

**STUDI FAKTOR PENYEBAB GERUSAN
SALURAN *ERODIBLE CHANNEL*
PADA DAERAH YANG DIPENGARUHI PASANG SURUT
(Studi Kasus Jalan Sriwijaya Desa Teluk Pambang)**

Jalilah

Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Program Studi S1 Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas
Riau, Pekanbaru-Riau, E-mail: jalil_civil07@yahoo.co.id

Ir. Siswanto, MT,

Dosen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Riau, Pekanbaru-Riau

DR. Ferry Fatnanta, ST, MT

Dosen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Riau, Pekanbaru-Riau

ABSTRACT

In the village TelukPambang, type of drainage is still a lot of erodible channel can be found as channel type is considered economical and easy to manufacture. One drainage is directly influenced by tidal scour, so the potential to occur.

General scour an erosive properties of water that occurs in a natural channel or river, instead of the effect of the existence of a building just as bridge abutments and others. At this time the cause of scours is limited to hypotheses that have not been explained scientifically by a study.

The study was conducted by measuring several parameters such as flow velocity, channel dimensions, slope and the energy difference between the cliffs and the water channels. Some samples to represent the channel indicated scour occurs and some more samples for the channel is still in a stable condition is taken to be tested in the lab to get the parameters of the soil shear strength and shear angle in the soil samples.

Keywords: *scouring, tide, soil shear strength, method of handling of scouring.*

1. PENDAHULUAN

Saluran pada daerah pantai pada umumnya sering kali terjadi gerusan karena adanya kecepatan yang relatif tinggi akibat pengaruh pasang surut. Saluran *erodible channel* merupakan salah satu jenis saluran yang mudah tergerus karena bahan dasar saluran biasanya merupakan galian tanah asli tanpa perkuatan. Pada daerah pasang surut, permasalahan gerusan saluran menjadi sangat kompleks, karena secara langsung perencanaan saluran dipengaruhi oleh karakteristik pasang surut sungai yang bersangkutan. Bila tidak ditanggulangi secara tepat maka semakin lama akan terjadi kerusakan akibat gerusan tersebut. Pada saat ini jenis saluran *erodible channel* masih menjadi pilihan karena jenis saluran ini dinilai ekonomis dan mudah dalam pembuatannya.

Salah satu drainase di Desa Teluk Pambang hilirnya berbatasan langsung dengan Sungai Kambung yang mendapat pengaruh langsung dari pasang surut. Secara topografi, bentang alam Desa Teluk Pambang sebagian besar terdiri dari daratan rendah, pada umumnya struktur tanah terdiri tanah *alluvial* dan *grey humus* dalam bentuk rawa-rawa atau tanah basah dan berhutan bakau (*mangrove*). Dilihat dari struktur tanah pada kawasan tersebut, saluran yang ada dikawasan tersebut dapat diklasifikasikan sebagai saluran yang bersifat mudah tergerus (*erodible*

Channel), sehingga memerlukan adanya kajian lebih lanjut untuk perencanaan saluran tersebut, terutama untuk mengatasi masalah gerusan.

Sampai saat ini penyebab kerusakan saluran tersebut terbatas pada hipotesa yang belum dibuktikan secara ilmiah pada sebuah penelitian. Oleh karena itu, hal ini perlu dibuktikan dan ditindak lanjuti dengan penelitian di lapangan.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Pengukuran di Lapangan

2.1.1 Pengukuran Kecepatan Aliran

Kecepatan aliran yang diukur adalah kecepatan saluran pada saat pasang surut. Metode yang dipilih pada pengukuran kecepatan aliran pada penelitian ini adalah metode pengukuran kecepatan permukaan aliran, karena untuk saluran yang dipengaruhi oleh pasang surut tidak dianjurkan untuk menggunakan *current meter*.

2.1.2 Pengukuran Beda Tinggi Elevasi Air

Pengukuran beda tinggi ini bertujuan untuk mengamati fluktuasi muka air saluran dan tebing saluran, sehingga didapatkan perbedaan tinggi muka air antara kedua sisi tersebut. Pengukuran beda tinggi elevasi diambil pada titik STA 0+000 dan STA 0+100. Pengukuran elevasi muka air dilakukan pada dasar dan tebing saluran setiap 15 menit selama penelitian berlangsung.

2.1.3 Pengukuran Penampang Saluran

Pengukuran penampang saluran mudah tergerus (*erodible channel*) di lapangan tidak semudah pengukuran saluran (*nonerodible channel*). Saluran mudah tergerus bentuknya tidak simetris sehingga memerlukan metode pias untuk mengukur penampang saluran. Penampang saluran dibagi ke dalam beberapa pias yang dibatasi lebar pias sebesar (dx), semakin kecil pias yang terbentuk maka semakin akurat hasil pengukuran dimensi saluran.

2.1.4 Pengukuran Slope Memanjang Saluran.

Pengukuran slope memanjang saluran dilakukan dengan mengukur beda elevasi antara dua titik yang ditinjau. Dalam hal ini panjang tinjauan adalah sepanjang 100 m.

2.1.5 Pengujian Vane Shear

Pengujian *vane shear* dilakukan pada tanah asli di lapangan (*undisturb sampel*) dengan menekan *vane shear* (baling-baling) pada kedalaman yang dibutuhkan. Setelah mencapai kedalaman yang diinginkan untuk diambil kuat gesernya, maka langkah selanjutnya *vane shear* diputar searah jarum jam sampai baling-baling *vane shear* tidak lagi memberikan perlawanan terhadap tanah. Kuat geser diketahui dengan membaca skala pembacaan yang terdapat pada *vane shear* tersebut.

2.1.6 Pengambilan Sampel Tanah

Pengambilan sampel dilakukan dengan menggunakan tabung pipa PVC sebanyak 4 buah sampel. 2 sampel untuk saluran pada kondisi belum tergerus dan dua sampel lagi untuk saluran yang telah tergerus. Masing-masing sampel diambil pada tebing saluran dengan cara di penetrasikan hingga mendapatkan jumlah sampel yang dibutuhkan.

2.2 Pengujian Laboratorium

2.2.1 Pengujian Berat Volume Tanah

Berat volume tanah dapat didefinisikan sebagai perbandingan antara berat tanah dengan volume tanah sampel. Berat volume tanah sangat berhubungan erat dengan kepadatan tanah. Dalam hal ini kepadatan tanah tentunya juga sangat berkaitan erat dengan masalah gerusan, semakin besar berat volume tanah maka semakin besar pula kekuatan tanah dalam usaha untuk menahan gerusan yang ditimbulkan oleh aliran pada saluran.

