KAJIAN PENGENDALIAN GERUSAN DI SEKITAR ABUTMENT JEMBATAN TIPE *SPILL THROUGH* DENGAN PROTEKSI TIANG TENGGELAM PADA KONDISI ADANYA ANGKUTAN SEDIMEN *(LIVE BED SCOUR)* UNTUK SALURAN BERBENTUK MAJEMUK

Tugas akhir

Untuk memenuhi sebagai persyaratan
mencapai gelar sarjana S-1 Teknik Sipil

diajukan oleh :

Aditya Tri Nugroho
NIM : D 100 940 081
NIRM : 94.6.106.03010.50081

Kepada

JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
Maret, 2007

LEMBAR PENGESAHAN

KAJIAN PENGENDALIAN GERUSAN DI SEKITAR ABUTMENT JEMBATAN TIPE *SPILL THROUGH* DENGAN PROTEKSI TIANG TENGGELAM PADA KONDISI ADANYA ANGKUTAN SEDIMEN *(LIVE BED SCOUR)* UNTUK SALURAN BERBENTUK MAJEMUK

Tugas Akhir

diajukan dan dipertahankan pada Ujian Pendadaran
Tugas Akhir dihadapan Dewan Penguji
Pada tanggal 17 Maret 2007
diajukan oleh :

ADITYA TRI NUGROHO
NIM : D 100 940 081
NIRM : 94.6.106.03010.50081

Susunan Dewan Penguji

Pembimbing Utama	Pembimbing Pendamping
Ir. H. Hermono SB,M.Eng	**Jaji Abdurrosyid, ST, MT**
NIP : 110.032.522	**NIK : 691**

Anggota,

Ir. H. M. Karim Fatchan, MT
NIK : 496

Tugas Akhir ini diterima sebagai satu persyaratan
Untuk mencapai derajat Sarjana S-1 Teknik Sipil
Surakarta, 17 Maret 2007

Dekan Fakultas Teknik	Ketua Jurusan Teknik Sipil
Ir. Sri Widodo, MT	**M. Ujianto, ST**
NIK : 542	**NIK : 728**

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Syukur Alhamdulillah saya panjatkan kehadirat Allah SWT atas karunia dan rahmat-Nya yang telah memberikan kekuatan dan pikiran yang jernih sehingga dapat menyelesaikan penyusunan tugas akhir ini dengan judul : "Kajian Pengendalian Gerusan Di Sekitar *Abutment* Jembatan Tipe *Spill-Through* Dengan Proteksi Tiang Tenggelam Pada Kondisi Adanya Angkutan Sedimen *(Live Bed Scour)* Untuk Saluran Berbentuk Majemuk".

Sesuai dengan kurikulum yang telah tetapkan Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta, Tugas Akhir disusun guna melengkapi mata kuliah wajib dan merupakan salah satu syarat kelulusan untuk mencapai derajat kesarjanaan Strata-1. Dalam penyusunan Tugas Akhir ini tidak terlepas dari bimbingan, arahan dan bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada :

1. **Allah SWT** atas Rahmat Dan Karunia-**Nya** sehingga Penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan lancar.
2. Yth Bapak **Ir. H. Hermono, SB, M.Eng** selaku Dosen Pembimbing Utama.
3. Yth Bapak **Jaji Abdurrosyid, ST, MT** selaku Dosen Pembimbing Pendamping.
4. Yth Bapak **Ir. H. A. Karim Fatchan, MT** selaku Dosen Penguji.
5. Yth Bapak **Moh. Ujianto, ST. MT** selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
6. Yth Bapak **Ir. H. Sri Widodo, MT** selaku Dekan Fakultas Teknik UMS.
7. Yth Bapak / Ibu Dosen Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik UMS.
8. Bapak-bapak staf dan karyawan Laboratorium Hidrolika Balai Sungai P_3SDA Surakarta yang banyak membantu dalam pelaksanaan penelitian.
9. Orang tuaku tercinta, **Ayahanda Sugiri Sanyata** dan **Ibunda Widoretno** yang dengan ikhlas dan penuh pengorbanan menjadikan ananda menuju sukses, semoga Allah membalas semua kebaikan mereka, Amin.

