum, kg/m³

Hasil dapat dilihat untuk masing-masing sungai adalah sebagai berikut:

Tabel 2.1. Nilai-nilai dalam persamaan (2.2)

Konso- lidasi (minggu)	Asal	E1	E2	ρ_m kg/m ³	ρ_b kg/m ³	R ²	Referensi
1	CTY	1.18E-6	1,7003	1435	1435 – 1900	0,91	Pranoto, 2005
	CMN	0.2359	0.2431	1450	1450 – 2200	0,53	Pranoto, 2005
	CSM	0.00092	0.6311	1200	1200 – 2200	0,53	Pranoto, 2005
2	CTY	2.07E-5	1,1688	1450	1450 – 2100	0,88	Pranoto, 2005
	CMN	0.07034	0.1082	1545	1545 – 2200	0,54	Pranoto, 2005
	CSM	0.02474	0.2271	1350	1350 – 2200	0,55	Pranoto, 2005
3	CTY	7,48E-5	1,0056	1490	1490 – 2200	0,72	Pranoto, 2005
	CMN	0.06022	0.1692	1560	1560 – 2300	0,54	Pranoto, 2005
	CSM	0.04601	0.2160	1350	1350 – 2200	0,51	Pranoto, 2005
1, 2, 3	CTY	2.17E-6	1,5655	1435	1435 – 2200	0,84	Pranoto, 2005
	CMN	0.02137	0.02964	1450	1450 – 2300	0,54	Pranoto, 2005
	CSM	0.00146	0.06555	1200	1200 – 2200	0,51	Pranoto, 2005
		0,015	0,73	1000	1000 – 1800		Mitchener dan Torfs (1995)

Hasil sementara dari penelitian Karakteristik Sedimen Sungai di Jawa dengan sampel sedimen sungai Brantas (Jawa Timur) yang dilaksanakan tahun 2013 (tahun ke 1 dari rencana 4 tahun) adalah sebagai berikut:

- Tegangan geser kritis erosi yang diperoleh untuk konsolidasi 1 minggu pada beberapa komposisi campuran dan beberapa kedalaman sebagai berikut:

Tabel 2.2. Tegangan geser kritis erosi pada beberapa komposisi campuran dan beberapa kedalaman dengan konsolidasi 1 minggu

Kedalaman sampel	Teg Geser Kritis 100% lumpur	Teg Geser Kritis 80% lumpur	Teg Geser Kritis 60% lumpur	Teg Geser Kritis 20% lumpur	Teg Geser Kritis 10% lumpur
(m)	N/m ²	N/m ²	N/m ²	N/m ²	N/m ²
0,00	0,3381	0,3328	0,2833	0,4219	0,3845
-0,03	0,5817	0,3354	0,3249	0,4934	0,4278
-0,06	0,6894	0,3748	0,4639	0,4337	0,4685
-0,09	0,8797	0,4045	0,4146	0,3859	0,4685
-0,12	1,1434	0,3902	0,4088	0,2857	0,5302

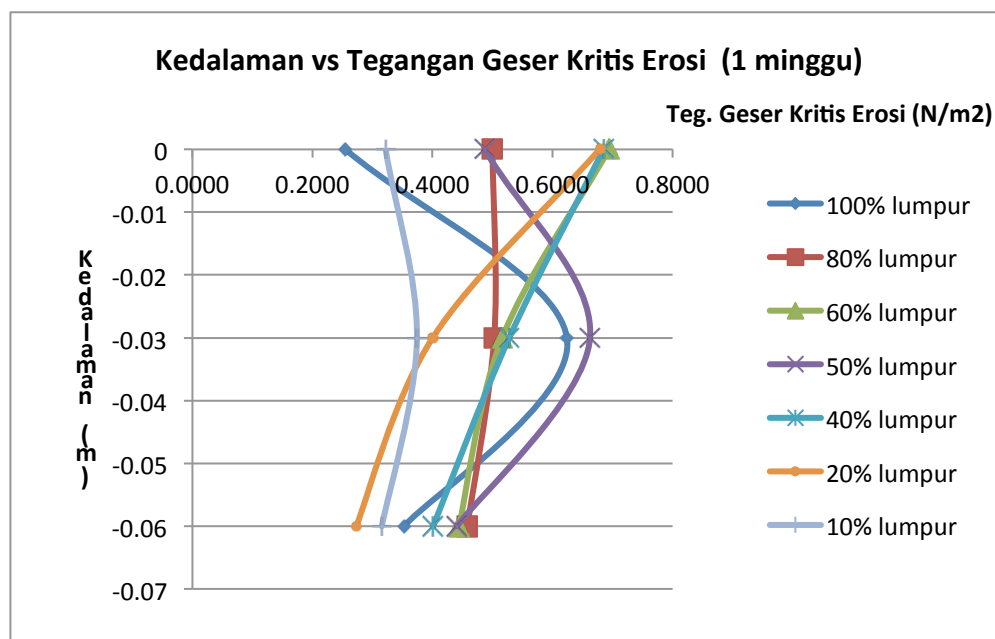
- Tegangan geser kritis erosi yang diperoleh untuk konsolidasi 3 minggu pada beberapa komposisi campuran dan beberapa kedalaman sebagai berikut:

Tabel 2.3. Tegangan geser kritis erosi pada beberapa komposisi campuran dan beberapa kedalaman dengan konsolidasi 3 minggu

Kedalaman sampel	Teg Geser Kritis 50% lumpur	Teg Geser Kritis 20% lumpur
(m)	N/m ²	N/m ²
0,00	0,2385	0,4117
-0,03	0,2605	0,5482
-0,06	0,4654	0,6127
-0,09	0,4793	0,6337
-0,12	0,4981	0,5045

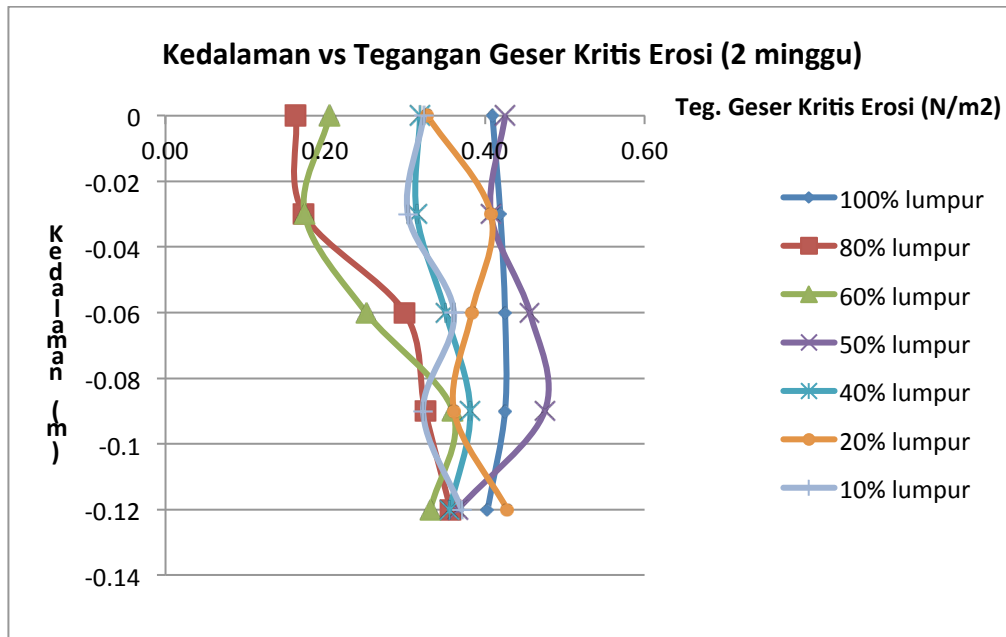
Hasil sementara dari penelitian Karakteristik Sedimen Sungai di Jawa dengan sampel sedimen sungai Bengawan Solo (Jawa Tengah dan Jawa Timur) yang dilaksanakan tahun 2014 (tahun ke2 dari rencana 4 tahun) adalah sebagai berikut:

- Tegangan geser kritis erosi yang diperoleh untuk konsolidasi 1 minggu pada beberapa komposisi campuran dan beberapa kedalaman sebagai berikut:



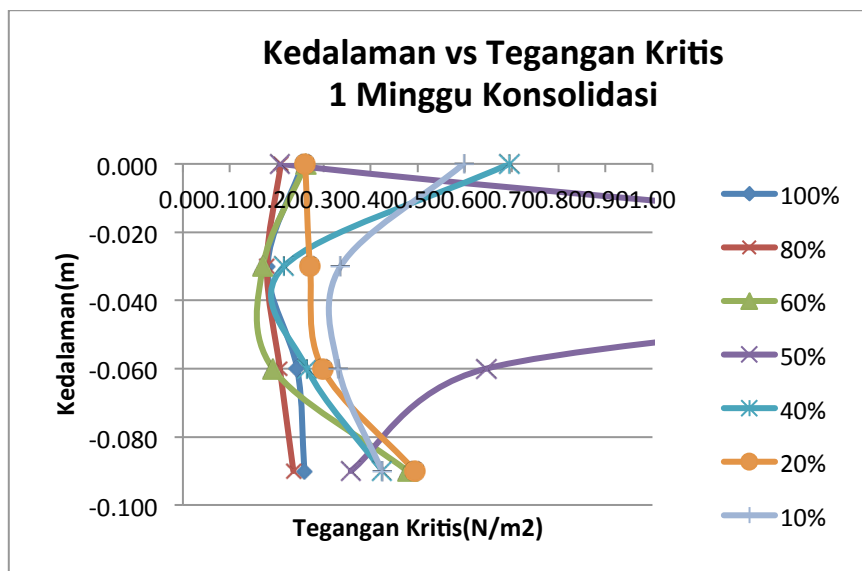
Gambar 2.1. Tegangan geser kritis erosi pada beberapa komposisi campuran dan beberapa kedalaman dengan konsolidasi 1 minggu

- Tegangan geser kritis erosi yang diperoleh untuk konsolidasi 3 minggu pada beberapa komposisi campuran dan beberapa kedalaman sebagai berikut:



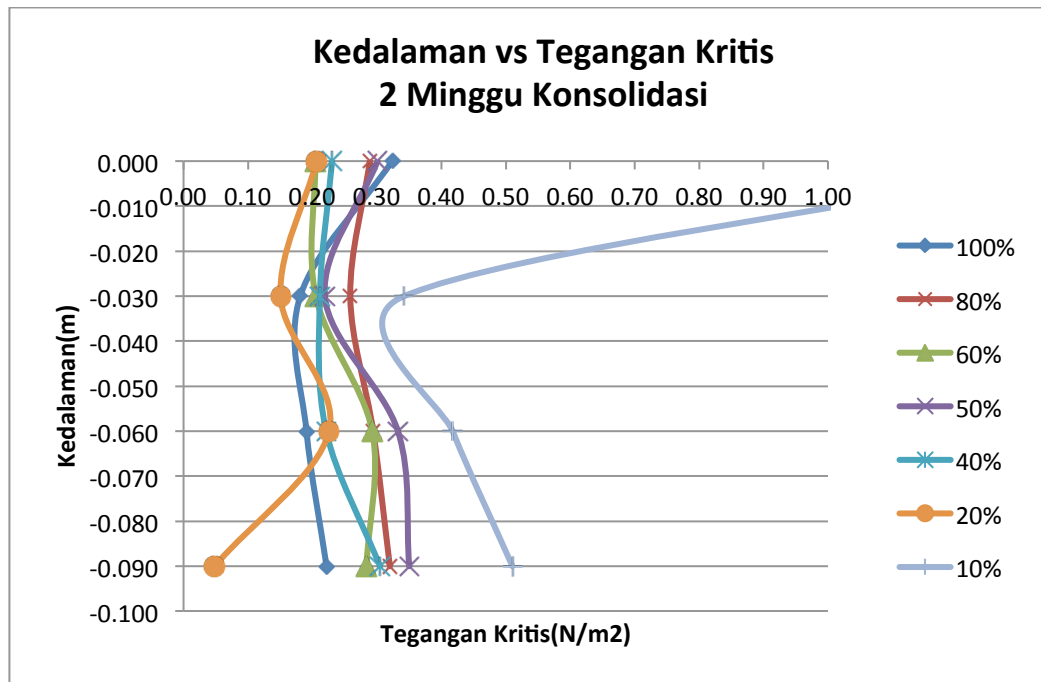
Gambar 2.2. Tegangan geser kritis erosi pada beberapa komposisi campuran dan beberapa kedalaman dengan konsolidasi 2 minggu

Hasil sementara dari penelitian Karakteristik Sedimen Sungai di Jawa dengan sampel sedimen sungai Ciarum (Jawa Barat) yang dilaksanakan tahun 2015 (tahun ke 3 dari rencana 4 tahun) adalah sebagai berikut:



Gambar 2.3. Tegangan geser kritis erosi pada beberapa komposisi campuran dan beberapa kedalaman dengan konsolidasi 1 minggu

- Tegangan geser kritis erosi yang diperoleh untuk konsolidasi 3 minggu pada beberapa komposisi campuran dan beberapa kedalaman sebagai berikut:

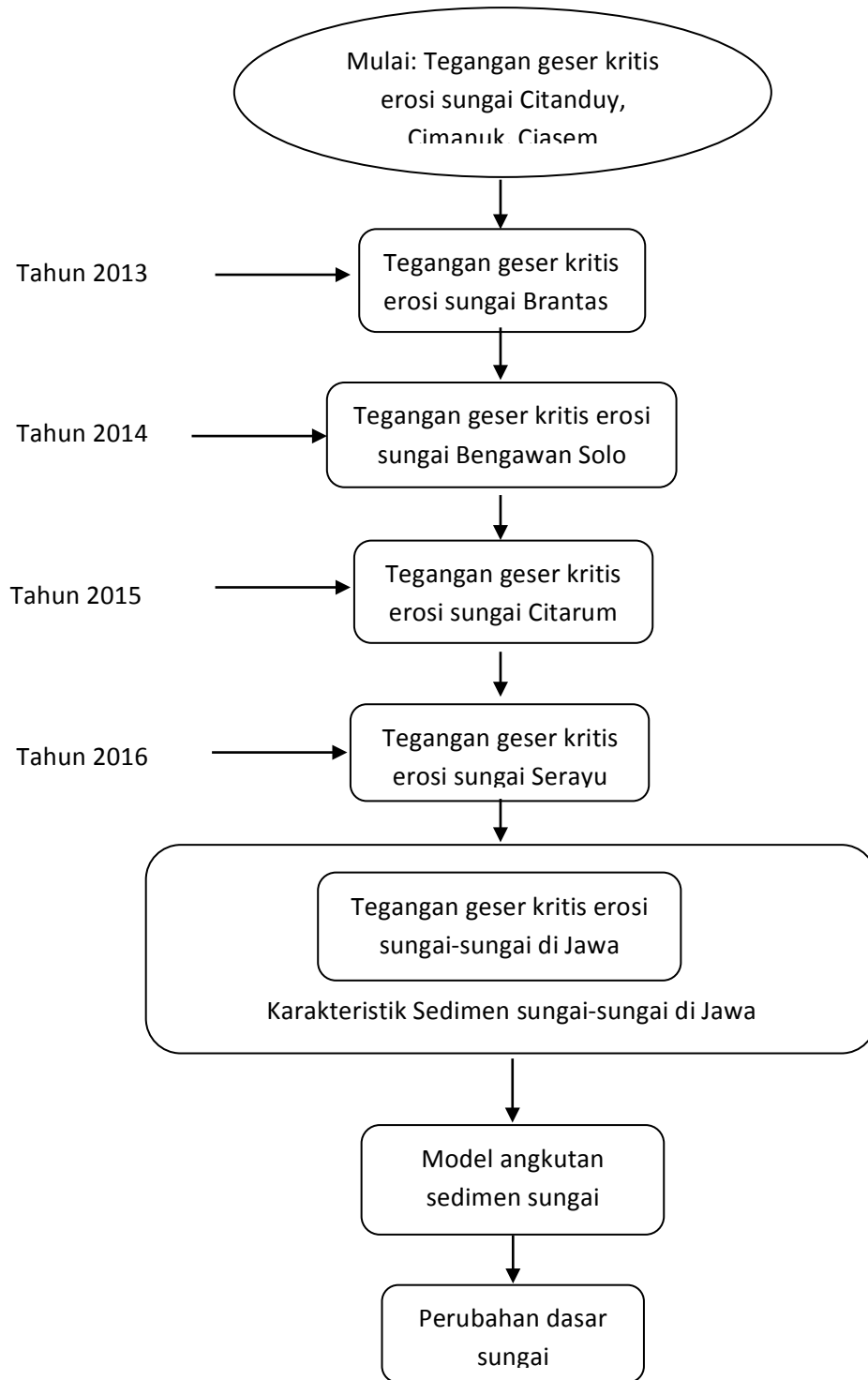


Gambar 2.4. Tegangan geser kritis erosi pada beberapa komposisi campuran dan beberapa kedalaman dengan konsolidasi 2 minggu

Tahun keempat (2016) akan diteliti tegangan geser kritis erosi dari sungai Serayu.