2.2.2 Pengujian Batas Cair, Batas Plastis Dan Indeks Plastisitas Tanah

Sebelum menganalisa data, terlebih dahulu harus diketahui jenis tanah yang akan di analisa. Untuk mengetahui jenis tanah uji dapat dilakukan dengan cara pengujian batas cair dan batas plastis, dimana jenis tanah sampel dapat diklasifikasikan berdasarkan indeks platisitas tanah sampel.

2.2.3 Pengujian Triaksial

Pada sampel yang diambil dilapangan, sampel tanah termasuk ke dalam klasifikasi tanah lunak, sehingga dalam hal ini jenis pengujian triaksial yang di lakukan adalah dalam kondisi UU (*Unconsolidate Undrained*), dimana dalam kondisi ini sampel tanah diberi tekan cairan ke semua arah di dalam sel triaksial yang selama pengujian, air tidak diperbolehkan mengalir ke atau dari sampel.

2.3 Analisa Data

Hasil yang diperoleh dari studi literatur dan pengumpulan data diolah dan mengacu pada permasalahan yang dihadapi dan tujuan penelitian, hal ini dilakukan untuk memperoleh parameter analisis yang sesuai agar mendapatkan hasil yang ditargetkan dalam penelitian ini yaitu memperoleh hubungan anantara parameter-parameter yang diukur terhadap besaran gerusan yang terjadi .

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

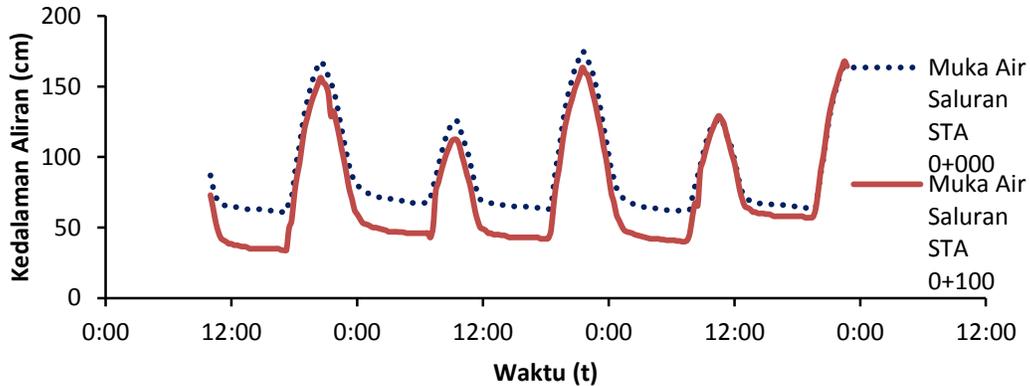
3.1 Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan dengan melakukan pengukuran, pengambilan sampel di lapangan dan pengujian sampel di laboratorium tanah. Untuk pengukuran secara langsung dan pengambilan sampel tanah dilakukan di saluran drainase Jalan Sriwijaya, Desa Teluk Pambang yang secara geografis lokasi penelitian ini terletak pada posisi $1^{\circ}28'24,28''$ LU dan $102^{\circ}28'59,93''$ BT. Setelah sampel tanah diambil maka langkah selanjutnya adalah pengujian sampel tanah untuk mendapatkan data propertis tanah di Laboratorium Mekanika Tanah, Fakultas Teknik Universitas Riau.

3.2 Data Hasil Pengukuran Lapangan

3.2.1 Fluktuasi Muka Air Saluran

Pada pengukuran lapangan yang dilakukan, dapat diketahui bahwa jernis pasang surut yang terjadi pada lokasi penlitian adalah pasang surut harian ganda yaitu dalam satu hari terjadi dua kali pasang dan dua kali surut. Pasang surut ini mempunyai periode pasang surut sekitar 12 jam 50 menit. Grafik hasil pengukuran flukatuasi muka air saluran pada saat pengukuran dapat dilihat pada Gambar 1.

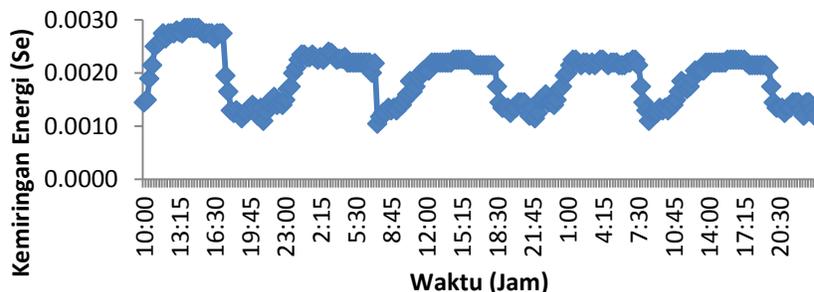


Gambar 1. Kedalaman aliran Vs waktu

Gambar 1. merupakan hasil pengukuran kedalaman aliran yang diakibatkan oleh pasang surut sehingga dapat terlihat puncak dan lembah yang terjadi pada periode tersebut. Dalam hal ini, gambar lembah mengindikasikan bahwa pada periode tersebut merupakan periode surut, sedangkan gambar puncak mengindikasikan periode pasang. Sesuai gambar tersebut dapat dilihat, dalam periode 24 jam terdapat dua puncak dan dua lembah, hal ini mengindikasikan bahwa klasifikasi pasang surut yang terjadi pada lokasi penelitian adalah pasang surut harian ganda.

3.2.2 Slope energi saluran

Lokasi pengukuran slope energi saluran yaitu pada STA 0 + 000 dan STA 0 + 0100. Jarak antara kedua titik pengamatan (L) adalah 100 m. Pengukuran slope energi dilakukan dengan mengkorelasikan nilai elevasi slope memanjang saluran yang diukur dengan waterpass dan selisih muka air antara STA 0 + 000 dan STA 0 + 0100. Hasil pengukuran slope memanjang saluran ditampilkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Slope energy saluran

Sesuai Gambar 2. kemiringan energi saluran juga terjadi fluktuatif sesuai dengan perubahan waktu. Akan tetapi kemiringan energi tersebut semua bernilai positif karena sepanjang periode pengukuran yang dilakukan, arah aliran yang terjadi selalu bergerak dari hulu ke hilir walaupun pada saat terjadi pasang. Hal ini berkaitan dengan pengaruh cara rambat pasang surut yang terjadi pada lokasi penelitian, seperti yang telah dijelaskan pada sub bab sebelumnya.