10. **Istriku Andriyani serta anakku Fakhrezzy Aditya Pratama** yang terkasih dan tercinta, terima kasih atas segala keikhlasan, doa yang tak henti-hentinya, dorongan, semangat serta tetesan air mata yang tak henti-hentinya diberikan kepadaku. Semoga kita selalu dalam lindungan-Nya serta menjadi Istri yang solekhah. Untuk anakku selalu kau menjadi anak yang soleh, pandai serta berbakti pada orangtua ya Nak...
11. Bapak, Ibuku Banjarnegara, **Bapak M. Sangidu** dan **Ibu Sri Chayati** yang selalu saya hormati dan sayangi, terima kasih atas segala doa dan keikhlasan memberikan semangat dan kepercayaan yang tak habis-habisnya, semoga Allah memberkahi kebahagiaan di dunia dan akherat, Amin.
12. **Kakak ku : Mas Memed, Mas Yoyok, dan adikku Ardian** sekeluarga yang telah mendorong dan memotivasi untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
13. Adikku tercinta **Citra Yuliartha dan Ika** dan segenap **keluarga besar Banjarnegara dan Solo** yang senantiasa mendorong dan mendo'akan dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
14. Para sahabat kampus, rekan-rekan Teknik Sipil UMS khususnya Komunitas Hidro, DINAMIK, Teater KIDUNG (USF), Giri Bahama Geografi dan sahabat lain yang tidak bisa disebutkan satu persatu.
15. Mas Zum-zum, Budi (Pak-De), Susyanto dan semua pihak yang terlibat dalam penelitian ini, makasih semoga kita semua sukses.
16. Para sahabat olah raga Jempol : Johan-dessaily, Dion "Martin", Yoga "Thuram", Joni, Ojie, Iponk "Toure", Cupret "Eto'o" dan yang lain, terima kasih atas dorongannya dan bantuan kalian semoga Allah membalas jasa dan budi kalian, Amin.

Akhirnya penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari sempurna. Penulis mengharapkan koreksi, kritik dan saran yang bersifat membangun mengenai hal-hal yang perlu diperbaiki baik materi maupun penyajian guna menyempurnakan tugas akhir ini.

Semoga Allah SWT selalu meridhoi semua usaha yang akan dan telah kita lakukan. Amin Ya Robbal'alamin.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

PERSEMBAHAN

" Jika anda ingin memperoleh dunia, raihlah dengan ilmu
Jika anda ingin memperoleh akhirat, raihlah juga dengan ilmu
Jika anda ingin keduanya maka capailah dengan ilmu "

(Hadits)

" Kesuksesan BESAR itu milik mereka yang menyandarkan kepada yang MAHA BESAR " ***(My Wife)***

" Kegagalan adalah Jalan menuju KEBESARAN " ***(My Wife)***

" Menjadi Penting Itu Baik, Tetapi Menjadi Baik Itu Lebih Penting "

(Penulis)

DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN JUDUL i
HALAMAN PENGESAHAN ii
KATA PENGANTAR iii
PERSEMBAHAN v
DAFTAR ISI vi
DAFTAR TABEL viii
DARTAR GAMBAR ix
DAFTAR NOTASI xi
DAFTAR LAMPIRAN xiv
INTISARI xv
BAB I PENDAHULUAN 1
A. Latar Belakang Masalah 1
B. Tujuan penelitian 2
C. Manfaat Penelitian 3
D. Batasan masalah 3

BAB II TINJAUAN PUSTAKA 4
A. Pengertian Gerusan 4
B. Mekanisme Gerusan 5
C. Abutment Jembatan 6
D. Pengendalian Gerusan 7
BAB III LANDASAN TEORI 9
A. Material Dasar 9
B. Hidrodinamika Aliran 9
C. Awal Gerak Butiran 11
D. Kedalaman Gerusan 12
E. Persamaan Empiris Pengendalian Kedalaman Gerusan 15

BAB IV METODOLOGI PENELITIAN 16
A. Persiapan Penelitian 16
B. Bagan Alir Penelitian 22
C. Pelaksanaan Penelitian 23

BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN 27
A. Karakteristik Butiran 27
B. Karakteristik Aliran 27
C. Kedalaman Gerusan Pada Kondisi *Live Bed Scour* Tanpa Tirai (1 Tiang) 27
D. Pengendalian Kedalaman Gerusan Dengan Proteksi Tirai (1 Tiang) Dengan Variasi Kedalaman Tirai (1 Tiang) 28
E. Evaluasi Pengendalian Gerusan Proteksi Tirai (1 Tiang) $L_{optimum}$, $d_{se\ Minimum}$ 32

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN 40
A. Kesimpulan 40
B. Saran 40

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel III.1 Koefisien Bentuk Abutment ……...15

Tabel IV.1 Jumlah dan Variasi *running* ……25

Tabel V.1 Karakteristik Aliran 27

Tabel V.2 Kedalaman gerusan seimbang pada kondisi *live-bed scour* 28

Tabel V.3 Kedalaman gerusan seimbang kondisi *live-bed scour* dengan tirai tunggal (1 Tiang) tenggelam di kaki bantaran pada $L_{optimum}$..... 30