Bila digabung dengan penelitian sebelumnya (Pranoto, 2005), maka akan diperoleh karakteristik sedimen sungai-sungai di Jawa khusus untuk tegangan geser kritis erosi, diagram alir secara global dapat di lihat pada Gambar 2.5.

Road map penelitian sudah sesuai dengan road map pada bidang unggulan Perguruan Tinggi Universitas Tarumanagara pada bagian unggulan ke empat untuk Teknik dengan judul Karakteristik sedimen sungai-sungai di Jawa.



Gambar 2.5. Road Map Global

BAB 3. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

3.1. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk :

Mengkaji karakteristik sedimen campuran lumpur dan pasir, khususnya tegangan geser kritis erosi yang dipengaruhi oleh berat jenis, berat jenis kering.

3.2. Manfaat Penelitian

Sungai Serayu merupakan sungai terpanjang dan terbesar di propinsi Jawa Barat. Bermata air di daerah Dieng dengan anak sungai yang banyak dan bermuara di Samudera Indonesia sehingga mempunyai Daerah Aliran Sungai (DAS) yang luas. Dengan bertambahnya jumlah penduduk, dan terbatasnya lapangan kerja yang tersedia, maka dampaknya adalah eksploitasi sumber daya alam tanpa memperhatikan akibat yang ditimbulkan pada lingkungan sehingga terjadi degradasi DAS. Kondisi daerah tangkapan hujan di bagian hulu memburuk akibat penebangan liar dan pengelolaan lahan yang tidak mengindahkan aspek konservasi tanah. Hal ini menyebabkan peningkatan erosi lahan yang kemudian akan mengakibatkan peningkatan sedimentasi di waduk. Permasalahan pokok lain yang terjadi adalah aggradasi dasar sungai.

Guna mempelajari hal tersebut, maka sangat penting untuk melakukan penelitian tentang proses erosi dan sedimentasi dengan menggunakan metoda yang tepat, cepat dan ekonomis. Untuk itulah maka penelitian ini sangat penting untuk dilakukan, dimana hasil penelitian ini diharapkan dapat mengetahui karakteristik sedimen sungai Serayu dalam rangka kajian karakteristik sungai-sungai di Jawa. Temuan atau hasil ini juga dapat menunjang model angkutan sedimen pada sungai-sungai tersebut.

BAB 4. METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental yaitu analisis berdasarkan hasil-hasil yang diperoleh dari eksperimen atau percobaan di laboratorium dengan sampel sedimen dari sungai Serayu.

Penelitian dilakukan di Laboratorium Hidrolika Universitas Tarumanagara. Untuk mengukur tegangan geser kritis erosi digunakan sirkular flume yaitu sebuah saluran buatan berbentuk sirkular dengan peralatan motor listrik untuk menggerakkan kincir agar air dapat bergerak dalam sirkular tersebut. Pengukuran yang dilakukan pada penelitian ini meliputi kecepatan, muka air, temperatur, dan massa jenis.

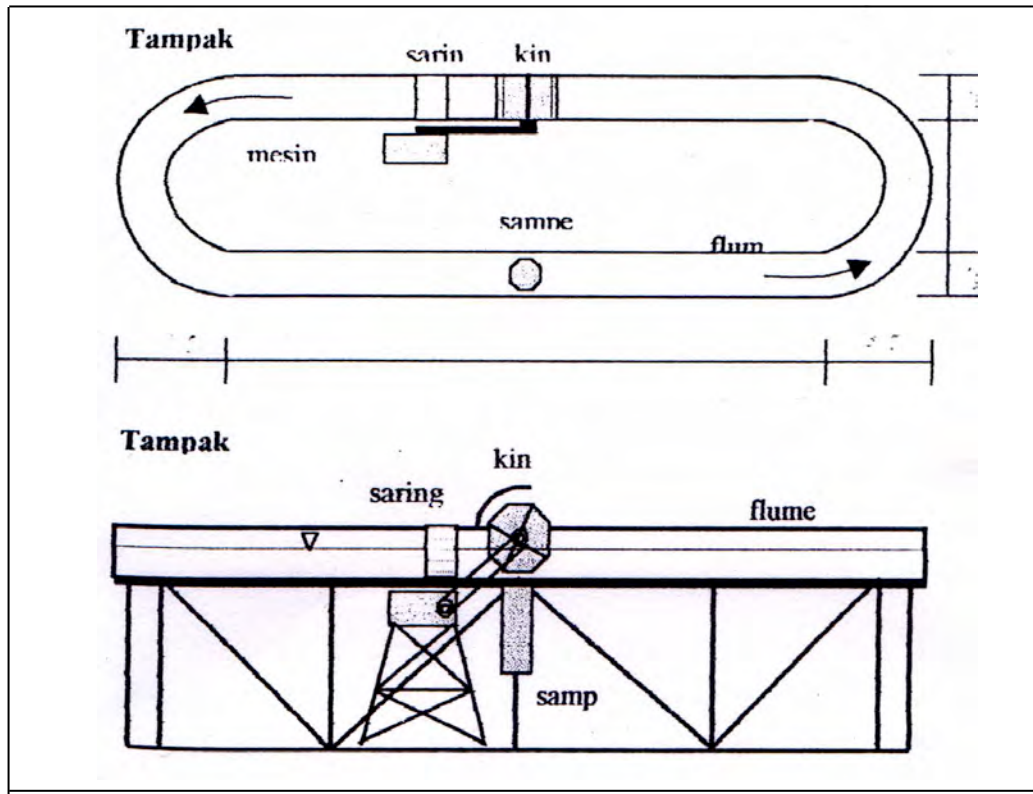
Penelitian ini akan dibagi beberapa tahapan :

- Perencanaan dan pembuatan alat.
- Survei lokasi
- Pengambilan sampel
- Pemilahan sampel
- Test saringan agregat halus
- Test mineral sampel lumpur
- Pencampuran sampel
- Percobaan
- Test berat jenis
- Test kadar air
- Pengolahan data
- Analisis
- Kesimpulan

Tegangan geser kritis erosi

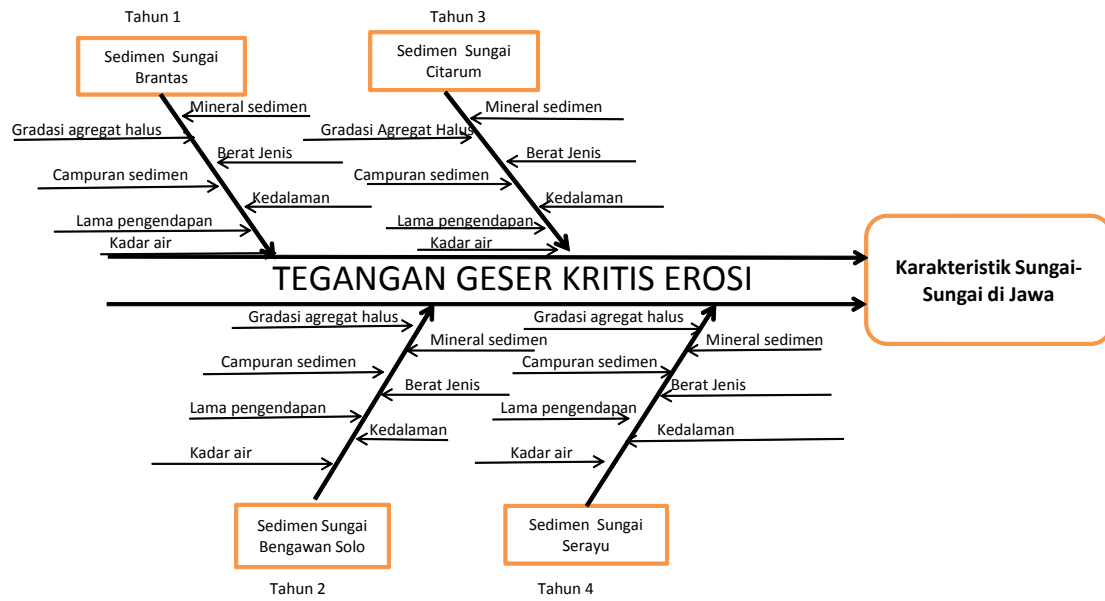
Percobaan untuk mencari tegangan geser kritis erosi dengan menggunakan sebuah *race-track sediment transport flume* seperti gambar 4.1. Alat tersebut telah dibuat khusus untuk

percobaan ini. Memakai sedimen yang sudah mengalami konsolidasi selama 1 minggu, 2 minggu dan 3 minggu.



Gambar 4.1. Race-track Sediment Transport Flume (Sirkular Flum)

Hasil yang diperoleh berupa persamaan tegangan geser kritis erosi yang dipengaruhi oleh berat jenis yang spesifik untuk sungai Citarum. Bagan alir penelitian diperlihatkan pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2: Bagan alir penelitian

BAB 5. HASIL DAN LUARAN YANG DICAPAI

Hasil test kadar air lumpur awal diperoleh kadar air sebesar 60% dari beberapa sampel yang dihitung. Hasil test akan dipakai sebagai patokan dalam pembuatan sampel yang akan diteliti.

Analisis Saringan dalam penelitian ini dipakai untuk mengetahui distribusi atau gradasi dari butiran sedimen. Hasil analisa saringan dapat mengetahui ukuran butiran mana yang mendominasi sedimen tersebut.

Dari hasil analisis saringan diperoleh sebagai berikut:

Tabel 5.1. Gradasi sedimen sungai Serayu

Ukuran Saringan (mm)	Berat Tertahan (gram)	Persentase Tertahan	Persentase Tertahan Kumulatif	Persentase Lolos Kumulatif
9,50	0	0	0	100
4.75	0	0	0	100.00
2,0	0.4	0.08	0.08	99.92
0,85	2	0.41	0.49	99.84
0,425	45.1	9.15	9.64	99.44
0,25	167.2	33.92	43.56	90.42
0,106	250.8	50.88	94.44	56.98
0,075	23.6	4.79	99.23	6.82
PAN	3.8	0.77	100.00	2.10

Hasil di atas menunjukkan ukuran yang mendominasi sedimen sungai Serayu pada 1 ukuran yaitu: lolos saringan 0,106 mm dan tertahan pada saringan 0,075 mm sebanyak 50,88 %. Dapat dianalisis sedimen non kohesif lebih mendominasi dibandingkn dengan sedimen kohesif.

5.1. Kedalaman dengan Tegangan Geser Kritis Erosi

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 erosi maka lapisan setebal 1 cm sebagai permukaan pertama itu dibuang kemudian diambil sampel massa 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 serta permukaan kelima adalah permukaan dengan kedalaman -12,0 cm

5.1. Kedalaman dengan Tegangan Geser Kritis Erosi

5.1.1. Sedimen 100 % lumpur

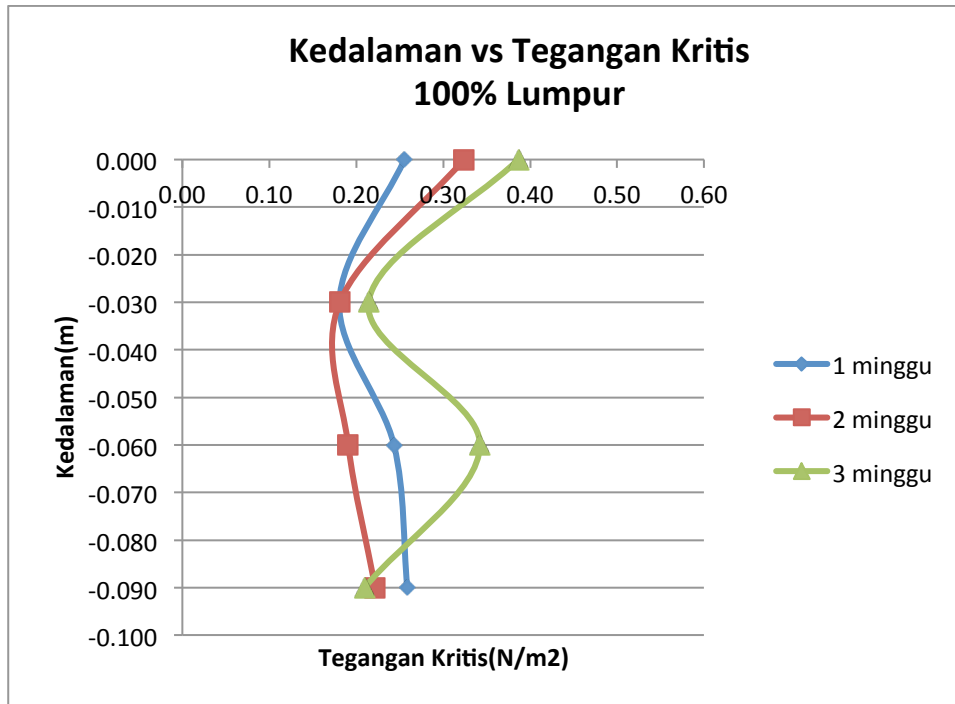
Tegangan geser kritis erosi cenderung berkurang pada kedalaman 3 cm dari sampel tersebut baik konsolidasi 1, 2, dan 3 minggu. Pertambahan tegangan geser kritis erosi pada konsolidasi 1 dan 3 minggu mempunyai pola yang sama. Konsolidasi 3 minggu mempunyai nilai tegangan geser kritis erosi lebih besar dibanding konsolidasi 1 dan 2 minggu kecuali pada lapisan 9 cm seperti tampak pada Gambar 5.1.