Pada saat surut nilai kemiringan energi lebih besar dibandingkan pada saat pasang, hal ini terjadi karena pada saat pasang energi saluran yang bergerak dari hulu ke hilir saluran akan

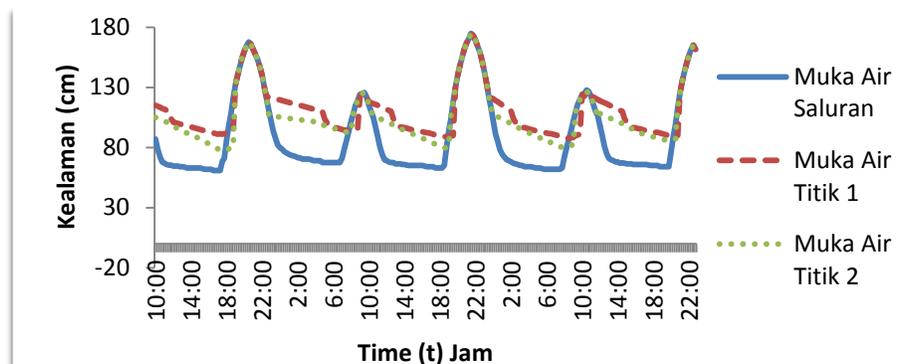
dilawan oleh energi yang dihasilkan oleh energi air pasang yang bergerak dari hilir ke hulu saluran, sedangkan pada surut energi saluran terjadi tanpa perlawanan dari air laut, hal ini merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi kecepatan pada aliran

3.2.3 Beda Tinggi Muka Air Saluran dan Tebing Saluran.

Akibat adanya beda tinggi elevasi muka air dan tebing saluran, maka tebing saluran akan lebih berpotensi terjadi gerusan, hal ini terjadi karena perbedaan tinggi muka air ini menyebabkan gaya lateral terhadap dinding saluran. Dalam hal ini, besarnya gaya hidrostatis yang terjadi berbanding lurus dengan besarnya beda muka air antara saluran dan tebing saluran. Semakin besar beda tinggi muka air saluran dan tebing saluran maka semakin besar pula gaya hidrostatis pada dinding/tebing saluran.

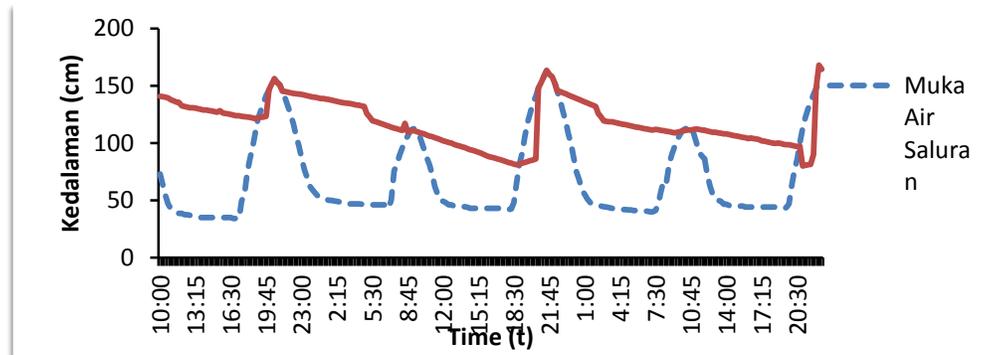
Pada saat pengukuran, diketahui bahwa adanya beda tinggi muka air saluranan tebing saluran yang besar adalah pada saat surut karena durasi/waktu surut lebih pendek dibandingkan dengan periode pasang. Gerusan diindikasikan terjadi pada saat periode surut, karena pada saat kondisi surut, gaya lateral yang terjadi berasal dari arah aliran air dari tebing saluran menuju ke dalam saluran.

Grafik hasil pengukuran langsung dilapangan, beda tinggi muka air antara saluran dan tebing saluran pada STA 0+000 dan STA 0+100 dapat dilihat pada Gambar 3 dan Gambar 4 .



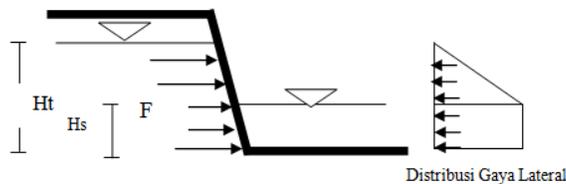
Gambar 3. Beda tinggi muka air saluran dan tebing saluran STA 0+000

Gambar 3 dan Gambar 4, merupakan gambaran kedalaman muka air pada tebing dan dasar saluran yang diukur setiap periode 15 menit. Sesuai gambar di atas dapat dilihat bahwa, kedalaman muka air baik itu muka air saluran maupun muka air tebing sangat fluktuatif. Akan tetapi, muka air saluran terjadi lebih fluktuatif dibandingkan dengan muka air di tebing saluran. Hal ini dikarenakan kecepatan air pada saluran hanya dipengaruhi oleh kemiringan energi yang disebabkan oleh pasang surut tanpa dipengaruhi oleh permeabilitas tanah, sedangkan muka air di tebing saluran kecepatannya dipengaruhi oleh permeabilitas tanah pada saluran tersebut.



Gambar 4. Beda tinggi muka air saluran dan tebing saluran STA 0+100

Adapun besarnya gaya tersebut dapat diilustrasikan pada Gambar 5.



Gambar 5. Distribusi gaya lateral akibat beda tinggi muka air pada saat periode surut.

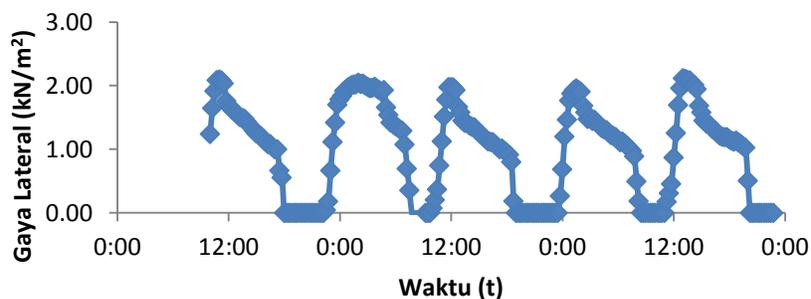
Contoh perhitungan gaya hidrostatis yang ditimbulkan oleh beda tinggi muka air antara saluran dan tebing saluran diambil data dari hasil pengukuran pada hari Jumat jam 10.00 WIB dengan data-data STA 0+100 sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 H_{s1} &= 0,73 \text{ m} \\
 H_{t1} &= 1,41 \text{ m} \\
 H_1 &= 1,41 - 0,73 = 0,68 \text{ m} \\
 H_2 &= H_{s1} = 0,73 \text{ m} \\
 \gamma_w &= 9,81 \text{ kN/m}^3
 \end{aligned}$$

Sehingga gaya lateral :

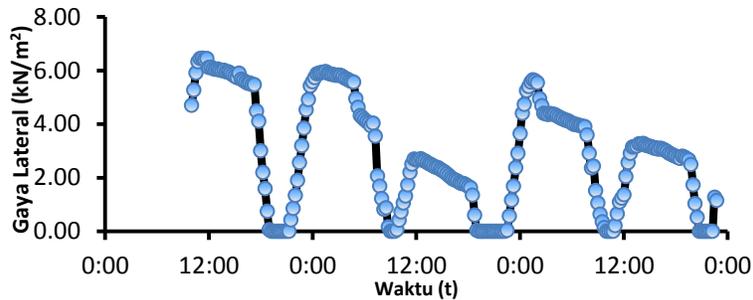
$$\begin{aligned}
 F &= 0,5 \gamma_w H_1^2 + 0,5 \gamma_w H_1 * H_2 \\
 F &= 0,5 * 9,81 * 0,68^2 + 0,5 * 9,81 * 0,68 * 0,73 \\
 F &= 4,70 \text{ kN/m}^2
 \end{aligned}$$

Hasil perhitungan gaya hidrostatis (F) disajikan pada Gambar 6 dan Gambar 7.