Tabel V.4 Nilai *Reduksi* untuk masing-masing posisi tiang 30

Tabel V.5 Kedalaman gerusan seimbang kondisi *live-bed scour* Pada L tertentu …….31

Tabel V.6 Nilai *Reduksi* untuk masing-masing L tertentu pada posisi titik s*eparasi* 31

Tabel V.7 Kedalaman gerusan seimbang kondisi *live-bed scour* Pada $L_{optimum}$ ……..31

Tabel V.8 Hasil Penelitian Kedalaman Gerusan *Live-Bed Scour* Tanpa Pengendalian Proteksi Dibandingkan Dengan Hasil Penelitian Hanwar (1999), Jaji Abdurrosyid (2004) dan Persamaan Froehlich (1987) ……...32

Tabel V.9 Nilai *Reduksi* Gerusan Untuk Masing-Masing Variasi Tiang..... 37

DAFTAR GAMBAR

Halaman

Gambar II. 1 Lay-out dan Pola Aliran pada *Spill-Through Abutment*..... 7

Gambar III.1 Posisi Sudut Embankment terhadap Tinggi Muka Air……15

Gambar IV.1 Sirkulasi aliran…….16

Gambar IV.2 TampakAtas Flume …….17

Gambar IV.3 Potongan Memanjang……..17

Gambar IV.4 Potongan Melintang Flume……..17

Gambar IV.5 Foto Saluran Flume …….17

Gambar IV.6 Model Abutment Tipe *Spill-Through* dengan Proteksi Tiang Jarak Optimum ……18

Gambar IV.7 Foto Model *Spill-Through* Abutment……...18

Gambar IV.8 Penyearah Arus……19

Gambar IV.9 Point Gauge …….19

Gambar IV.10 Posisi Tirai (1 Tiang) ….....21

Gambar IV.11 Bagan Alir Pelaksanaan Penelitian …….22

Gambar IV.12 Posisi Titik Pengamatan Pada Abutment ..……..25

Gambar V.1 Grafik Hubungan d_s/h_0 dengan $2{,}27K_1K_2\left(\frac{L_b}{h_0}\right)^{0,43}Fr^{0,61}$ ……..33

Gambar V.2 Grafik Hubungan Selisih Kedalaman Gerusan(Δd_s) terhadap $^{t}/_{t\,tot}$ waktu dalam Kondisi *Live-Bed Scour* ……..35

Gambar V.3 Kedalaman gerusan untuk untuk masing-masing posisi sembilan titik 3 Untuk Proteksi Tirai (1 Tiang) Di kaki Bantaran ……35

Gambar V.4 Kedalaman Gerusan Maksimum Pada Posisi Titik Tiga pada Kondisi ……. ……..36
Gambar V.5 Hubungan (t/t_{total}) dengan (d_s/L_b) Proteksi Tirai (1 Tiang) di Kaki Bantaran Pada Pada Sembilan Posisi Titik Pengamatan ……...….36
Gambar V.6 Kontur Permukaan Gerusan Abutmen kondisi *Live-Bed Scour* Dengan 1 Tiang di Kaki Bantaran ……...37
Gambar V.7 Gambar Tiga Dimensi Kontur kondisi *Live Bed Scour* Dengan 1 Tiang di Kaki Bantaran ……..38

DAFTAR NOTASI

Al	-	parameter alinemen abutmen
B	m	lebar saluran
B_r	-	konstanata integrasi
C	-	koefisien Chezy
C_g	-	*coefficient of gradation*
C_u	-	*coefficient of uniformity*
D	m	kedalaman gerusan maksimum yang diukur dari muka air
d_{10}	mm	diameter butiran lolos saringan 10 % dari kurva analisa
d_{30}	mm	diameter butiran lolos saringan 30 % dari kurva analisa
d_{50}	mm	diameter butiran lolos saringan 50 % dari kurva analisa
d_{60}	mm	diameter butiran lolos saringan 60 % dari kurva analisa
d_{65}	mm	diameter butiran lolos saringan 65 % dari kurva analisa
d_s	m	kedalaman gerusan
d_{se}	m	kedalaman keseimbangan gerusan
f_b	-	bentuk abutmen
F_r	-	bilangan Froude
G	-	parameter pengaruh distribusi aliran lateral dan bentuk penampang lintang saluran
GS	-	*specific gravity* batuan
g	m/dt^2	percepatan gravitasi
h_0	m	kedalaman aliran