5.1.2. Sedimen 80 % lumpur

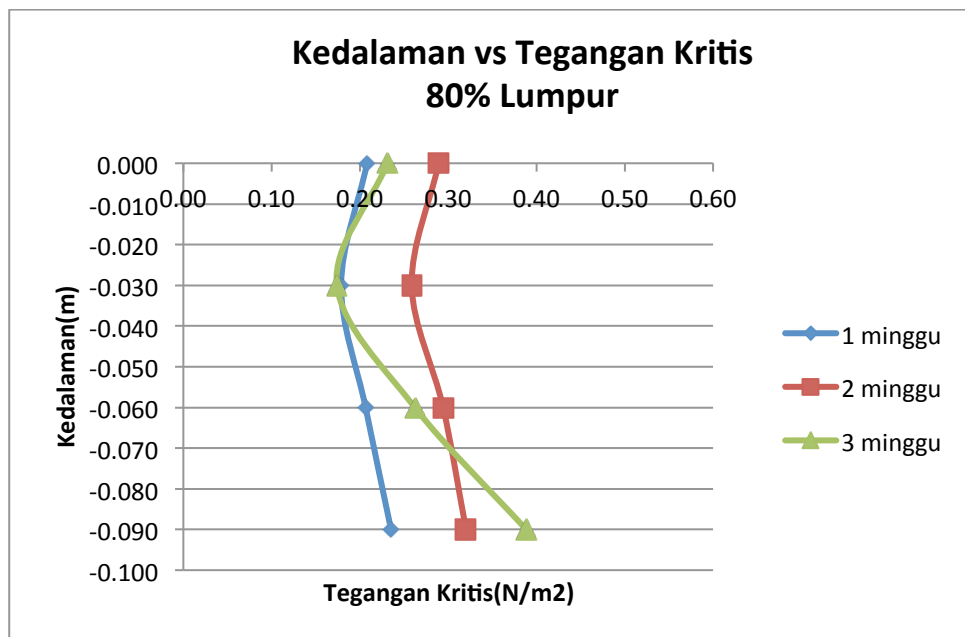
Tegangan geser kritis erosi cenderung berkurang pada kedalaman 3 cm dari sampel tersebut baik konsolidasi 1, 2, dan 3 minggu. Pertambahan atau pengurangan tegangan geser kritis erosi pada konsolidasi 1 dan 2 minggu mempunyai pola yang sama. Tegangan geser kritis erosi bertambah besar sesuai dengan kedalaman mulai dari kedalaman 3 cm sampai kedalaman 9 cm pada semua konsolidasi (Gambar 5.2).

5.1.3. Sedimen 60 % lumpur

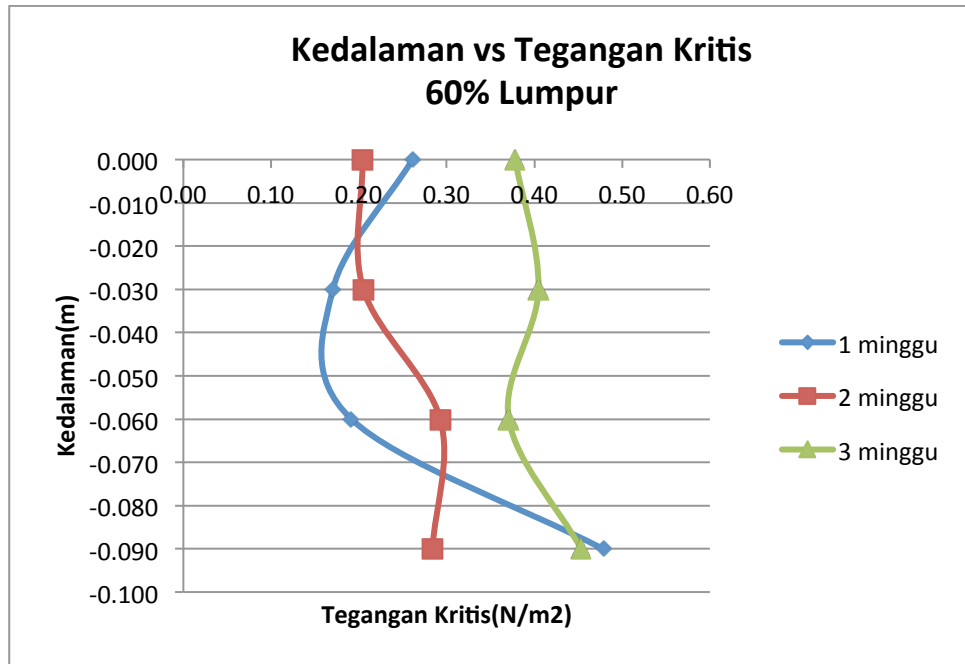
Besar tegangan geser kritis erosi pada konsolidasi 1 minggu terlihat mempunyai menurun pada kedalaman 3 cm dan bertambah sedikit pada kedalaman 6 cm pada konsolidasi 1 minggu lalu bertambah pada kedalaman 9 cm. Nilai tegangan geser kritis pada konsolidasi 2 minggu masih lebih besar dibanding konsolidasi 1 minggu pada kedalaman 3 dan 9 cm. Tegangan geser kritis erosi untuk konsolidasi 3 minggu mempunyai nilai lebih besar dari konsolidasi 1 dan 2 minggu pada permukaan, kedalaman 3 dan 9 cm (Gambar 5.3).



Gambar 5.1. Hubungan kedalaman dengan Tegangan Geser Kritis Erosi (100% lumpur)



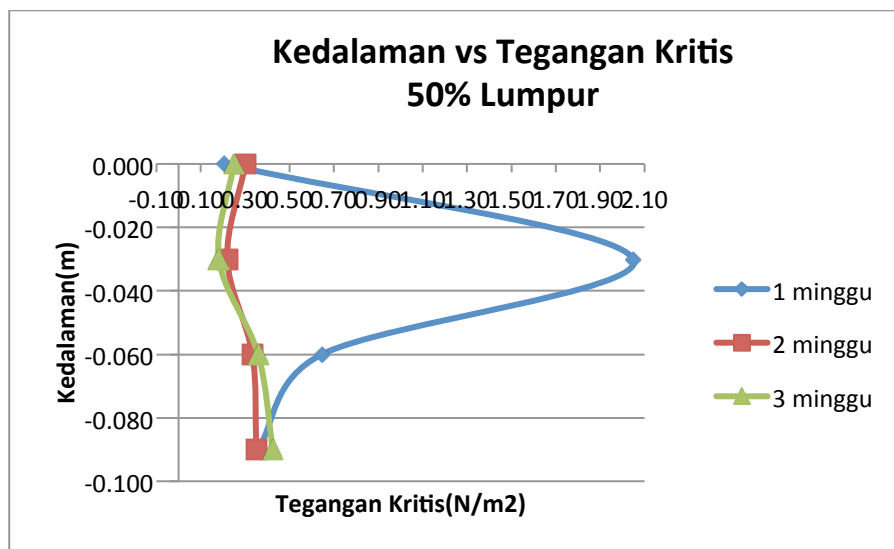
Gambar 5.2. Hubungan kedalaman dengan Tegangan Geser Kritis Erosi (80% lumpur)



Gambar 5.3. Hubungan kedalaman dengan Tegangan Geser Kritis Erosi (60% lumpur)

5.1.4. Sedimen 50 % lumpur

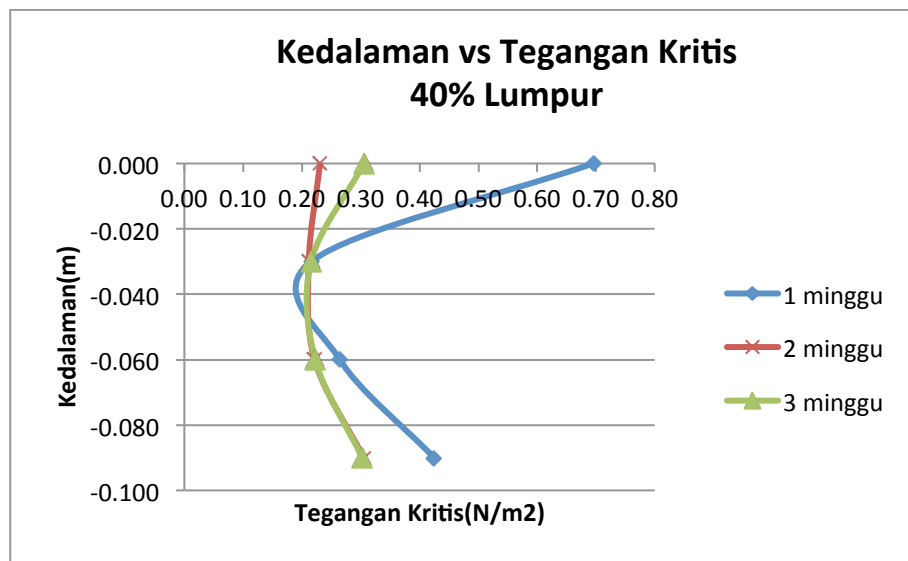
Tegangan geser kritis erosi bertambah besar pada kedalaman 3 cm dan berkurang pada kedalaman 6 dan 9 cm pada konsolidasi 1 minggu. Bertambahnya waktu konsolidasi mempunyai kecenderungan berkurangnya tegangan geser kritis erosi pada berbagai kedalaman dibandingkan dengan konsolidasi 1 minggu. Dan pada 3 cm mempunyai nilai tegangan geser paling besar pada konsolidasi 1 minggu seperti terlihat Gambar 5.4.



Gambar 5.4. Hubungan kedalaman dengan Tegangan Geser Kritis Erosi (50% lumpur)

5.1.5. Sedimen 40 % lumpur

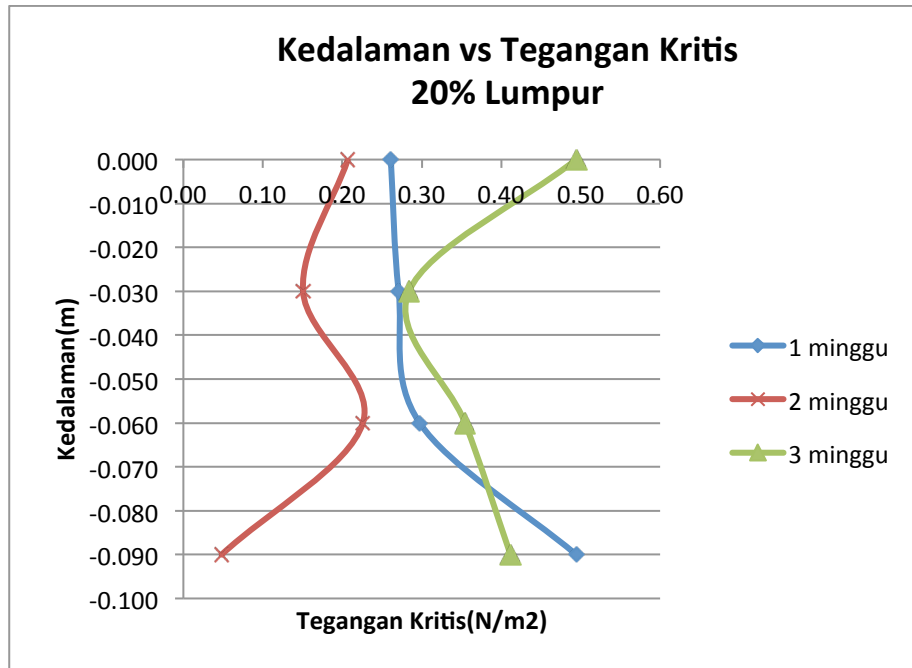
Nilai tegangan geser kritis pada konsolidasi 1 minggu lebih besar dibanding konsolidasi 2 dan 3 minggu pada bagian permukaan, kedalaman 6 dan 9 cm. Tetapi kemudian menjadi paling kecil pada kedalaman 3 cm. Konsolidasi 3 minggu mempunyai nilai tegangan geser kritis paling kecil dibanding konsolidasi 1 dan 2 minggu pada kedalaman 6 dan 9 cm (Gambar 5.5.)



Gambar 5.5. Hubungan kedalaman dengan Tegangan Geser Kritis Erosi (40% lumpur)

5.1.6. Sedimen 20 % lumpur

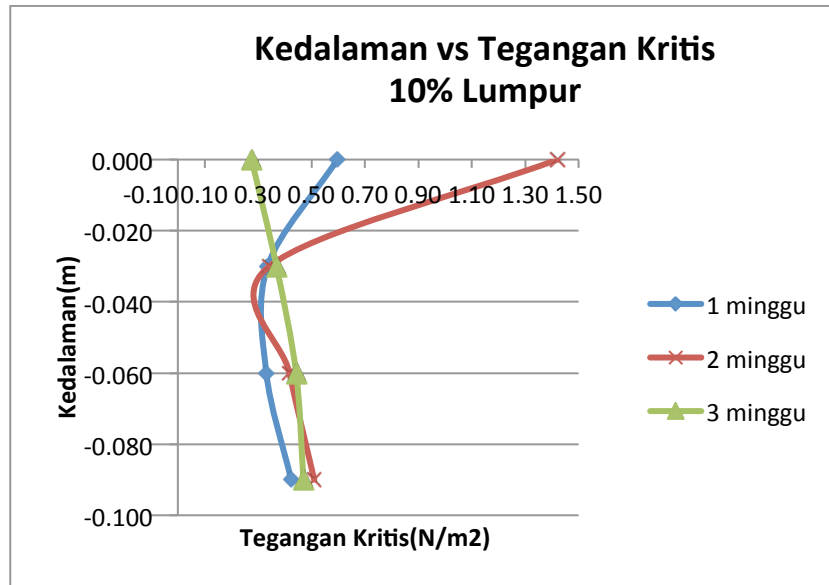
Nilai tegangan geser kritis pada konsolidasi 1 minggu lebih besar dibanding konsolidasi 2 minggu pada permukaan dan seluruh kedalaman. Pada kedalaman 9 cm mempunyai nilai tegangan geser kritis terbesar dari semua konsolidasi. Konsolidasi 2 minggu mempunyai nilai tegangan geser kritis paling kecil dibanding konsolidasi 1 dan 3 minggu pada semua kedalaman. Konsolidasi 3 minggu mempunyai nilai tegangan geser kritis paling besar dibanding konsolidasi 1 dan 2 minggu pada semua kedalaman kecuali pada kedalaman 91cm.



Gambar 5.6. Hubungan kedalaman dengan Tegangan Geser Kritis Erosi (20% lumpur)

5.1.7. Sedimen 10 % lumpur

Tegangan geser kritis erosi juga cenderung bertambah besar sesuai dengan kedalaman pada sampel tersebut kecuali pada konsolidasi 1 dan 2 minggu. Hasil konsolidasi 1 minggu mempunyai nilai tegangan geser kritis erosi lebih kecil dibanding konsolidasi 2 dan 3 minggu kecuali pada permukaan. Nilai tegangan geser kritis erosi pada konsolidasi 3 minggu mempunyai nilai bertambah besar pada semua.