Gambar 6. Gaya lateral akibat beda tinggi muka air STA 0 + 000

Sesuai Gambar 6, gaya lateral maksimum pada saat periode surut, hal ini terjadi karena periode surut lebih pendek dibandingkan dengan periode pasang, sehingga terjadi perbedaan yang sangat kontras akibat perbedaan kecepatan antara tebing saluran dan dasar saluran. Pada STA 0+000, gaya hidrostatis maksimum yang terjadi adalah $2,12 \text{ kN/m}^2$, hal ini dikarenakan tebing saluran pada STA 0+000 lebih landai sehingga hanya terdapat perbedaan yang kecil antara tebing dan dasar saluran. Kemungkinan besar, pada saat saluran masih dalam keadaan baru dikerjakan, tebing saluran masih dalam keadaan baik dan tidak landai/curam, sehingga dulunya mengakibatkan gaya hidrostatis yang besar yang menyebabkan gerusan pada saluran pada saat ini.



Gambar 7. Gaya lateral akibat beda tinggi muka air STA 0 + 100

Sesuai Gambar 7, gaya lateral maksimum juga terjadi pada saat periode surut, hal ini terjadi karena periode surut lebih pendek dibandingkan dengan periode pasang, sehingga terjadi perbedaan yang sangat kontras akibat perbedaan kecepatan antara tebing saluran dan dasar saluran. Pada STA 0+100, gaya hidrostatis maksimum yang terjadi adalah $6,45 \text{ kN/m}^2$, hal ini dikarenakan tebing saluran pada STA 0+000 lebih tinggi daripada dasar saluran sehingga terdapat perbedaan muka air yang besar antara tebing dan dasar saluran ketika terjadi periode surut.

Sesuai kedua gambar di atas, diketahui bahwa nilai gaya hidrostatis pada STA 0+100 lebih besar dibandingkan dengan gaya hidrostatis yang dihasilkan oleh tebing saluran pada STA 0+000, ini dikarenakan karena titik yang ditinjau pada STA 0+000 tebingnya lebih landai akibat terjadinya gerusan.

3.2.4 Pengukuran Kecepatan

Pada pengukuran kecepatan permukaan, untuk memudahkan proses pengukuran, penulis berinisiatif untuk mengukur kecepatan dengan cara memberikan benang sepanjang (x) m pada ujung pelampung, sehingga pada saat pengukuran dapat diketahui dengan mudah bahwa pelampung telah mencapai jarak (x) m dengan waktu yang ditempuh dengan periode tertentu. Variabel x dapat berubah-ubah sesuai dengan keadaan yang dialami, bisa saja jarak x diperpanjang/diperpendek. Sehingga kecepatan adalah :

$$V = L/T$$

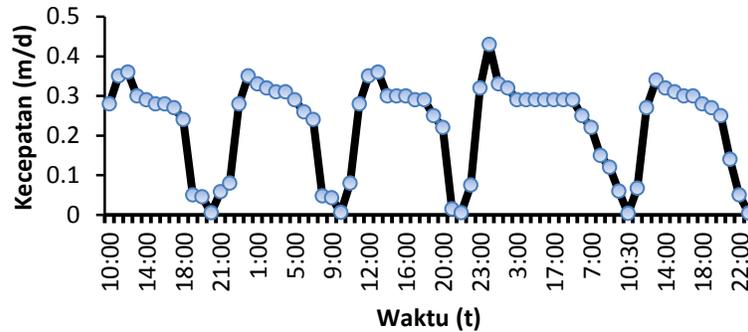
Dengan :

V = Kecepatan aliran

L = Jarak

T = Jarak tempuh pelampung

Gambar hasil pengukuran langsung kecepatan permukaan aliran metode pelampung dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Hasil pengukuran kecepatan permukaan saluran

Sesuai hasil pengukuran, didapat kecepatan permukaan saluran maksimum adalah 0.43 m/d yaitu pada hari Minggu pukul 00 : 00. Dari tabel 2.1, diketahui bahwa kecepatan maksimum yang terjadi di bawah dari kecepatan izin yaitu 2 fps atau 0,61 m/d. Sehingga dengan demikian disimpulkan bahwa, saluran aman terhadap kecepatan pasang surut dan penyebab kerusakan akibat gerusan yang terjadi pada saluran yang diteliti bukan disebabkan oleh kecepatan aliran

3.2.5 Pengukuran Dan Perhitungan *Tractive Force*

Tractive force atau *shear force* atau *drag force* adalah gaya geser yang bekerja pada sepanjang dasar saluran akibat aliran

Untuk contoh perhitungan, diambil data dari pengukuran pada hari jumat jam 10.00 WIB, dengan data-data sebagai berikut :

$$R = 0,4205 \text{ m}$$

$$W = 9,81 \text{ kN/m}^3$$

$$S_e = 0,0058$$

Dengan demikian *tractive force* :

$$\tau_o = R \times w \times S_e$$

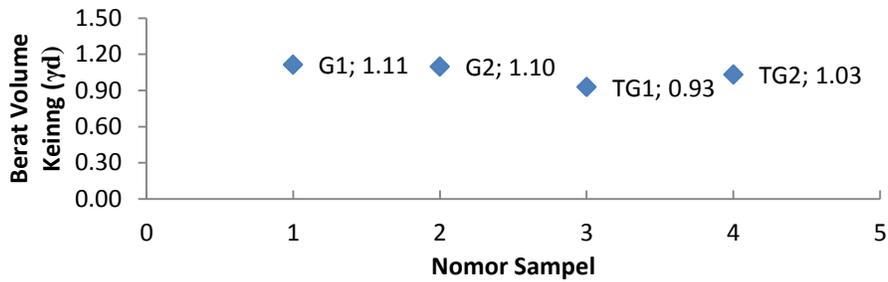
$$\begin{aligned} \tau_o &= 0,4205 \times 9,81 \times 0,0014 \\ &= 0,61 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

Sesuai hasil perhitungan yang dilakukan diketahui bahwa nilai *tractive force* maksimum yang terjadi pada saluran yang ditinjau adalah 1,92 kN/m² atau 0,12 lb/ft² sedangkan nilai *tractive force* yang diizinkan pada klasifikasi tanah lanau adalah 0,048lb/ft² sehingga saluran tidak aman terhadap gaya *tractive force* ini.