h_{cr}	m	kedalaman aliran kritis
$h_{kritis\ sed}$	m	kedalaman aliran kritis sedimen
k	-	kekasaran permukaan dasar saluran
K_1	-	koefisien bentuk abutmen
K_2	-	koefisien sudut *embankment*
K_b	-	faktor lebar abutmen
K_h	-	faktor kedalaman aliran
K_s	-	faktor bentuk
K_θ	-	faktor alinemen abutmen
L	m	panjang abutmen sejajar aliran
L_b	m	lebar abutmen tegak lurus aliran
n	-	koefisien manning
Q	m^3/dt	debit aliran rata-rata
R	m	jari-jari hidrolis
R_e	-	bilangan Reynold
S_0	-	kemiringan saluran
S_f	^{0}	kemirngan garis energi
Sh	-	parameter bentuk
U	m/dt	kecepatan aliran rata-rata
$u(z')$	m/dt	kecepatan rerata pada suatu titik kedalaman z'
u_*	m/dt	kecepatan geser
u_{*c}	m/dt	kecepatan geser kritis
U_{kr}	m/dt	kecepatan aliran kritis

β_1	^{0}	kemiringan dinding sisi hulu/hilir
β_2	^{0}	kemiringan dinding muka
γ	kg/m^3	berat jenis
δ	m	tebal lapisan *subviskous*
ν	m^2/dt	kekentalan kinematik
ρ	kg/m^3	rapat massa
ρ_s	kg/m^3	rapat massa butiran
ρ_w	kg/m^3	rapat massa air
σ	-	deviasi standar geometri dari material dasar
τ_0	N/m^2	tegangan geser dasar
τ_c	N/m^2	tegangan geser dasar kritis

DAFTAR LAMPIRAN

Halaman

Lampiran 1 Data Hasil Uji Laboratorium Material Dasar

Lampiran 2 Hasil Pengukuran Kedalaman Gerusan

Lampiran 3 Gambar Grafik Analisa Gerusan

Lampiran 4 Gambar Kontur Gerusan 2 Dimensi dan 3 Dimensi

Lampiran 5 Foto-foto Kontur Gerusan dan Penelitian

INTISARI

Gerusan adalah proses semakin dalamnya dasar sungai karena interaksi antara aliran dengan material dasar sungai. Secara kenyataan di lapangan, gerusan yang terjadi pada abutmen jembatan adalah merupakan gerusan total, yaitu kombinasi antara gerusan lokal, gerusan umum dan gerusan akibat penyempitan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kedalaman gerusan yang terjadi di sekitar abutmen dan pengendaliannya pada kondisi adanya angkutan sedimen *(live-bed scour)*. Dengan menggunakan tiang tenggelam.

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan *sediment recirculation flume*. Dengan kondisi aliran permanen seragam (*steady-uniform flow*). Model abutmen adalah tipe *spill-through* (ST). Model pengendali adalah tiang tenggelam dengan kedalaman ¾ h_0, ½ h_0, ¼ h_0, yang dipasang di kaki bantaran Kedalaman gerusan di sekitar abutmen diukur setiap running selama 6 jam, dilakukan pada posisi sembilan titik pengamatan.

Kedalaman gerusan maksimum pada kondisi *live-bed scour* (LBS) baik tanpa proteksi maupun dengan proteksi tiang terjadi pada titik separasi aliran. Proses kedalaman gerusan untuk kondisi *live-bed scour* (LBS), dengan menggunakan proteksi maupun tanpa proteksi tiang pada akhirnya akan sampai kepada kedalaman gerusan yang mencapai keseimbangan pada waktu tertentu. Kontur gerusan di sekitar abutmen mempunyai bentuk yang hampir sama untuk semua debit aliran dan juga untuk kondisi *live-bed scour* (LBS), yaitu lubang gerusan berbentuk setengah sepatu kuda. Besarnya lubang gerusan sangat dipengaruhi oleh besarnya kecepatan aliran, baik mempengaruhi ukuran panjang maupun lebar lubang gerusan. Pemasangan tirai tunggal (1 tiang) tidak tenggelam tepat di kaki bantaran sejauh jarak optimum (1,75 lb) mempunyai daya reduksi kedalaman gerusan paling besar diantara tiang yang lain, yaitu sebesar 26,58% pada kondisi LBS. Pemasangan tirai tunggal (1 tiang) dalam kondisi tenggelam di bawah permukaan air pada kondisi *live-bed scour* (LBS) tidak menghasilkan daya reduksi yang lebih bagus, melainkan menambah dalamnya gerusan karena semakin menambah daya pusaran.

Kata Kunci: ***Kedalaman Gerusan, Live Bed Scour, Pola Gerusan, Tirai, Tiang***