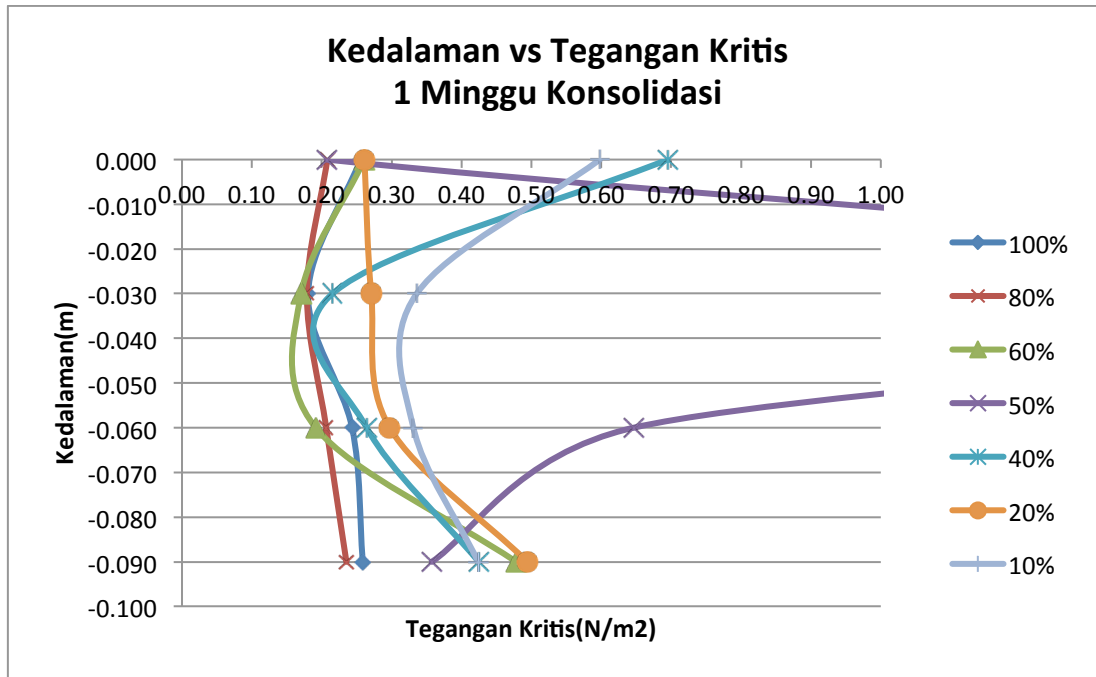
Gambar 5.7. Hubungan kedalaman dengan Tegangan Geser Kritis Erosi (10% lumpur)

5.1.8. Analisis hubungan kedalaman dengan Tegangan Geser Kritis Erosi

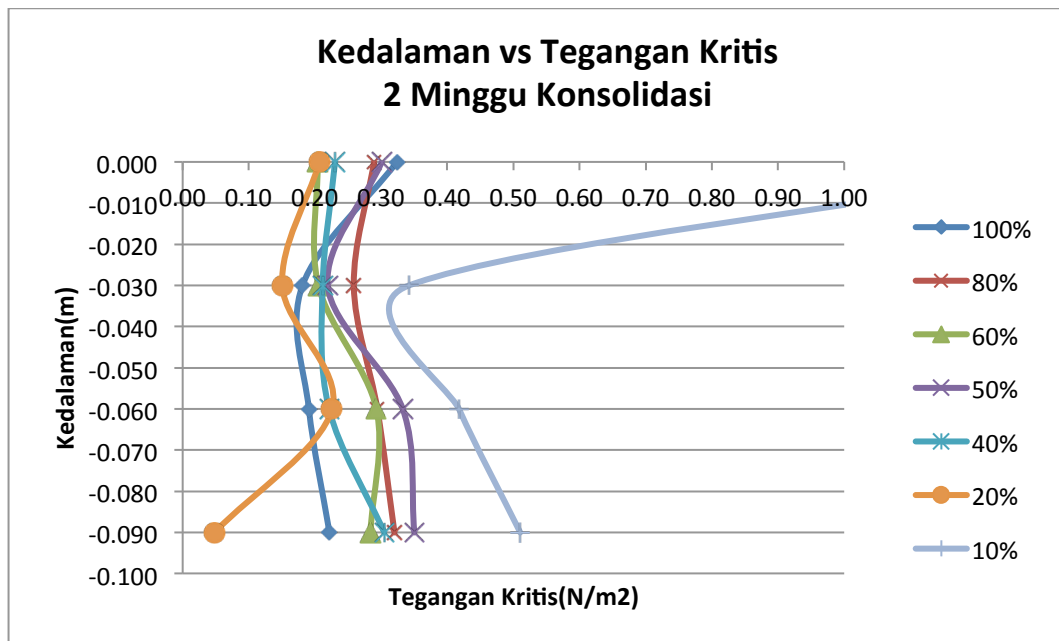
Dari Gambar 5.8. untuk konsolidasi 1 minggu terlihat tegangan geser kritis erosi sedimen seluruh kombinasi campuran rata rata menurun pada kedalaman 3 cm kecuali untuk campuran 20 % dan 50 %. Pada campuran 50% lumpur mempunyai nilai yang paling besar pada kedalaman 3 cm.

Gambar 5.9. untuk konsolidasi 2 minggu, terlihat tegangan geser kritis erosi sedimen seluruh kombinasi campuran rata rata menurun pada kedalaman 3 cm. Kemudian meningkat kembali sampai kedalaman 9 cm kecuali untuk campuran 80 % dan 20%.

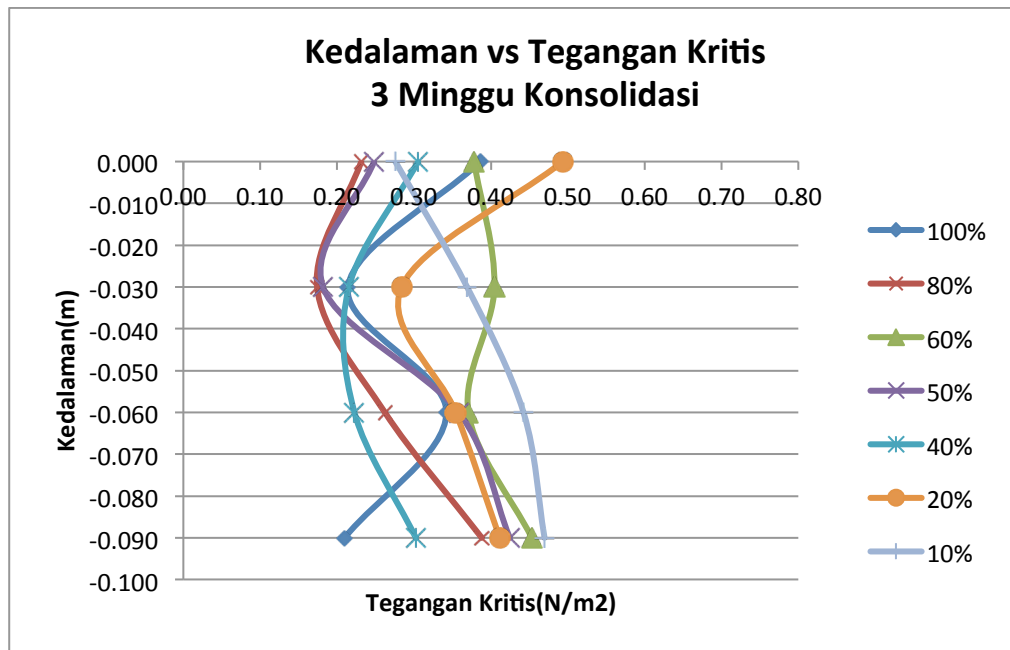
Gambar 5.10. untuk konsolidasi 3 minggu, terlihat tegangan geser kritis erosi sedimen seluruh kombinasi campuran rata rata menurun pada kedalaman 3 cm kecuali campuran 60 % dan 10 %. Kemudian meningkat kembali sampai kedalaman 9 cm kecuali untuk campuran 100%.



Gambar 5.8. Hubungan kedalaman dengan Tegangan Geser Kritis Erosi
(konsolidasi 1 minggu)



Gambar 5.9. Hubungan kedalaman dengan Tegangan Geser Kritis Erosi
(konsolidasi 2 minggu)

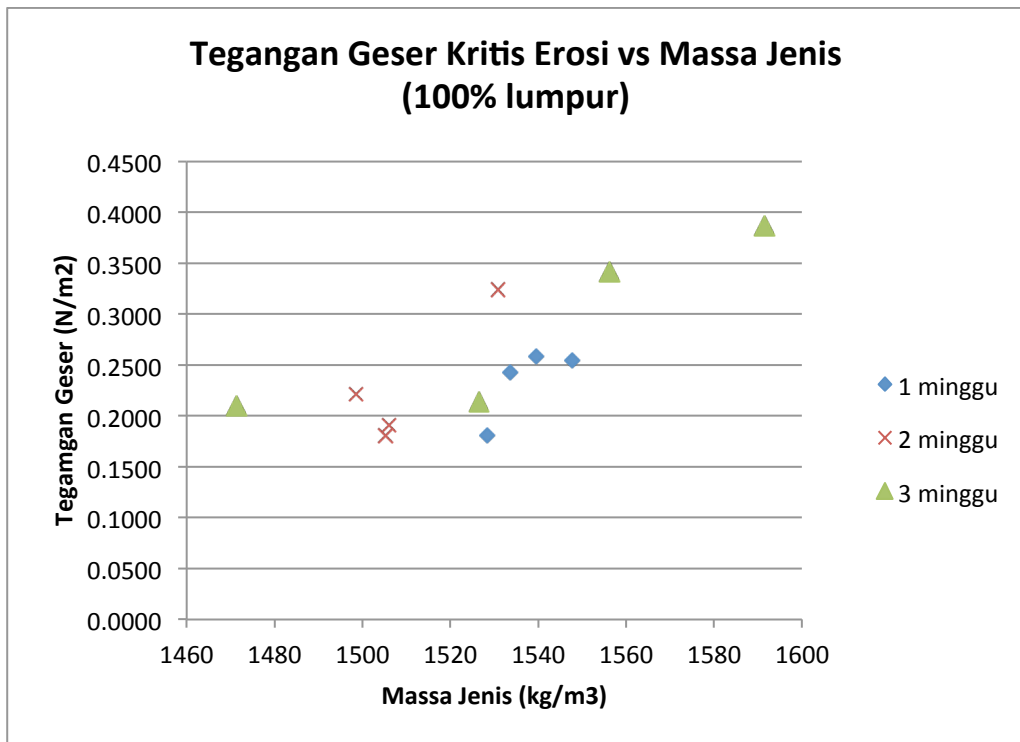


Gambar 5.10. Hubungan kedalaman dengan Tegangan Geser Kritis Erosi (konsolidasi 3 minggu)

5.2. Tegangan Geser Kritis Erosi dengan Massa Jenis

5.2.1. Sedimen 100% Lumpur

Secara umum nilai tegangan geser kritis erosi untuk konsolidasi 1, 2, dan 3 minggu berkisar antara 0,18 sampai 0,38 N/m^2 . Dan massa jenis dari 1480 sampai dengan 1600 kg/m^3 . Massa jenis bervariasi dan tidak terlihat hubungan antara lamanya konsolidasi dengan massa jenis pada konsolidasi 1, 2 maupun 3 minggu dan begitu juga dengan penambahan kedalaman. (Gambar5.11)



Gambar 5.11. Hubungan Tegangan Geser Kritis Erosi dengan Massa Jenis pada 100% lumpur

5.2.2. Sedimen 80% Lumpur

Secara umum nilai tegangan geser kritis erosi untuk konsolidasi 1, 2, dan 3 minggu berkisar antara 0,18 sampai 0,4 N/m^2 . Tetapi massa jenis bervariasi sesuai dengan lamanya konsolidasi walau massa jenis pada konsolidasi 2 minggu relatif lebih kecil dibanding konsolidasi 1 minggu. Bertambahnya waktu konsolidasi maka massa jenis bertambah.

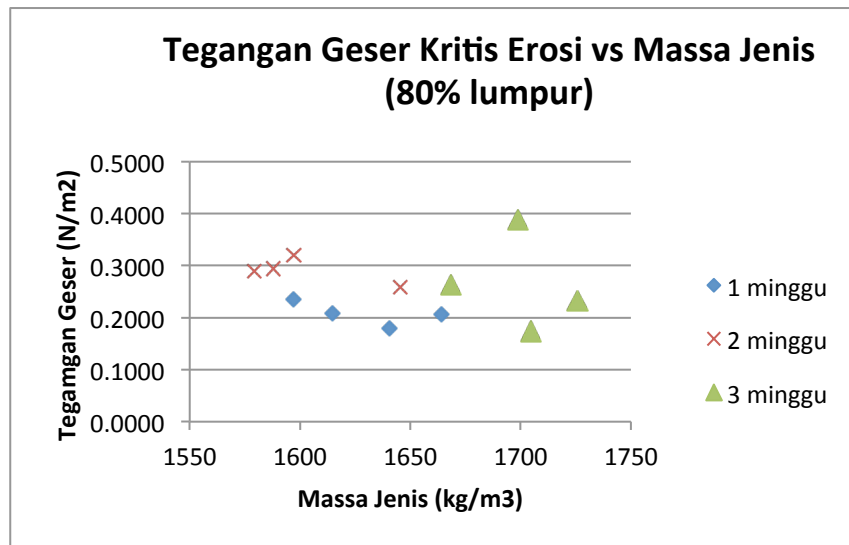
Pada konsolidasi 1 minggu komposisi campuran ini, terlihat tegangan geser kritis bertambah pada setiap lapisan permukaan. Hal ini juga terjadi pada massa jenisnya. Pada konsolidasi 2 minggu tegangan geser kritis bertambah pada lapisan permukaan kedua. Dan pada konsolidasi 3 minggu, tegangan geser kritis bertambah signifikan pada lapisan ketiga. Massa jenis pada setiap lapisan permukaan berbeda dan bertambah. Selain itu massa jenis paling besar berada pada konsolidasi 3 minggu (Gambar 5.12)

5.2.3. Sedimen 60% Lumpur

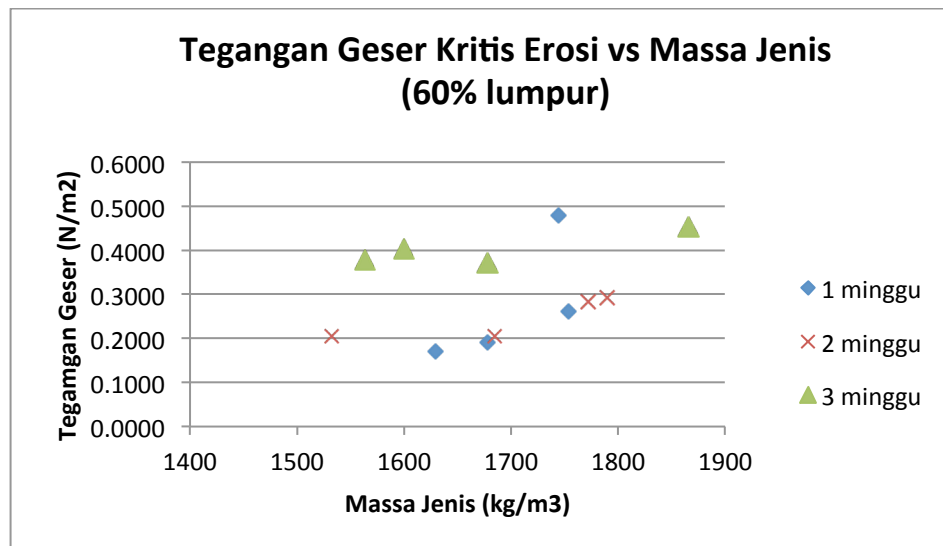
Secara umum nilai tegangan geser kritis erosi untuk konsolidasi 1, 2, dan 3 minggu berkisar antara 0,18 sampai 0,5 N/m^2 . Tetapi massa jenis bervariasi sesuai dengan lamanya

konsolidasi dan sesuai dengan kedalaman. Bertambahnya waktu konsolidasi maka massa jenis bertambah.