3.3 Data dan Analisa Data Tanah Hasil Pengujian Laboratorium

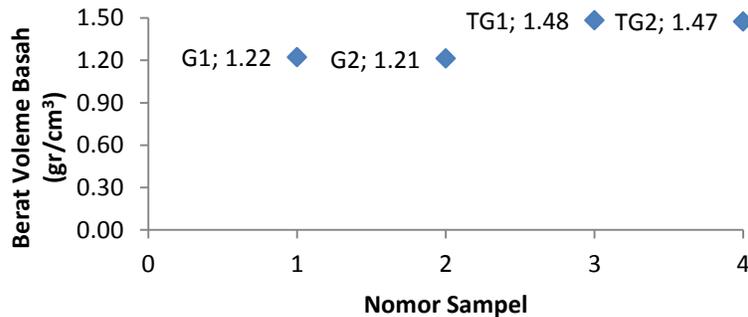
3.3.1 Berat Volume

Pada tanah yang mempunyai berat volume yang kecil mengindikasikan bahwa angka pori pada tanah tersebut relatif besar sehingga volume void tanah tersebut pada saat tanah terendam air (pada saat pasang), volume void seluruhnya akan terisi air (tanah jenuh). Dan sebaliknya, jika berat volume tanah besar mengindikasikan bahwa angka pori tanah kecil sehingga air akan lebih sedikit mengisi volume void tanah. Jika dihubungkan dengan kekuatan tanah untuk menahan gerusan, tanah yang mempunyai berat volume yang kecil tentunya akan lebih mudah terbawa aliran karena struktur tanah tidak kokoh. Hasil pengujian berat volume tanah kering (γ_d) disajikan pada Gambar 9.



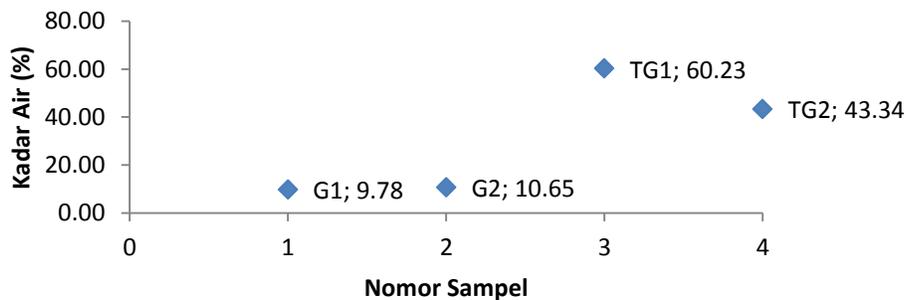
Gambar 9. Hasil pengujian berat volume Kering

Sesuai dari hasil pengujian yang dilakukan, didapatkan hasil pengujian berat volume kering sampel tanah tergerus yaitu sebesar 1,11 gr/cm³ dan 1,10 gr/cm³ lebih besar dibandingkan dengan berat volume kering sampel tanah tidak tergerus yaitu sebesar 0,93gr/cm³ dan 1,03 gr/cm³, hal ini terjadi karena pada saat pengambilan sampel kedalaman sampel tergerus berada lebih dalam dibandingkan dengan sampel tidak tergerus.



Gambar 10. Hasil pengujian berat volume Basah

Sesuai pengujian berat volume basah yang ditampilkan pada Gambar 10, berat volume basah sampel tanah tergerus memiliki nilai 1,22 gr/cm³ dan 1,21 gr/cm³ yang lebih kecil dibandingkan dengan sampel tidak tergerus yang memiliki nilai berat volume basah 1,48 gr/cm³ dan 1,47 gr/cm³. Hal ini terjadi karena pada saat pengujian berat volume dilakukan, kadar air sampel tanah tergerus lebih besar dibandingkan dengan sampel tergerus. Hasil pengujian kadar air dapat dilihat pada Gambar 11.

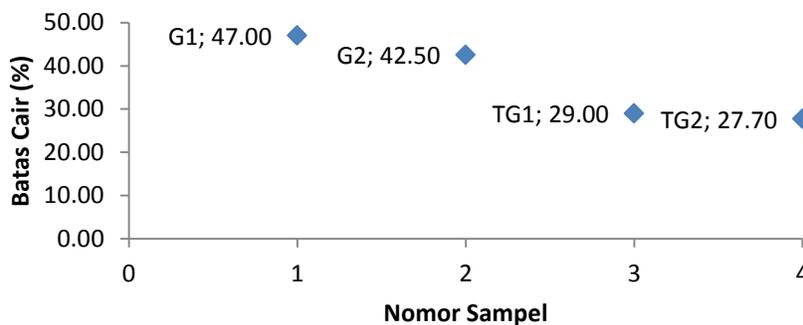


Gambar 11. Hasil pengujian kadar air

Dari hasil pengujian didapatkan kadar air sampel tanah tergerus memiliki nilai 9,78% dan 10,65% lebih besar dibandingkan dengan sampel tidak tergerus yang memiliki nilai kadar air sebesar 60,23% dan 43,34%. Hal ini terjadi karena pengujian berat volume merupakan pengujian terakhir yang dilakukan sehingga membutuhkan waktu yang lama dalam penyimpanan sampel tanah tersebut. Pada saat penyimpanan sampel tanah kemungkinan terjadi penguapan pada sampel tanah, sehingga sampel tanah tergerus menjadi agak kering karena penutup sampel tidak rapat.

3.3.2 Batas Cair, Batas Plastis dan Indeks Plastisitas

Batas cair, batas plastis merupakan suatu metode pengujian untuk menentukan suatu klasifikasi tanah. Batas cair (LL) didefinisikan sebagai kadar air tanah pada batas antara keadaan cair dan keadaan plastis, yaitu batas atas dari daerah plastis (SNI 7658).. Batas cair biasanya ditentukan dari uji Casagrande (1948). Hasil pengujian batas cair disajikan pada Gambar 12.

