

**KAJIAN KEDALAMAN GERUSAN DISEKITAR ABUTMEN
JEMBATAN TIPE *WING WALL* DAN *SPILLTHROUGH* TANPA
PROTEKSI UNTUK SALURAN BERBENTUK MAJEMUK**

Tugas Akhir

Untuk memenuhi sebagian persyaratan
mencapai derajat Sarjana S-1 Teknik Sipil



diajukan oleh :

Achmad Abdillah

NIM : D 100 960 224

NIRM : 96.6.106.03010.50224

kepada

**JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2009**

LEMBAR PENGESAHAN

**KAJIAN KEDALAMAN GERUSAN DISEKITAR ABUTMEN
JEMBATAN TIPE WING WALL DAN SPILLTHROUGH TANPA
PROTEKSI UNTUK SALURAN BERBENTUK MAJEMUK**

TUGAS AKHIR

diajukan dan dipertahankan pada Ujian Pendadaran
Tugas Akhir dihadapan Dewan Penguji
pada tanggal 28 Maret 2009

diajukan oleh :
Achmad Abdillah
NIM : D 100 960 224
NIRM : 96.6.106.03010.50224

Susunan Dewan Penguji

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,

Ir. H. Hermono SB, M.Eng
NIP : 110 032 522

Jaji Abdurrasyid, ST, MT
NIK : 689

Anggota,

Gurawan Djati W, ST
NIK : 782

Tugas Akhir ini diterima sebagai salah satu persyaratan
untuk mencapai derajat Sarjana S-1 Teknik Sipil
Surakarta,

Dekan Fakultas Teknik,

Ketua Jurusan Teknik Sipil,

Ir. Agus Riyanto, MT
NIK : 483

Ir. H. Suhendro TN, MT
NIK : 732

MOTTO

“ Jangan pernah menyesali sesuatu kejelekan yang telah terjadi, tetapi berfikir dan berusaha dari kejelekan tersebut “

“ Berusahalah kamu seakan-akan hidup seribu tahun lagi, dan berdoalah kamu seakan-akan mati besok pagi “

“ Masalah itu harus dicari solusinya, bukan untuk dihindari “

“ Keberhasilan itu bergantung pada seberapa besar usaha dan doa yang telah dilakukan “

” Work hard play hard ”

PRAKATA

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Puji syukur alhamdulillah saya panjatkan kehadiran Allah SWT penguasa dan pengatur semesta alam, yang telah memberi kekuatan, kesabaran, kemudahan dan selalu memberi jalan keluar disetiap masalah. Shalawat dan salam semoga selalu tercurah kepada baginda Rasulullah SAW, sahabat dan keluarga, tauladan yang tiada akhir sepanjang zaman.

Tugas Akhir ini disusun guna melengkapi persyaratan untuk menyelesaikan program studi S-1 pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Dengan terselesainya Tugas Akhir ini, penulis mengucapkan terima kasih atas bantuan, petunjuk, arahan, bimbingan dan kerjasamanya kepada yang terhormat :

1. Bpk. Ir. Agus Riyanto, MT, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta, dan selaku Pembimbing Akademik.
2. Bpk. Ir. H. Suhendro TN, MT, selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
3. Bpk. Ir. H. Hermono SB, M.Eng, selaku Pembimbing Utama.
4. Bpk Jaji Abdurrasyid, ST, MT, selaku Pembimbing Pendamping.
5. Bpk. Gurawan Djati W, ST, MT, selaku Dosen Penguji.
6. Seluruh Staf Dosen, Tata Usaha dan Karyawan Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
7. Bapak dan ibu yang selalu mendukung dan mendoakanku di setiap sholatnya, dan orang-orang yang selalu memberi semangat kepadaku.
8. Seseorang yang selalu mengingatkanku untuk menyelesaikan kuliah dan berdoa kepada Allah.
9. Teman-teman yang ada di DINAMIK Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

10. Teman-teman yang ada di Unit Bola Basket Universitas Muhammadiyah Surakarta.
11. Teman-teman di jurusan teknik sipil : Zumzum, Budi, Susyanto, Ismail dan Aditya serta teman-teman yang tidak bisa disebutkan satu persatu, semua pihak yang telah membantu terselesainya Tugas Akhir ini, yang tidak dapat disebutkan satu persatu, terima kasih banyak.