Tegangan geser kritis erosi pada konsolidasi 1 dan 3 minggu terlihat paling menonjol dan cukup besar dibanding konsolidasi 2 minggu. Konsolidasi 3 minggu mempunyai kisaran tegangan geser kritis erosi yang hampir sama tetapi massa jenisnya bertambah setiap kedalaman. (Gambar 5.13).



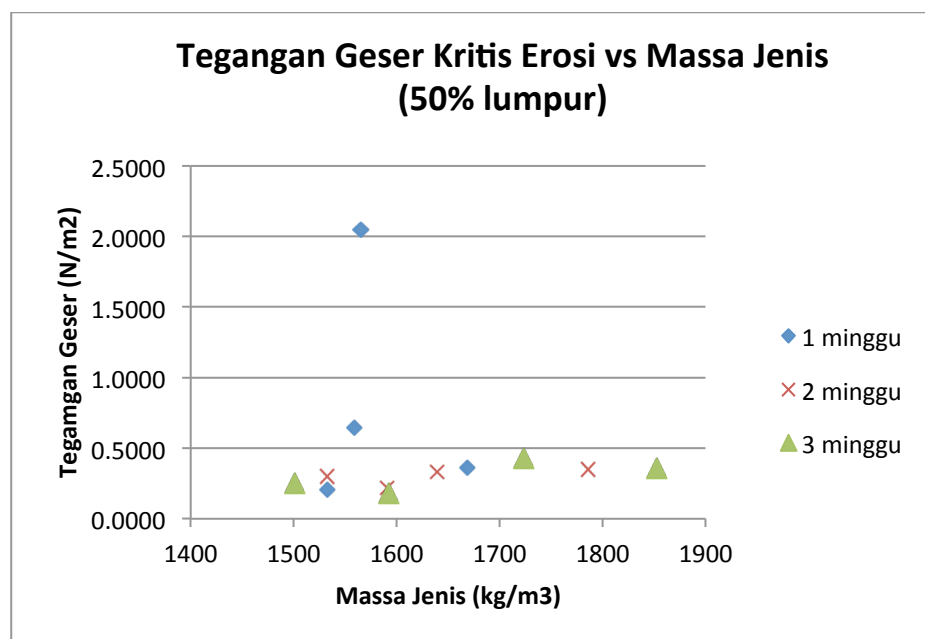
Gambar 5.12. Hubungan Tegangan Geser Kritis Erosi dengan Massa Jenis pada 80% lumpur



Gambar 5.13. Hubungan Tegangan Geser Kritis Erosi dengan Massa Jenis pada 60% lumpur

5.2.4. Sedimen 50% Lumpur

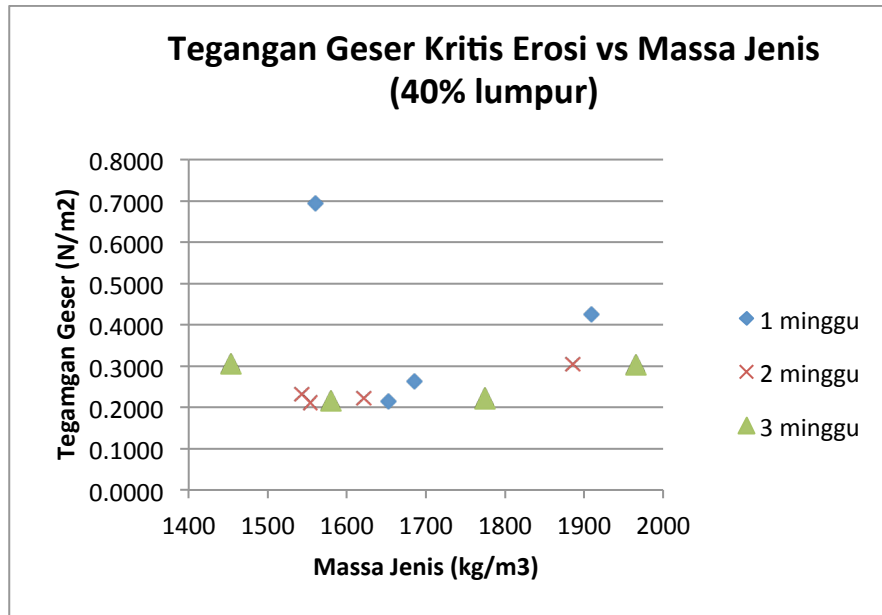
Pada komposisi ini, untuk konsolidasi 1 minggu terjadi peningkatan tegangan geser kritis erosi dam massa jenis di tiap lapisan kecuali pada lapisan kedua massa jenisnya berkurang. Untuk konsolidasi 2 minggu peningkatan bertambah signifikan pada lapisan kedua lalu terjadi penurunan tegangan geser kritis pada lapisan ketiga. Untuk konsolidasi 3 minggu, terjadi peningkatan tegangan geser kritis erosi pada lapisan kedua. Massa jenisnya menurun pada lapisan ketiga. Bertambah komposisi pasir maka bertambah besar massa jenisnya. Pada campuran 50% lumpur ini kisaran massa jenis dari 1490 sampai dengan 1870 kg/m³.



Gambar 5.14. Hubungan Tegangan Geser Kritis Erosi dengan Massa Jenis pada 50% lumpur

5.2.5. Sedimen 40% Lumpur

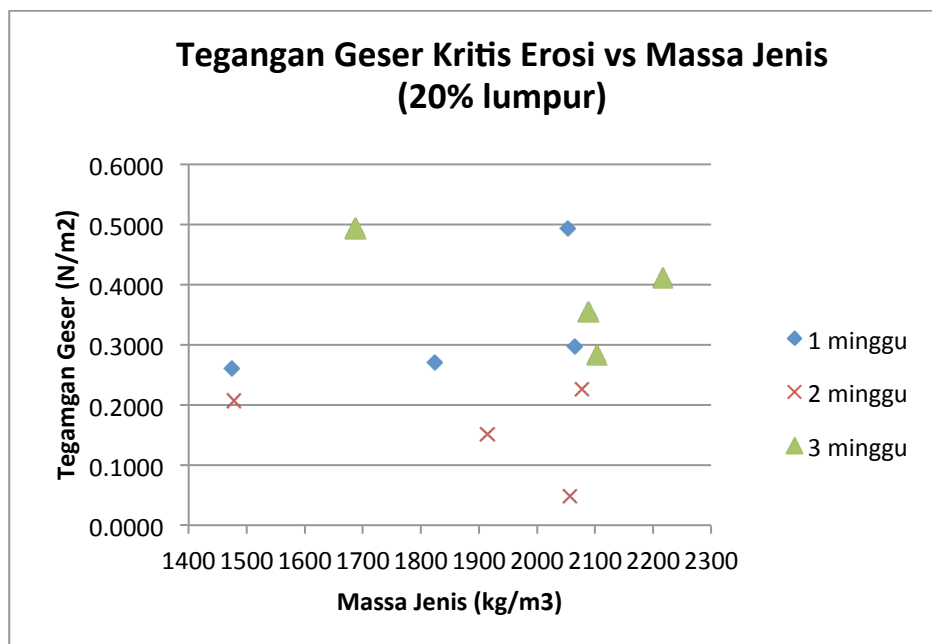
Pada konsolidasi 1 minggu, massa jenis bertambah dan tegangan geser kritis erosi ada yang menurun. Pada konsolidasi 1 minggu mempunyai tegangan geser kritis erosi yang cukup menonjol dibandingkan konsolidasi 1 dan 2 minggu. Untuk konsolidasi 3 minggu, terlihat tegangan geser kritis erosi dan massa jenis berada diantara konsolidasi 2 dan 1 minggu tetapi massa jenis bertambah besar pada setiap lapisan.



Gambar 5.15. Hubungan Tegangan Geser Kritis Erosi dengan Massa Jenis pada 40% lumpur

5.2.6. Sedimen 20% Lumpur

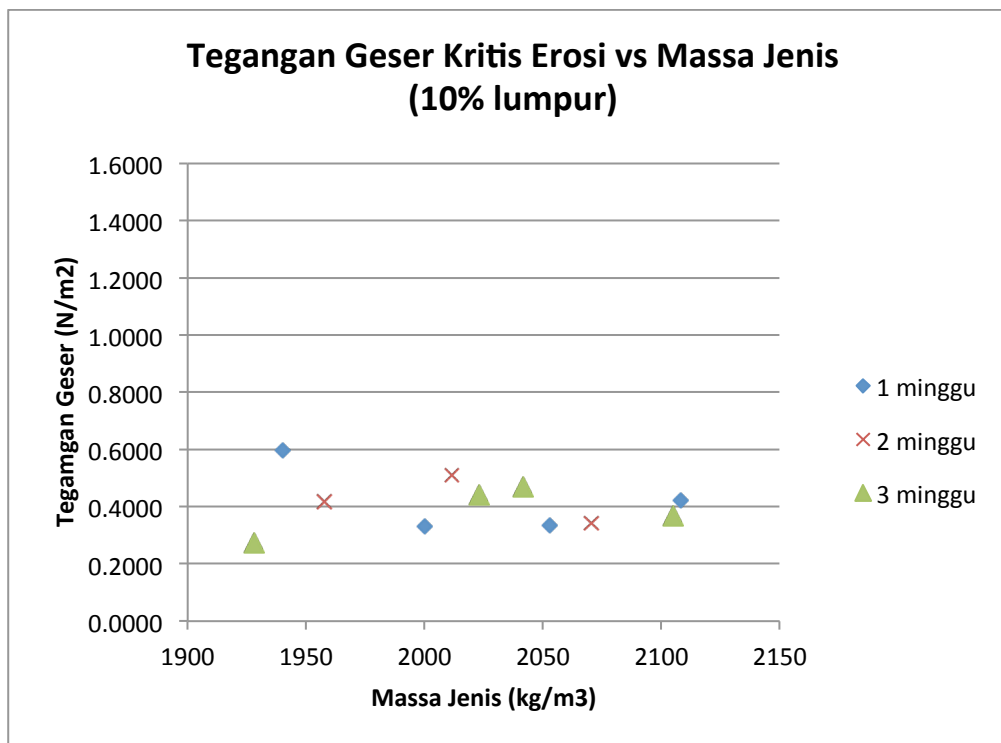
Besaran tegangan geser kritis erosi dan massa jenis pada konsolidasi 2 minggu berada di bawah nilai konsolidasi 1 dan 3 minggu. Pada konsolidasi 3 minggu, massa jenis bertambah besar pada setiap lapisan. Massa jenis pada campuran 20% lumpur berada diantara 1450 sampai 2200 kg/m³.



Gambar 5.16. Hubungan Tegangan Geser Kritis Erosi dengan Massa Jenis pada 20% lumpur

5.2.7. Sedimen 10% Lumpur

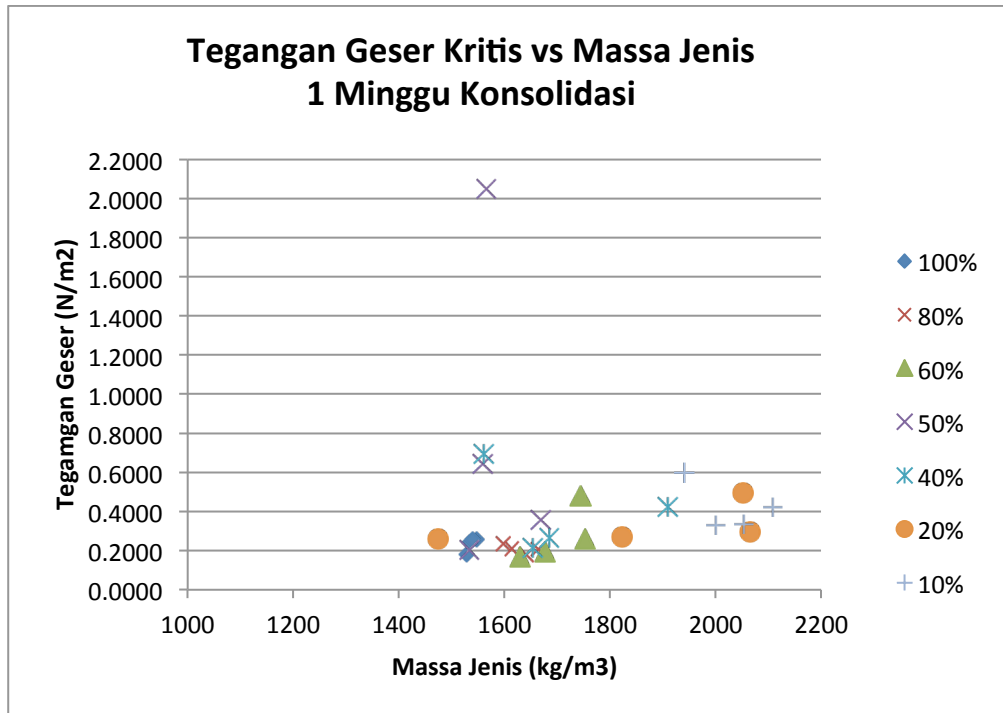
Tegangan geser kritis erosi hampir berada dikisaran yang sama disetiap lapisan permukaan konsolidasi 1, 2 , dan 3 minggu tetapi nilai tegangan geser kritis lebih besar pada konsolidasi 1 minggu. Sedangkan massa jenisnya juga bertambah disetiap lapisan. Pada konsolidasi 3 minggu terlihat tegangan geser kritis dan massa jenisnya menyebar dan bervariasi diantara nilai-nilai kedua konsolidasi tersebut.