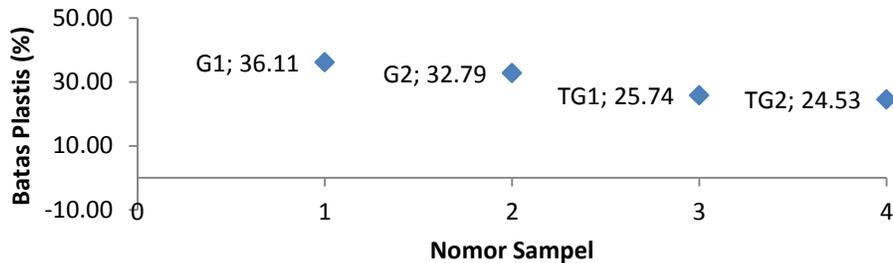


Gambar 12. Hasil pengujian batas cair

Sesuai hasil pengujian yang telah dilakukan, didapatkan nilai batas cair sampel tergerus yaitu sebesar 47% dan 42,5% lebih besar dibandingkan dengan kadar air sampel tanah tidak tergerus yaitu sebesar 29% dan 27,70%. Dalam hal ini, semakin plastis tanah maka tanah akan semakin sulit untuk tergerus. Jika batas cair (LL) tinggi maka plastisitas tanah juga tinggi, sebaliknya jika batas cair (LL) rendah, maka plastisitas tanah juga rendah. Semua hasil pengujian batas cair yang dilakukan, baik itu sampel tanah tergerus maupun sampel tanah tidak tergerus nilai batas cairnya <50%, sehingga keempat sampel tersebut diklasifikasikan kedalam tanah yang mempunyai plastisitas rendah. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa keempat sampel tersebut mempunyai potensi besar untuk tergerus.

Secara teoritis batas cair merupakan batas kadar air maksimum dimana tanah akan bersifat mengalir jika melampaui batas tersebut. Pada saluran yang ditinjau, pengaruh dari fluktuasi muka air saluran baik itu dari pasang surut maupun akibat debit saluran itu sendiri dalam kenyataannya kadang-kadang mencapai batas maksimum ketinggian saluran, sehingga seluruh bagian saluran sebagian besar terendam air. Hal tersebut tentunya akan membuat struktur tanah akan menjadi jenuh, karena pada saat saluran terendam, kadar air tanah mencapai kondisi 100%, sedangkan dari pengujian yang dilakukan batas cair dari semua sampel uji dibawah 50%, sehingga bisa disimpulkan pada saat tersebut kondisi tanah telah bersifat mengalir sehingga akan lebih mudah untuk terbawa aliran air. Tentunya pada kondisi ini dapat dikatakan bahwa batas cair tanah yang lebih kecil dari kadar air tanah merupakan faktor penyebab gerusan.

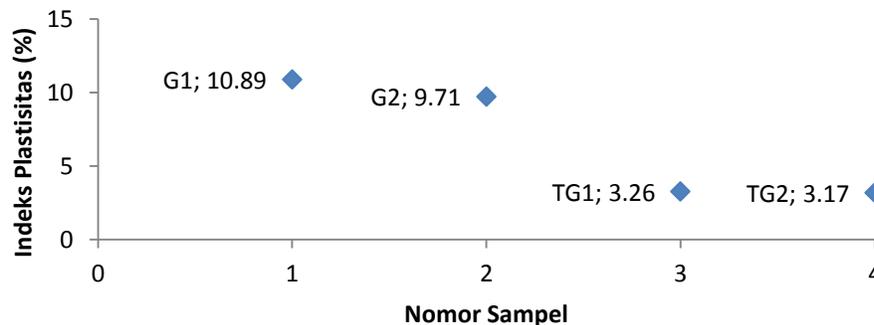
Batas plastis (P L) didefinisikan sebagai kadar air pada kedudukan antara daerah plastis dan semi padat, yaitu persentase kadar air dimana tanah dengan diameter silinder 3,2 mm mulai retak-retak ketika digulung. Batas plastis merupakan batas terendah dari tingkat keplastisan suatu tanah (SNI 7658). Hasil pengujian batas plastis disajikan pada Gambar 13.



Gambar 13. Hasil pengujian batas plastis

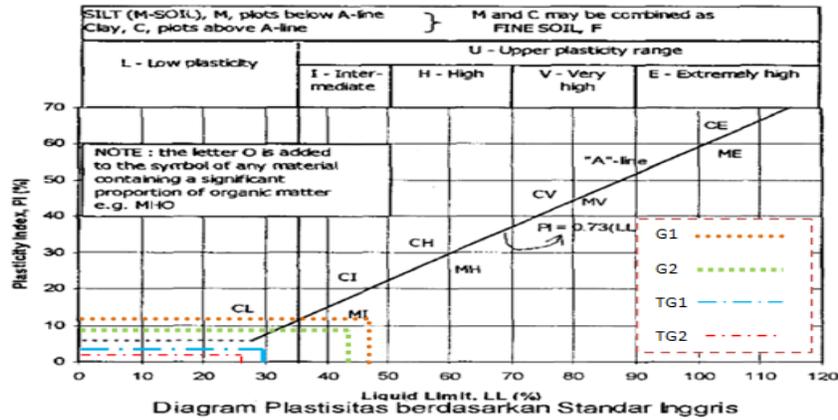
Sesuai hasil pengujian yang telah dilakukan, didapatkan nilai batas cair sampel tergerus yaitu 36,11% dan 32,79% lebih besar dibandingkan dengan kadar air sampel tanah tidak tergerus yaitu sebesar 25,74% dan 24,53%, ini artinya sampel tanah tergerus bersifat lebih plastis dibandingkan dengan sampel tanah tidak tergerus.

Indeks Plastisitas (PI) adalah selisih batas cair dan batas plastis suatu tanah, atau $PI = LL - PL$. Indeks plastisitas merupakan interval kadar air dimana tanah masih bersifat plastis. Jika tanah mempunyai PI tinggi, maka tanah mengandung banyak butiran lempung. Jika PI rendah, seperti lanau, sedikit pengurangan kadar air berakibat tanah menjadi kering. Hasil pengujian indeks plastisitas tanah disajikan pada Gambar 14.



Gambar 14. Indeks plastisitas tanah

Sesuai pengujian yang dilakukan, didapatkan nilai indeks plasitas tanah sampel tergerus 10,89% dan 9,71% sedangkan sampel tidak tergerus 3,26% dan 3,17%. Nilai indeks plastisitas dari ke-empat sampel tersebut dikategorikan sebagai indeks plastititas rendah sehingga pada saat pengujian terjadi sedikit kesulitan dalam menentukan batas cair dan batas platis sampel, ini karena jika kadar air terlalu sedikit diberikan maka sampel sulit diuji, sedangkan jika terlalu banyak air maka sampel akan mudah meleleh. Dengan kondisi hasil nilai indeks plastisitas tersebut kedua sampel positif mengandung lanau. Batasan mengenai indeks plastisitas, sifat, macam tanah, dan kohesi disajikan pada Gambar 15.