Semoga segala bantuan yang diberikan kepada penulis mendapat Ridho dari Allah SWT. Akhir kata penulis berharap semoga penelitian ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Wassalamu'alaikum Wr.Wb

Surakarta, Maret 2009

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
MOTTO	iii
PRAKATA	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR NOTASI	xii
INTISARI	xv
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Tujuan Penelitian	2
C. Manfaat Penelitian	2
D. Batasan Masalah	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
A. Pengertian Gerusan	4
B. Mekanisme Gerusan.....	5
C. Abutmen Jembatan.....	6
BAB III LANDASAN TEORI	
A. Material Dasar	9
B. Hidrodinamika Aliran	9
C. Awal Gerak Butiran	11
D. Kedalaman Gerusan	13
E. Profil Gerusan dan Kontur.....	15
BAB IV METODOLOGI PENELITIAN	
A. Persiapan Penelitian	16
B. Bagan Alir Pelaksanaan Penelitian	22
C. Pelaksanaan Penelitian.....	23

BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Karakteristik Butiran	27
B. Karakteristik Aliran.....	27
C. Kajian Kedalaman Gerusan.....	29
D. Kajian Perbandingan Kedalaman Gerusan antara Abutmen Tipe <i>Spill-Through</i> dan Tipe <i>Wing-Wall</i> pada Kondisi LBS dan CWS	44

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan.....	47
B. Saran.....	48

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel IV.1 Jumlah dan Variasi <i>running</i>	25
Tabel V.1 Karakteristik Aliran.....	28
Tabel V.2 Kedalaman Gerusan Seimbang pada <i>Wing-Wall</i> dan <i>Spill-Through</i> <i>Abutment</i> untuk Kondisi <i>Clear-Water</i> dan <i>Live-Bed Scour</i> Tanpa Proteksi Tiang	30
Tabel V.3 Kedalaman Gerusan Tipe <i>Spill-through</i> pada Kondisi <i>Clear Water</i> <i>Scour</i>	30
Tabel V.4 Kedalaman Gerusan Tipe <i>Spill-through</i> pada Kondisi <i>Live-bed Scour</i> .	32

DAFTAR GAMBAR

Gambar II. 1	Lay-out dan Pola Aliran pada <i>Wing-Wall Abutment</i>	7
Gambar II.2	Lay-out dan Pola Aliran pada <i>Spill-Trough Abutment</i>	8
Gambar III.1	Diagram Shields, Hubungan Tegangan Geser Kritis dengan Bilangan Reynolds	13
Gambar IV.1	<i>Recirculating Flume</i>	18
Gambar IV.2	Foto Saluran <i>Flume</i>	19
Gambar IV.3	Model Abutmen Tipe <i>Wing-Wall</i>	19
Gambar IV.4	Abutmen Tipe <i>Wing-Wall</i>	20
Gambar IV.5	Model Abutmen Tipe <i>Spill-Through</i>	20
Gambar IV.6	Abutmen Tipe <i>Spill-Through</i>	20
Gambar IV.7	Foto Point Gauge	21
Gambar IV.8	Bagan Alir Penelitian.....	22
Gambar V.1	Hubungan (d_s/L_b) dengan (Q) Untuk <i>Spill-through Abutment</i> pada Kondisi <i>Clear Water Scour</i>	30
Gambar V.2	Hubungan (d_s/L_b) dengan (U) Untuk <i>Spill-through Abutment</i> pada Kondisi <i>Clear Water Scour</i>	31
Gambar V.3	Hubungan (d_s/L_b) dengan (Q) Untuk <i>Spill-through Abutment</i> pada Kondisi <i>Live-bed Scour</i>	32
Gambar V.4	Hubungan (d_s/L_b) dengan (U) Untuk <i>Spill-through Abutment</i> pada Kondisi <i>Live-bed Scour</i>	33
Gambar V.5	Kedalaman Gerusan Untuk Masing-Masing Posisi 8 Titik pada Abutmen Tipe <i>Wing-Wall</i> pada Kondisi <i>Live-Bed Scour (LBS)</i>	34