Gambar 5.17. Hubungan Tegangan Geser Kritis Erosi dengan Massa Jenis pada 10% lumpur

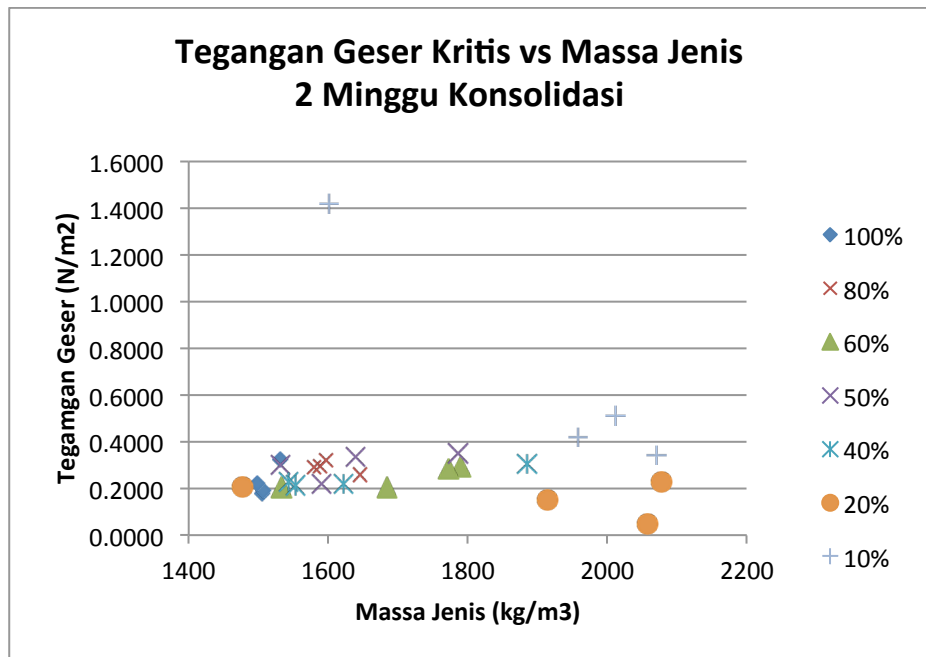
5.2.8. Analisis hubungan Tegangan Geser Kritis Erosi dengan Massa Jenis

Berdasarkan hasil percobaan diperoleh suatu hubungan antara tegangan geser kritis erosi dengan massa jenis (bulk density) pada konsolidasi 1 minggu (Gambar 5.18), 2 minggu (Gambar 5.19), 3 minggu (Gambar 5.20), sebagai berikut :



Gambar 5.18. Hubungan Tegangan Geser Kritis Erosi dengan Massa Jenis (konsolidasi 1 minggu)

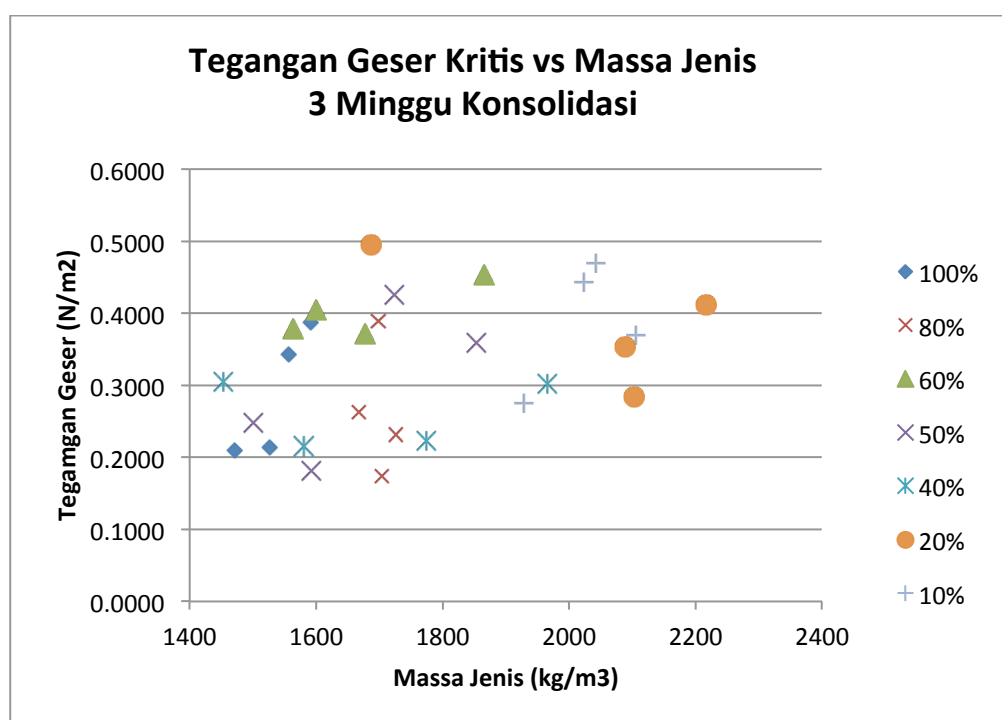
Pada Gambar 5.18 di atas terlihat sedimen 40%. 50% lumpur mempunyai nilai tegangan geser kritis yang besar dengan keragaman massa jenis dari 1500 – 1900 kg/m³.



Gambar 5.19. Hubungan Tegangan Geser Kritis Erosi dengan Massa Jenis (konsolidasi 2 minggu)

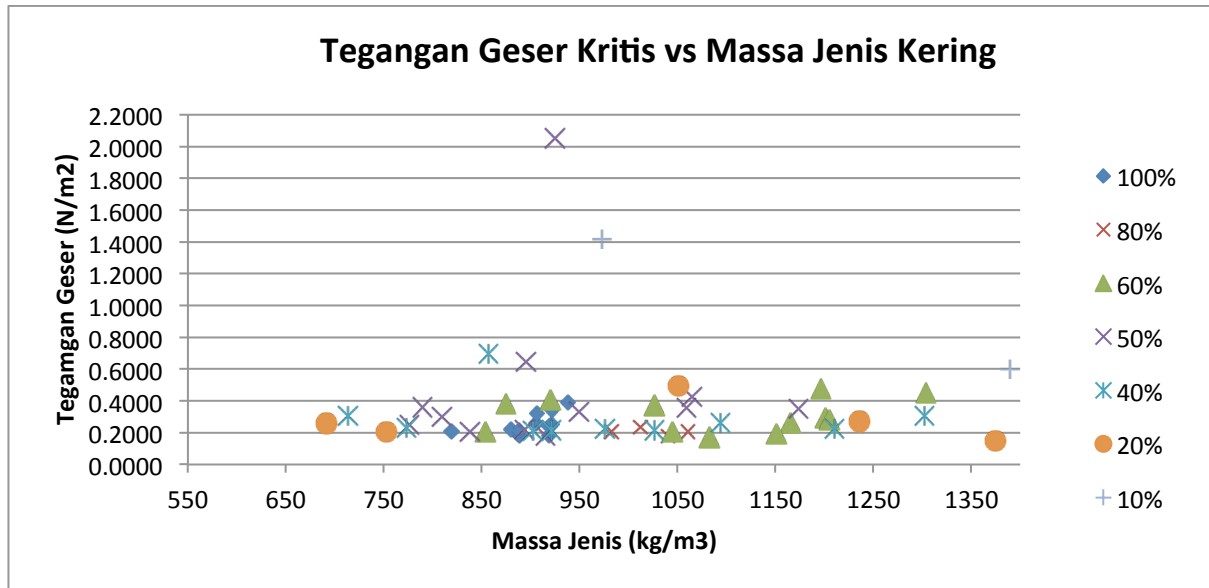
Pada Gambar 5.19 di atas terlihat sedimen 50% lumpur mempunyai nilai tegangan geser kritis yang cukup besar dibanding sedimen campuran lainnya tetapi massa jenis pada kisaran yang tidak jauh berbeda.

Pada Gambar 5.20 di bawah ini terlihat tegangan geser kritis erosi yang menonjol adalah sedimen 60% lumpur, 20% lumpur, dan 10% lumpur sedangkan massa jenis yang lebih dari 1800 kg/m³ adalah sedimen 20% dan 10% lumpur



Gambar 5.20. Hubungan Tegangan Geser Kritis Erosi dengan Massa Jenis (konsolidasi 3 minggu)

Gambar 5.21. memperlihatkan seluruh tegangan geser kritis erosi yang diperoleh dari berbagai komposisi campuran dan konsolidasi. Massa jenis dari sedimen campuran 100% lumpur terlihat bervariasi dari massa jenis kecil sampai besar (700 -950 kg/m³). Massa jenis dari sedimen 80% lumpur berada di tengah gambar sekitar 700 – 1050 kg/m³. Sedangkan massa jenis dari sedimen 60% lumpur, 50% lumpur, 40% lumpur, 20% lumpur dan 10 % lumpur berada pada 700- 1400 kg/m³

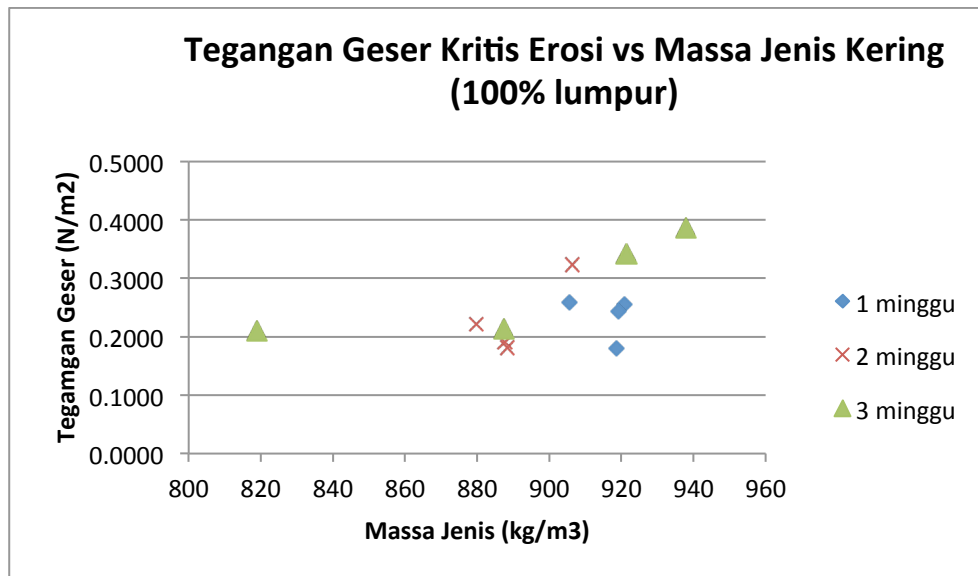


Gambar 5.21. Hubungan Tegangan Geser Kritis Erosi dengan Massa Jenis (konsolidasi 1, 2, 3 minggu)

5.3. Tegangan Geser Kritis Erosi dengan Massa Jenis Kering

5.3.1. Sedimen 100% Lumpur

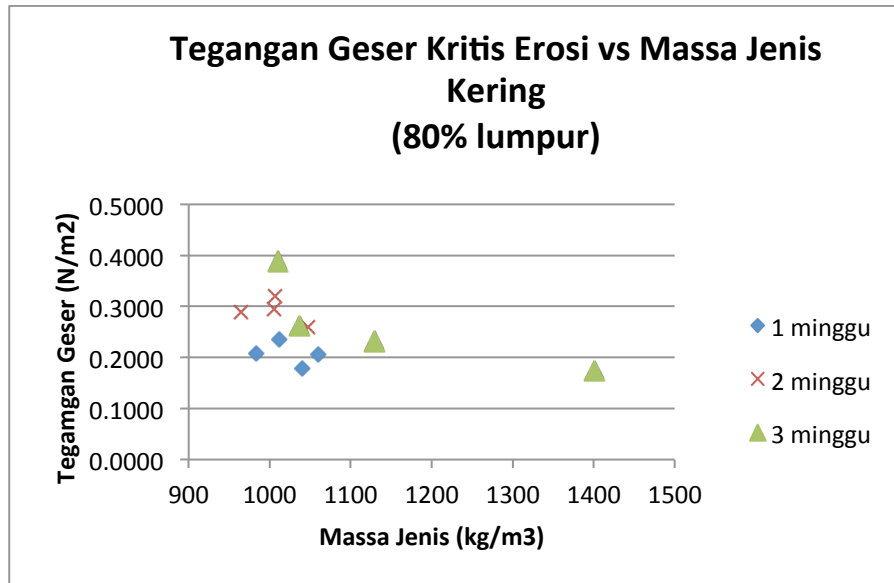
Pada konsolidasi 1 minggu sedimen 100%, terjadi tegangan geser kritis erosi terbesar pada permukaan dan pada lapisan ke 4. Sedangkan massa jenis keringnya terbesar pada lapisan permukaan dan berkurang sampai pada lapisan keempat. Untuk konsolidasi 2 minggu, tegangan geser kritis erosi terbesar juga pada lapisan permukaan sama seperti pada konsolidasi 1 minggu. Begitu juga massa jenis keringnya. Pada konsolidasi 3 minggu, tegangan geser kritis erosi terbesar pada lapisan permukaan dan lapisan ketiga pada kedalaman 6 cm, begitu juga dengan massa jenis keringnya. (Gambar 5.22)



Gambar 5.22. Hubungan Tegangan Geser Kritis Erosi dengan Massa Jenis Kering pada 100% lumpur

5.3.2. Sedimen 80% Lumpur

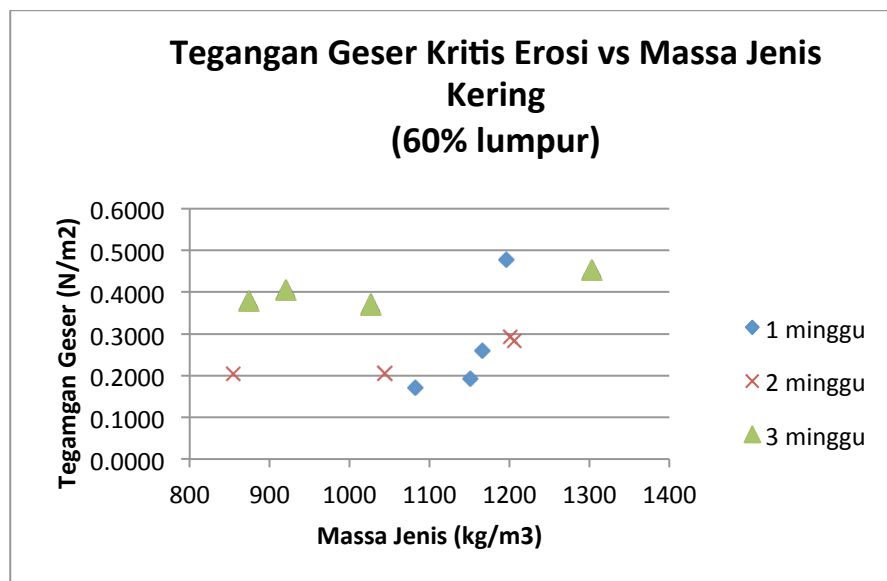
Pada konsolidasi 1 minggu komposisi campuran ini, terlihat tegangan geser kritis bertambah pada setiap lapisan permukaan kecuali pada lapisan kedua. Hal ini tidak terjadi pada massa jenis keringnya. Pada konsolidasi 2 minggu tegangan geser kritis bertambah signifikan pada lapisan permukaan kelima setelah turun di lapisan kedua. Dan pada konsolidasi 3 minggu, tegangan geser kritis bertambah pada lapisan ketiga dan keempat. Massa jenis kering pada konsolidasi 2 minggu lebih besar dari konsolidasi 1 minggu. Massa jenis kering pada konsolidasi 3 minggu lebih besar dari konsolidasi 1 dan 2 minggu. (Gambar 5.23)



Gambar 5.23. Hubungan Tegangan Geser Kritis Erosi dengan Massa Jenis Kering pada 80% lumpur

5.3.3. Sedimen 60% Lumpur

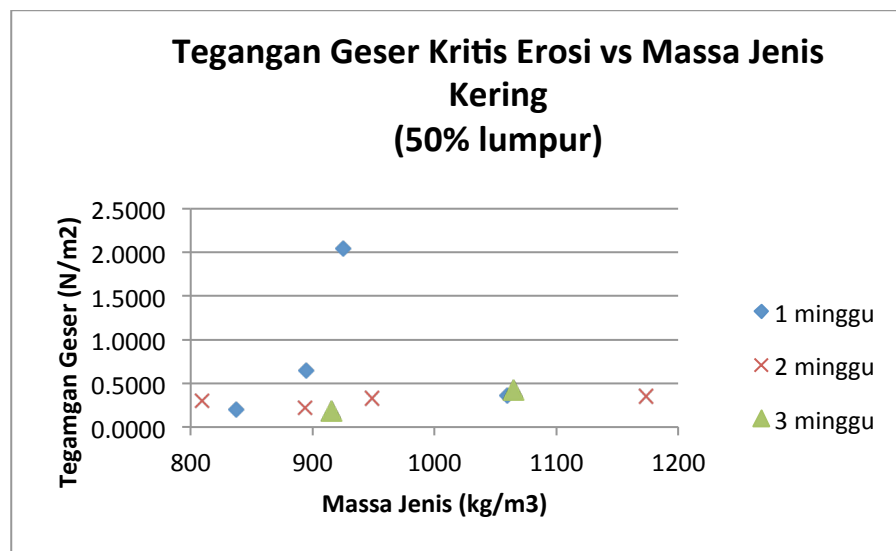
Tegangan geser kritis erosi pada konsolidasi 3 minggu terlihat paling menonjol. Konsolidasi 1 dan 2 minggu mempunyai kisaran yang sama pada massa jenis kering dan tegangan geser kritis erosi. Ponsolidasi 3 minggu mempunyai harga massa jenis kering terbesar pada lapisan keempat. (Gambar 5.24).