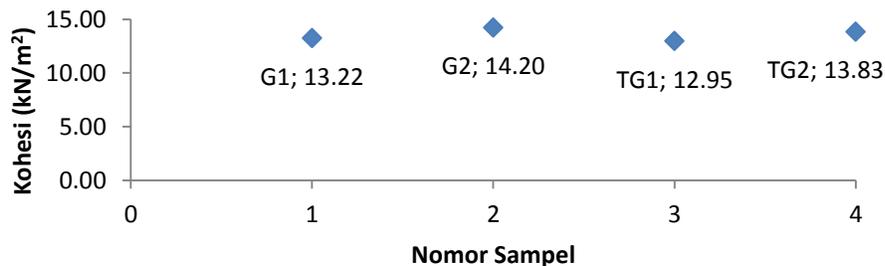


Gambar 15. Manual untuk identifikasi secara visual dalam ASTM Designation D-2488 dalam Das, (1988)

Dari gambar di atas diketahui bahwa, tanah tergerus termasuk pada klasifikasi tanah lanau plastisitas sedang, sedangkan sampel tanah tidak tergerus termasuk pada klasifikasi tanah lanau palstisitas rendah. Dalam hal ini, tanah lanau termasuk kedalam klasifikasi tanah berbutir lepas dan mempunyai partikel-partikel tanah yang sangat kecil, semakin kecil ukuran partikel tanah maka semakin kecil pula gaya berat sendiri tanah untuk melawan gaya angkat yang terjadi akibat aliran pada saluran. sehingga dengan demikian disimpulkan bahwa tanah pada lokasi penelitian ini sangat berpotensi untuk tergerus.

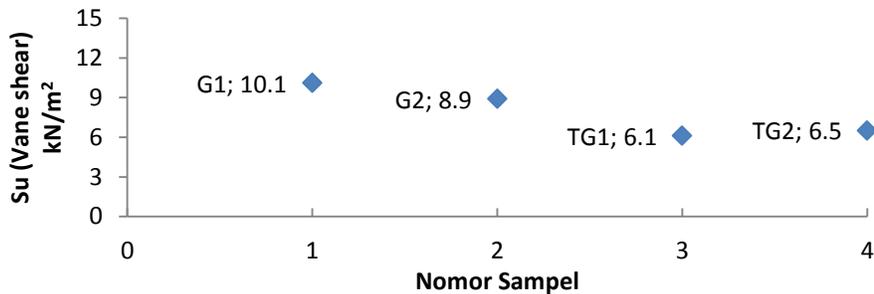
3.3.3 Kuat Geser Tanah

Pada pengujian triaksial ini didapat dua variabel kuat geser tanah, yaitu kohesi dan sudut geser dalam tanah. Pada hipotesa sebelumnya diungkapkan kuat geser tanah merupakan faktor yang sangat mempengaruhi kekuatan tanah dalam menahan gaya gerusan. Tanah yang mempunyai kohesi yang tinggi memiliki kekuatan yang besar untuk melawan gerusan, dan sebaliknya tanah yang mempunyai kohesi yang rendah akan lebih rentan untuk terjadi gerusan. Hasil pengujian kuat geser tanah disajikan pada Gambar 16.



Gambar 16. Nilai kohesi dari pengujian triaksial di laboratorium

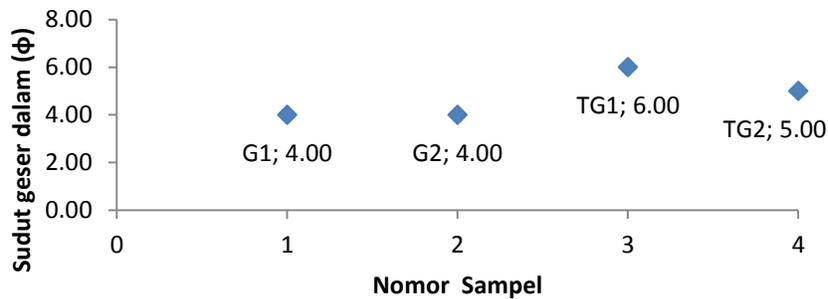
Untuk mengetahui variabel kuat geser tanah, selain dilakukan menggunakan pengujian triaksial juga dilakukan pengujian *vane shear* di lapangan. Hasil pengujian lapangan dengan menggunakan alat *vane shear* disajikan pada Gambar 17.



Gambar 17. Nilai kohesi dari hasil pengujian tanah di lapangan

Sesuai hasil pengujian laboratorium, didapatkan nilai kohesi sampel tanah tergerus dan sampel tanah tidak tergerus hampir sama, hal ini mengindikasikan bahwa klasifikasi tanah pada saluran tersebut hampir seragam sehingga propertis tanah hampir sama. Selain itu, pada saat pengambilan sampel, kemungkinan besar sampel tergerus telah hilang karena gerusan yang terjadi. Dari kedua pengujian tersebut, baik pengujian lapangan maupun pengujian laboratorium dapat diketahui bahwa kohesi tanah pada semua sampel yang diuji memiliki nilai yang kecil sehingga dapat disimpulkan bahwa semua sampel berpotensi untuk tergerus.

Selain kohesi, sudut geser dalam merupakan faktor yang berpengaruh terhadap kuat geser tanah. Tanah yang memiliki sudut geser dalam yang besar akan lebih stabil dalam melawan gaya gerusan dibandingkan dengan tanah yang mempunyai sudut geser yang kecil. Hasil pengujian sudut geser dalam tanah disajikan pada Gambar 18.



Gambar 18. Sudut geser dalam

Dari hasil pengujian di atas, diketahui bahwa nilai sudut geser dalam sampel tidak tergerus yaitu 5° dan 6°, sedangkan nilai sudut geser dalam sampel tergerus adalah 4°. Dengan demikian jika mengutip dari penjelasan di atas didapat kesimpulan bahwa sampel tidak tergerus lebih stabil dibandingkan sampel tergerus.