Gambar V.6	Kedalaman Gerusan Untuk Masing-Masing Posisi 8 Titik pada Abutmen Tipe <i>Wing-Wall</i> pada Kondisi <i>Clear Water Scour</i> (CWS)	35
Gambar V.7	Hubungan (t/t_{total}) dengan (d_s/L_b) untuk <i>Wing-Wall Abutment</i> pada Kondisi <i>Live-Bed Scour</i> (LBS).....	36
Gambar V.8	Hubungan (t/t_{total}) dengan (d_s/L_b) untuk <i>Wing-Wall Abutment</i> pada Kondisi <i>Clear Water Scour</i> (CWS)	36
Gambar V.9	Kedalaman Gerusan Untuk Posisi Sembilan Titik pada Abutmen Tipe <i>Spill-through</i> pada Kondisi <i>Live-Bed Scour</i>	37
Gambar V.10	Kedalaman Gerusan Untuk Posisi Sembilan Titik Pada Abutmen Tipe <i>Spillthrough</i> Pada Kondisi <i>Clear Water Scour</i>	37
Gambar V.11	Grafik Hubungan (t/t_{total}) dengan (d_s/L_b) Untuk Debit Q 30 lt/dt Dalam Kondisi <i>Live-Bed Scour</i>	39
Gambar V.12	Grafik Hubungan (t/t_{total}) dengan (d_s/L_b) Untuk Debit Q 30 lt/dt Dalam Kondisi <i>Clear Water Scour</i>	39
Gambar V.13	Kontur Permukaan Gerusan Abutmen Tipe <i>Wing-wall</i> pada Kondisi <i>Live-Bed Scour</i> Tanpa Proteksi Tiang.....	40
Gambar V.14	Gambar Tiga Dimensi Kontur Gerusan Abutmen Tipe <i>Wing-wall</i> pada Kondisi <i>Live-Bed Scour</i> Tanpa Proteksi Tiang	40
Gambar V.15	Kontur Permukaan Gerusan Abutmen Tipe <i>Wing-wall</i> pada Kondisi <i>Clear Water Scour</i> Tanpa Proteksi Tiang	41
Gambar V.16	Gambar Tiga Dimensi Kontur Gerusan Abutmen Tipe <i>Wing-wall</i> pada Kondisi <i>Clear Water Scour</i> Tanpa Proteksi Tiang.....	41
Gambar V.17	Kontur Permukaan Gerusan Abutmen Tanpa Proteksi Pada Kondisi <i>Live Bed Scour</i> Tanpa Suplai Sedimen untuk Q 30 lt/dt	42
Gambar V.18	Gambar Tiga Dimensi Kontur Gerusan Abutmen Tipe <i>Spill-through</i> Tanpa Proteksi Pada Kondisi <i>Live Bed Scour</i> Untuk Q30 lt/dt	43
Gambar V.19	Kontur Permukaan Gerusan Abutmen Tipe <i>Spill-through</i> Tanpa Proteksi Pada Kondisi <i>Clear Water Scour</i> Q = 30 lt/dt	43

Gambar V.20	Gambar Tiga Dimensi Kontur Gerusan Abutmen Tipe <i>Spill-through</i> Tanpa Proteksi Pada Kondisi <i>Clear Water Scour</i>	44
Gambar V.21	Perbandingan Kedalaman Gerusan LBS dan CWS Tanpa Proteksi dan Dengan proteksi untuk Tipe <i>Spill-through</i> dan <i>Wing-wal</i>	45