Gambar 5.24. Hubungan Tegangan Geser Kritis Erosi dengan Massa Jenis Kering pada 60% lumpur

5.3.4. Sedimen 50% Lumpur

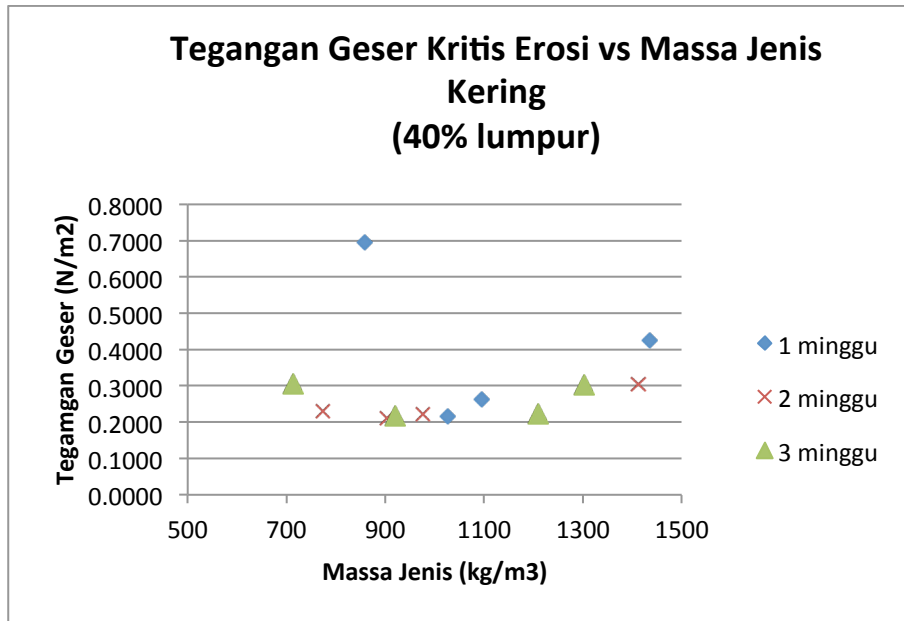
Pada komposisi ini, untuk konsolidasi 1 minggu terlihat tegangan geser kritis erosi yang tinggi dan massa jenis kering berkisar di sekitar 800 -1050 kg/m³. Untuk konsolidasi 2 minggu terjadi tegangan geser kritis erosi yang datar dengan massa jenis kering mulai dari 809- 1173 kg/m³. Untuk konsolidasi 3 minggu, massa jenis keringnya berkisar dari 776-1065 kg/m³.



Gambar 5.25. Hubungan Tegangan Geser Kritis Erosi dengan Massa Jenis Kering pada 50% lumpur

5.3.5. Sedimen 40% Lumpur

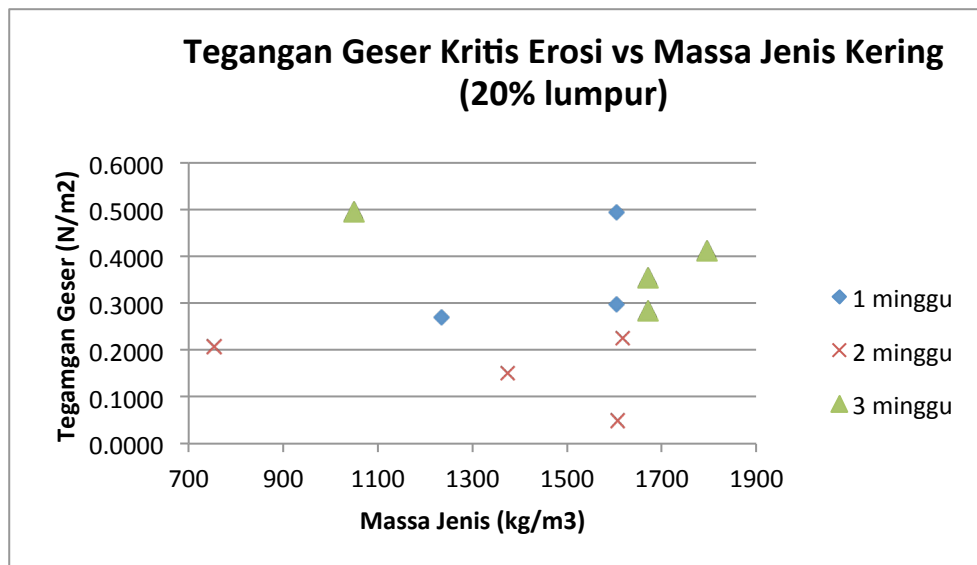
Pada konsolidasi 1 minggu, massa jenis kering bervariasi diantara konsolidasi 2 dan 3 minggu tetapi massa jenis keringnya mempunyai nilai tertinggi pada lapisan permukaan. Pada konsolidasi 2 minggu mempunyai tegangan geser kritis erosi dengan kisaran yang hamoir sama dengan konsolidasi 3 minggu. Berat jenis kering meningkat pada lapisan ketiga dan kelima. Untuk konsolidasi 3 minggu, terlihat tegangan geser kritis erosi dan massa jenis kering yang relatif sama dari konsolidasi 2 dan 1 minggu.



Gambar 5.26. Hubungan Tegangan Geser Kritis Erosi dengan Massa Jenis Kering pada 40% lumpur

5.3.6. Sedimen 20% Lumpur

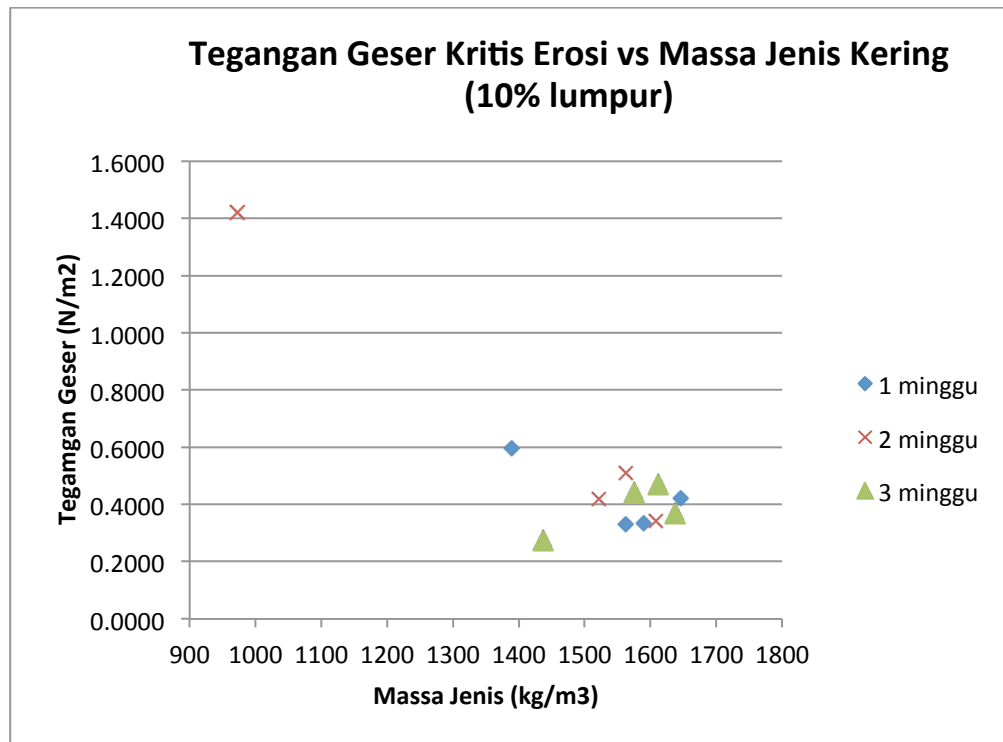
Tegangan geser kritis erosi dan massa jenis kering pada konsolidasi 3 minggu mempunyai nilai yang cukup menonjol. Pada konsolidasi 1 minggu berada di antara konsolidasi 2 dan 3 minggu baik untuk tegangan geser kritis erosi maupun massa jenis kering. Sedangkan konsolidasi 2 minggu berada di paling rendah dari konsolidasi lainnya.



Gambar 5.27. Hubungan Tegangan Geser Kritis Erosi dengan Massa Jenis Kering pada 20% lumpur

5.3.7. Sedimen 10% Lumpur

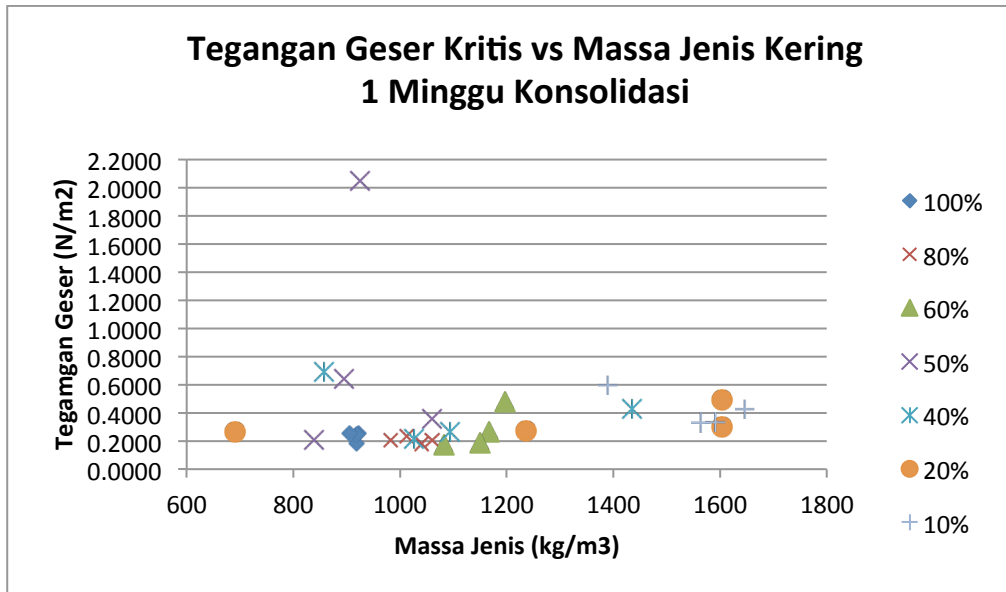
Terjadi peningkatan massa jenis kering disetiap lapisan pada konsolidasi 1 minggu. Pada lapisan permukaan terjadi tegangan geser kritis erosi yang cukup besar. Pada konsolidasi 2 minggu dan 3 minggu terlihat tegangan geser kritis dan masa jenis keringnya menyebar dan bervariasi diantara nilai-nilai kedua konsolidasi tersebut.



Gambar 5.28. Hubungan Tegangan Geser Kritis Erosi dengan Massa Jenis Kering pada 10% lumpur

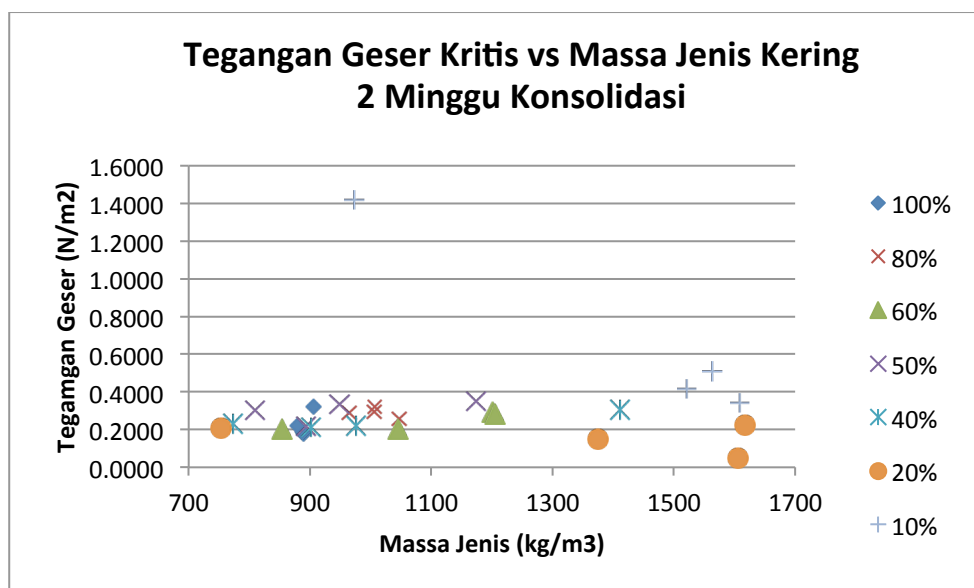
5.3.8. Analisis hubungan Tegangan Geser Kritis Erosi dengan Massa Jenis Kering

Berdasarkan hasil percobaan diperoleh suatu hubungan antara tegangan geser kritis erosi dengan massa jenis kering (dry density) pada konsolidasi 1 minggu (Gambar 5.29), 2 minggu (Gambar 5.30), 3 minggu (Gambar 5.31), sebagai berikut :



Gambar 5.29. Hubungan Tegangan Geser Kritis Erosi dengan Massa Jenis Kering pada konsolidasi 1 minggu