3.4 Faktor Habitat di Sekitar Saluran

Selain faktor alam, salah satu penyebab gerusan yang terjadi pada saluran ini adalah beberapa habitat binatang yang hidup di sekitar saluran. Binatang tersebut seperti rama-rama, sejenis kepiting kecil, tembakul, ikan dan sebagainya. Sebagian binatang tersebut khususnya rama-rama dan kepiting sering melakukan aktifitasnya di saluran bahkan membuat tempat tinggalnya yang berupa lubang-lubang yang merupakan hasil galian tanah di sekitar saluran. tentunya besar atau kecilnya lubang galian tergantung pada ukuran binatang tersebut Jika

dihubungkan dengan masalah gerusan, lubang-lubang tersebut tentunya akan berpengaruh terhadap kestabilan saluran tersebut sehingga hal tersebut akan mempengaruhi gerusan pada saluran tersebut

4. Metode Penanggulangan Gerusan

Pada saat penelitian dilakukan, terdapat beberapa perbedaan yang sangat mencolok antara dua sisi saluran yang berbeda. Satu sisi saluran sangat rentan sekali terjadi gerusan sedangkan pada sisi yang lainnya tahan terhadap gerusan. Hal ini terjadi karena adanya vegetasi tanaman yang terdapat pada sekitar saluran tersebut. Pada suatu sisi saluran yang terdapat vegetasi tanaman lebih kuat dibanding dengan sisi saluran yang tidak terdapat vegetasinya. Akar-akar tanaman akan bersifat mengikat material tanah pada dinding saluran tersebut, sehingga akan memperkuat gaya untuk melawan gaya gerusan.

Metode *Vetiver System (VS)*

Untuk mengatasi masalah gerusan, diperlukan suatu metode yang efektif, murah dan efisien. Sehingga alternatif penanaman pohon pelindung disekitar saluran tersebut dinilai efektif dan efisien dibandingkan dengan metode-metode lainnya yang memerlukan biaya yang besar. Salah satu tanaman yang bisa diandalkan adalah rumput vetiver (*vetiveria zizanioides*).

5. KESIMPULAN

Berdasarkan data penelitian baik yang dilakukan di lapangan maupun di laboratorium menghasilkan kesimpulan sebagai berikut :

1. Pada penelitian yang dilakukan, diketahui bahwa nilai kuat geser tanah tergerus dengan kuat geser tanah tidak tergerus nilainya hampir sama, hal ini mengindikasikan bahwa struktur/komposisi tanah pada saluran ini relatif sama, atau pada saat pengambilan sampel kemungkinan jenis sampel tanah tergerus telah hilang (tidak ada lagi).
2. Bentuk rambatan pasang surut pada saluran yang di teliti adalah pada saat surut arah aliran bergerak dari hulu ke hilir, begitu juga pada saat pasang arah aliran tetap bergerak dari hulu ke hilir, akan tetapi kecepatannya lebih rendah dari pada saat surut. Pada saat pasang puncak kecepatan aliran mendekati nol.
3. Pada saluran yang ditinjau, jenis pasang surut yang terjadi adalah pasang surut harian ganda (*semi diurnal tide*), dimana dalam satu hari terjadi dua kali pasang dan dua kali surut dengan periode dan tinggi yang sama.
4. Sesuai pengukuran lapangan, terdapat beda tinggi muka air saluran dan tebing saluran, sehingga menyebabkan terjadinya suatu gaya hidrostatis pada dinding saluran, hal ini menyebabkan pada dinding saluran. Kemungkinan gaya hidrostatis ini menyebabkan gerusan pada tebing saluran menjadi lebih besar, hal ini sesuai dengan demikian hipotesa yang dijelaskan pada sub-bab sebelumnya.
5. Sesuai hasil pengukuran kecepatan saluran relatif kecil yaitu kecepatan maksimal yang hanya mencapai 0,43 m/d, hal ini dibawah kecepatan yang diizinkan, oleh karena itu dapat disimpulkan bahwa kecepatan aliran tidak mempengaruhi terjadinya gerusan pada tebing saluran.
6. Gaya traktif yang terjadi pada saluran ini lebih besar dari gaya traktif yang diizinkan, sehingga gaya traktif tersebut merupakan penyebab utama dari terjadinya gerusan.

7. Secara visual, terdapat perbedaan antara tebing yang terdapat tanaman vegetasi dibandingkan dengan tebing yang tidak ada vegetasinya. Tebing yang terdapat vegetasi lebih tahan terhadap gerusan. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh vegetasi di sekitar saluran. Karena itu, untuk menanggulangi masalah gerusan ini dapat dilakukan dengan cara penanaman vegetasi tanaman di sepanjang pinggir saluran sehingga akar-akar tanaman vegetasi dapat menahan gerusan

Daftar Pustaka

- Abdurrosyid, dkk. 2009.** *Studi Gerusan Dan Perlindungannya di Hilir Kolam Olakan Bendung Tipe USBR-I*
- Abdirrosyid . Jaji, dkk. 2009.** *Scour Near Spill-Through Type Abutment On Clear-Water Scour Condition For Multi Section Channel Volume 29*, ITS Jurnal Of Civil Engineering.
- Bowles. Joseph E, 1997.** Analisis Dan Desain Pondasi Jilid 1 Edisi keempat. Jakarta, Erlangga.
- Das, B. M. 1988.** *Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis)* Jilid 1. Surabaya: Penerbit Erlangga.
- Das, B. M. 1993.** *Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis)* Jilid 2. Surabaya: Penerbit Erlangga.
- H. G. Savanije, Savanije. 2005.** *Salinity and Tides in Aluvial Estuaries*. Netherlands: Delft University of Technology 2600 GA Delft.
- Mashudi. 1973.** *Sedikit Uraian Perihal Rumus-Rumus untuk Merencana Saluran Irigasi*, Departemen Pekerjaan Umum Dan Tenaga Listrik, Direktorat Jenderal Pengairan . Direktorat Irigasi, Kebayoran Baru.
- Julien, Piere. Y. 2002.** *River Mechanics*, New York : Charberg University.
- Mochtar. (2009).** *Kuat Geser Tanah*. From: <http://muntohar.files.wordpress.com/2009/02/kuat-geser-tanah.pdf>, [online], diakses pada tanggal 17 Desember 2011.
- SNI 03-4813-1998. 2004.** Cara Uji Triaksial untuk Tanah kohesif dalam keadaan tidak terkonsolidasi dan tidak terdrainase (UU), Badan Standarisasi Nasional. [online], diperoleh dari: <http://www.google.co.id>. Diakses pada tanggal 21 Agustus 2012.
- SNI 7658 : 2010**, Metode uji baku batas cair, batas plastis dan indeks plastisitas lempung, ASTM D4318, MOD), Jakarta. [online], diperoleh dari: <http://www.google.co.id>. Diakses pada tanggal 21 Agustus 2012.
- Suripin, 2004.** *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*, Andi, Yogyakarta.
- Wibowo, Okky Martanto. 2007.** Pengaruh arah aliran terhadap gerusan lokal disekitar pilar jembatan, 2007.
- Zein, Syafrudin, 2011,** Penghilangan dan Penstabilan Limbah Budidaya Perikanan Menggunakan Kemampuan Fitoremediasi Rumput Vetiver (*Chrysopogon zizanioides*, L) [Online], diperoleh dari : <<http://syafrudinrzsain.blogspot.com>>, diakses pada tanggal 21 November 2012.