DAFTAR NOTASI

Al	-	parameter alinemen abutmen
B	m	lebar saluran
B_r	-	konstanata integrasi
C	-	koefisien Chezy
C_g	-	<i>coefficient of gradation</i>
C_u	-	<i>coefficient of uniformity</i>
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	-	<i>specific gravity</i> 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 <i>embankment</i>
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	kemiringan 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	$^{\circ}$	kemiringan dinding sisi hulu/hilir
β_2	$^{\circ}$	kemiringan dinding muka
γ	kg/m^3	berat jenis
δ	m	tebal lapisan <i>subviskous</i>
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

INTISARI

Gerusan adalah proses semakin dalamnya dasar sungai karena interaksi antara karakteristik aliran dengan karakteristik material dasar sungai. Secara kenyataan di lapangan, gerusan yang terjadi pada abutmen jembatan adalah merupakan gerusan total, yaitu kombinasi antara gerusan local, gerusan umum dan gerusan akibat penyempitan/terlokalisir. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kedalaman gerusan yang terjadi di sekitar abutmen, pada kondisi tidak adanya angkutan sediment (*clear water scour*) dan tidak adanya angkutan sediment (*live-bed scour*)

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan *sediment recirculation flume*. Flume ini berdimensi lebar = 1,0 m, panjang = 22,35 m (panjang total dari pintu intake sampai tail-gate = 25.9 m), dan tinggi = 0,45 m. terbuat dari dinding pasangan bata dan dasar lantai beton licin. Kemiringan saluran permanen dengan *slope* 0,0004. dengan kondisi aliran permanen seragam (*quasi steady-uniform flow*). Model abutmen adalah tipe *spill-trough* (ST) dengan kemiringan $V : H = 2 : 1$ dengan dimensi sebagai berikut : panjang muka bawah (sejajar aliran) 75 cm, panjang muka atas (sejajar aliran) 30 cm, lebar muka bawah 52,5 cm, lebar muka atas 30 cm, tinggi abutmen 45 cm. sedangkan panjang abutmen setinggi dasar dalam arah memanjang, $L = 50$ cm, lebar abutmen setinggi dasar dalam arah melintang, $L_b = 40$ cm, dan tebal bantaran sungai 5 cm. Dan model abutmen tipe *wing-wall* dengan kemiringan $V : H = 1 : 1$, lebar arah melintang $L_b = 40$ cm, panjang sejajar alira $L = 50$ cm, tinggi total 40 cm, tinggi di atas dasar 20 cm. Kedalaman gerusan di sekitar abutmen diukur setiap *running* selama 6 jam, dilakukan pada posisi sembilan titik pengamatan untuk tipe *spill-through* dan pada posisi delapan titik pengamatan untuk tipe *wing-wall*.

Hasil analisa kedalaman gerusan pada tipe *wing-wall* dan *spill-through* kondisi *live bed scour* dan *clear water scour* menunjukkan kesesuaian dengan Froehlich (1987). Pengamatan dan pengukuran gerusan dilakukan dengan mengamati posisi titik 1 sampai 9 pada abutmen tipe *spill-through* dan posisi titik 1 sampai 8 pada abutmen *wing-wall* terlihat kecenderungan dari posisi titik 1 di hulu hingga posisi 9 titik di hilir menunjukkan kedalaman gerusan semakin dangkal ke arah hilir, dan pada akhirnya terjadi pengendapan sedimen pada posisi di titik 9 untuk abutmen *spill-through* dan pengendapan sedimen pada posisi titik 8 untuk abutmen *wing-wall*. Kedalaman gerusan paling maksimum yaitu kedalaman gerusan di posisi titik-3 (tiga) pada abutmen *spill-through* dan di posisi titik 4 pada abutmen *wing-wall*. Menurut pengamatan gerusan terus berlangsung hingga membentuk lubang gerusan (*scour hole*) yang dalamnya cenderung mengalami pendangkalan ke arah hilir. Sedangkan di bagian hilir lubang gerusan terutama dibagian pinggir, terjadi pengendapan sedimen (*deposition*) sementara, pengendapan ini berkembang terus hingga akhirnya tererosi kembali kebagian hilir, akhirnya terkumpul serta endapan bertambah di bagian hilir dan semakin panjang seiring dengan bertambahnya waktu.

Kata Kunci: *gerusan, clear water scour, live bed scour*