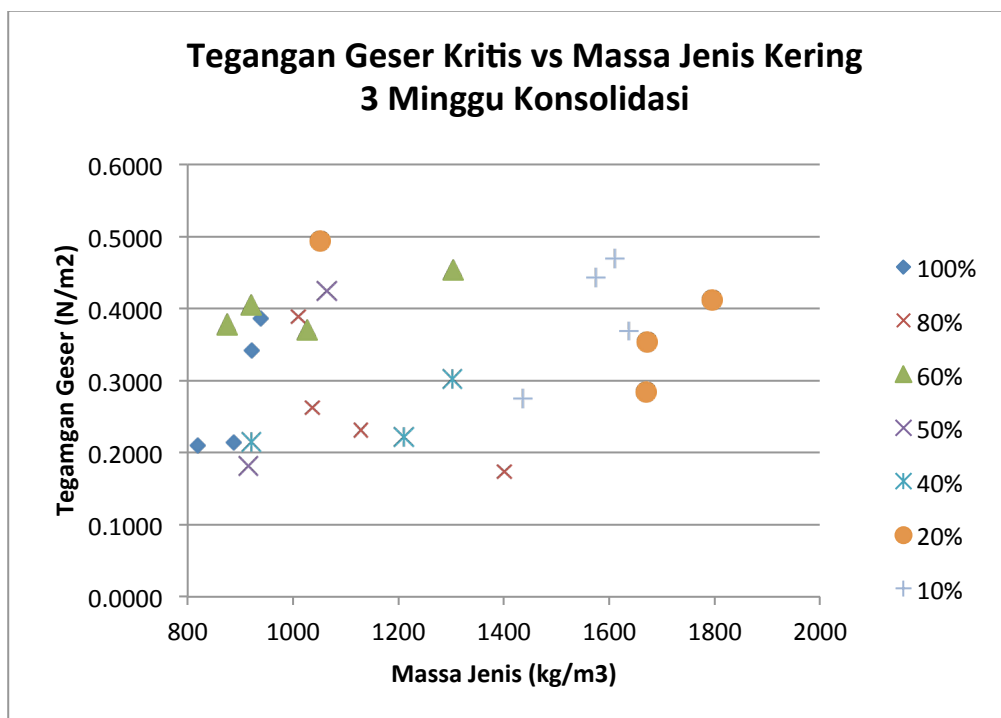
Pada Gambar 5.29 di atas terlihat sedimen 100% lumpur mempunyai keragaman massa jenis kering di sekitar 900 kg/m³. Sedimen 80% lumpur mempunyai keragaman massa jenis kering sekitar 900 – 1020 kg/m³. Sedimen 60% lumpur mempunyai keragaman massa jenis kering sekitar 1080- 1200 kg/m³. Sedimen campuran yang lain menyebar pada massa jenis kering sekitar 700- 1800 kg/m³



Gambar 5.30. Hubungan Tegangan Geser Kritis Erosi dengan Massa Jenis Kering pada konsolidasi 2 minggu

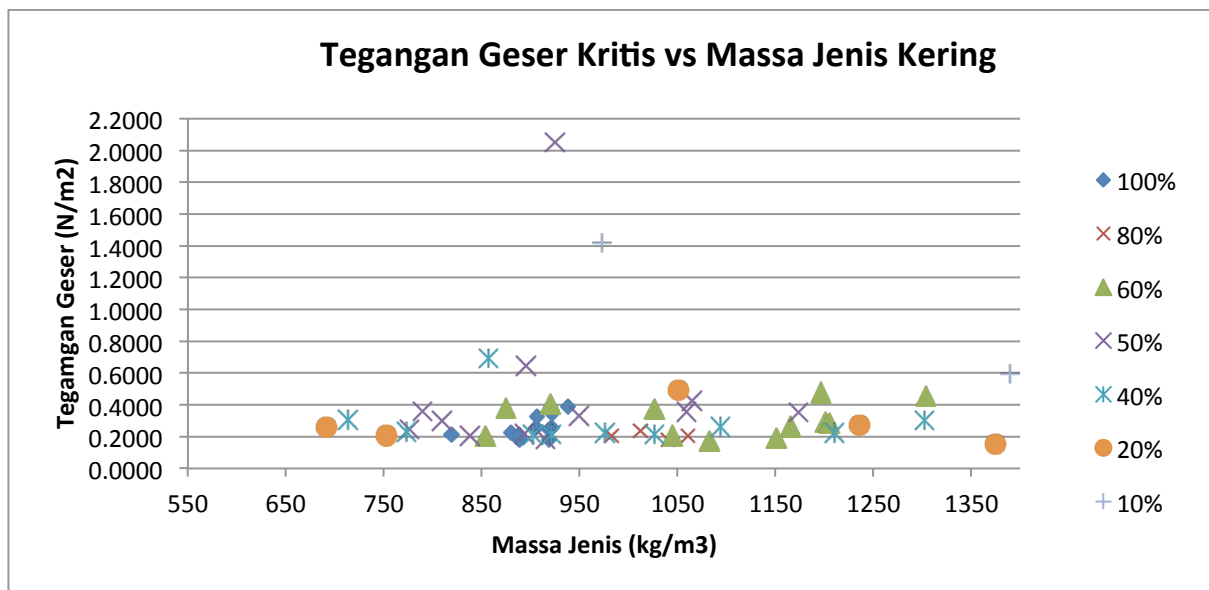
Pada Gambar 5.30 di atas terlihat sedimen 100% lumpur mempunyai keragaman massa jenis kering di sekitar 900 kg/m³. Sedimen 80% lumpur mempunyai keragaman massa jenis kering sekitar 1000 kg/m³. Sedimen 60% lumpur mempunyai keragaman massa jenis kering sekitar 850- 1200 kg/m³. Sedimen 50% lumpur mempunyai keragaman massa jenis kering sekitar 800- 1200 kg/m³. Sedimen 40% lumpur mempunyai keragaman massa jenis kering sekitar 780- 1400 kg/m³. Sedimen 20% lumpur mempunyai keragaman massa jenis kering sekitar 750- 1600 kg/m³. Sedimen 10% lumpur mempunyai keragaman massa jenis kering sekitar 970- 1600 kg/m³.

Pada Gambar 5.31 di bawah ini terlihat tegangan geser kritis erosi yang relatif cukup konstan tingginya yaitu pada campuran 60% lumpur. Massa jenis kering yang relatif konstan besarnya ada pada campuran 20 % dan 10 % lumpur. Sedimen 100% lumpur mempunyai massa jenis kering yang relatif rendah di sekitar 800 - 900 kg/m³ . Sedimen 40% dan 50% lumpur berada diantara campuran sedimen lainnya baik untuk tegangan geser kritis erosi maupun massa jenis kering.



Gambar 5.31. Hubungan Tegangan Geser Kritis Erosi dengan Massa Jenis Kering pada konsolidasi 3 minggu

Gambar 5.32. memperlihatkan seluruh tegangan geser kritis erosi yang diperoleh dari berbagai komposisi campuran dan konsolidasi. Massa jenis kering dari sedimen campuran 100% lumpur berada pada kisaran 800 - 900 kg/m³. Massa jenis kering sedimen 80% lumpur terlihat bervariasi dari massa jenis kering 900 – 1400 kg/m³. Massa jenis kering sedimen 50% lumpur terlihat bervariasi dari massa jenis kering 800 – 1200 kg/m³. Sedangkan massa jenis kering dari sedimen 40% lumpur, 20% lumpur dan 10 % lumpur berada pada 700- 1500 kg/m³



Gambar 5.32. Hubungan Tegangan Geser Kritis Erosi dengan Massa Jenis Kering
(konsolidasi 1, 2, 3 minggu)

BAB 6. KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil analisis dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Gradasi sedimen sungai Serayu didominasi pada 1 ukuran yaitu:
 - 1 ukuran yaitu: lolos saringan 0,106 mm dan tertahan pada saringan 0,075 mm sebanyak 50,88 %. Dapat dianalisis sedimen non kohesif lebih mendominasi dibandingkan dengan sedimen kohesif.
2. Hasil dari konsolidasi 1 minggu memberikan hasil tegangan geser kritis erosi dengan kisaran yang hampir sama dari 0,1 sampai dengan 0,6 N/m² dengan tegangan geser kritis terbesar pada campuran 50% lumpur
3. Pada konsolidasi 1 minggu ikatan antara sedimen kohesif dengan sedimen non kohesif masih ada karena sedimen kohesif yang berupa sedimen halus (lolos saringan 0,075 mm) masih berada sekitar permukaan tanah. Sedangkan pada konsolidasi 2 dan 3 minggu, sedimen kohesif sudah mulai bergerak turun walaupun pergerakan turun sedimen non kohesif lebih cepat sehingga konsolidasi 2 dan 3 minggu tidak mempunyai pola yang baik untuk mendapatkan nilai tegangan geser kritis erosi.
4. Hasil dari konsolidasi 2 minggu memberikan nilai tegangan geser kritis erosi cukup konstan dengan kisaran pada 0,1 -0,5 N/m² dengan tegangan geser kritis erosi terbesar pada campuran 10% lumpur
5. Hasil dari konsolidasi 3 minggu memberikan nilai tegangan geser kritis erosi cukup konstan dengan kisaran pada 0,1 -0,5 N/m² dengan tegangan geser kritis erosi terbesar pada campuran 20% lumpur.
6. Sedimen campuran 10% lumpur dan 20% lumpur mempunyai massa jenis yang lebih besar dari sedimen campuran lainnya baik pada konsolidasi 1, 2, dan 3 minggu.
7. Sedimen campuran 10% lumpur dan 20% lumpur mempunyai massa jenis kering yang lebih besar dari sedimen campuran lainnya baik pada konsolidasi 1, 2, dan 3 minggu.
8. Sedimen campuran 10% lumpur, 20% lumpur, dan 40% lumpur mempunyai sedimen non kohesif (pasir) yang lebih banyak sehingga mempengaruhi berat jenis dari sedimen campuran tersebut.

Saran untuk penelitian selanjutnya:

Perlu persiapan yang lebih baik mulai dari persiapan pemakaian alat, pengetestan alat akan keandalan , kestabilan dan lain-lain sampai pada saat running pengambilan data dan pencatatan berat sampel basah dan kering.

DAFTAR PUSTAKA

- Amos, C.L., Christian, H.A., Grant J. and Paterson, D.M., (1992), *A Comparison of in-situ and Laboratory Methods to Measure Mudflat Erodibility*. In: R.A. Falconer, S.N. Chandler-Wilde and S.Q. Liu (Editors), *Hydraulic and Environmental Modeling: Coastal Waters. Proceedings of the Second International Conference on Hydraulic and Environmental of Coastal, Estuarine and River Waters*, Vol. 1, pp. 325-336.
- McCave, I.N., (1984), *Erosion, Transport and Deposition of Fine-Grained Marine Sediment*. Geol. Soc. London. Spec. Publ. No.15.
- Mehta, A.J., (1991), *Review Notes on Cohesive Sediment Erosion*. In: N.C. Krauss et al. (Editors), *Coastal Sediment*, Vol. I, pp.44-53.
- Mehta A.J. and Lee. S.L., (1994), *Problems in Linking The Threshold Condition for The Transport of Cohesionless and Cohesive Sediment Grain*. J. Coastal Res., 10 (1): 170-177.
- Miller, M.C. McCave, I.N. and Komar, P.D., (1977), *Threshold of Sediment Motion Under Unidirectional Currents*. Sedimentology, 24: 507-528.
- Ockenden, M.C. and Delo, E.A., (1988), *Consolidation and Erosion of Estuarine Mud and Sand Mixtures-An Experimental Study*. HR Wallingford, Report No. SR 149.
- Parchure, T. and Mehta, A.J., (1985), *Erosion of Soft Cohesive Sediment Deposites*. J. Hyd. Eng., 111(1): 1308-1326.
- Partheniades, E., (1965), *Erosion and Deposition of Cohesive Soils*. J. Hydraul. Div. Proc. ASCE, 91(HY1): 105-137.
- Pranoto, W.A., (2005), *Kajian Karakteristik Sedimen Tegangan Geser Kritis dan Kecepatan Jatuh*, Disertasi, Institut Teknologi Bandung.

LAMPIRAN

- Instrumen
- Personalia tenaga peneliti beserta kualifikasinya
 - Poster
 - Draft HaKI
- Abstrak paper
- Draft paper
- Piagam penghargaan

Instrumen



Gambar 1. Saringan no. 200



Gambar 2. Saringan Tes Sieve Analysis



Gambar 3. Oven dan can



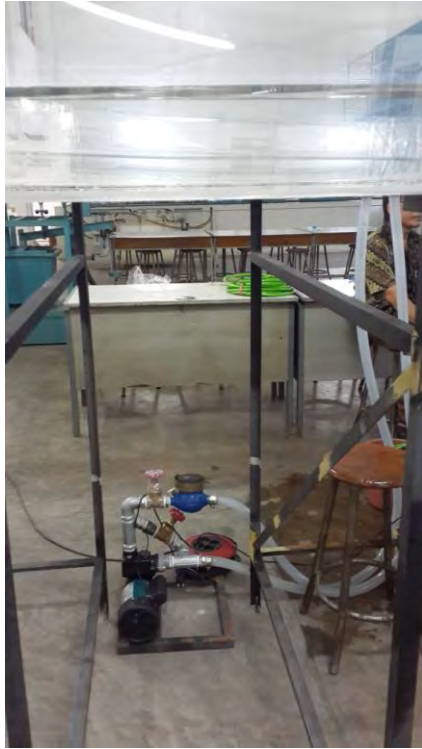
Gambar 4. Drum sampel dari lapangan



Gambar 5. Tabung-tabung sampel yang sudah disiapkan



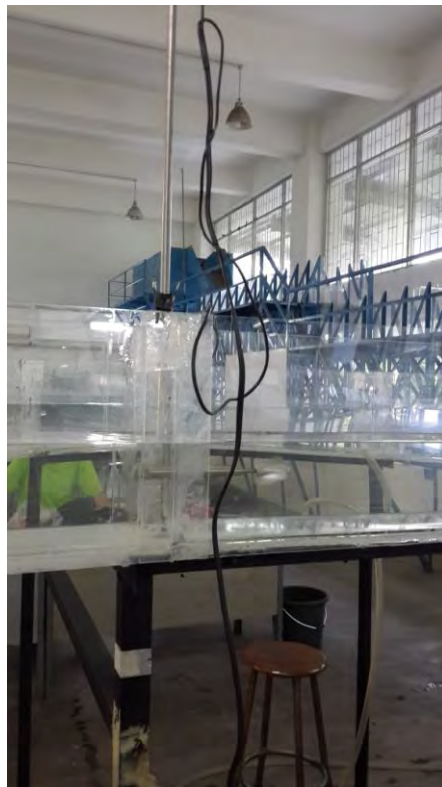
Gambar 6. Sirkular flum



Gambar 7. Pompa



Gambar 8. Tabung yang terpasang pada sirkular flum



Gambar 9. Currentmeter yang terpasang pada sirkular flum



Gambar 10. Sampel berat jenis dan timbangan

Personalia Tenaga Peneliti

1. Lucky sebagai laboran, kualifikasi D3
2. Slamet sebagai teknisi dan laboran, kualifikasi STM
3. Patrik sebagai asisten laboran, kualifikasi SMA
4. Indra sebagai tenaga pembantu, kualifikasi mahasiswa