

TUGAS AKHIR
ANALISIS NUMERIK GERUSAN LOKAL METODE CSU PADA
ALIRAN SUBKRITIK MENGGUNAKAN *SOFTWARE HEC-RAS 5.0.3*
(Studi Kasus : Pilar Kapsul dan Pilar Tajam)

Diajukan Guna Memenuhi Persyaratan Untuk Mencapai Jenjang Strata – 1 (S1),
Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta



Disusun Oleh :

RINA PUTRI PRIYANTI

NIM : 20130110380

JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA
2017

HALAMAN PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

**ANALISIS NUMERIK GERUSAN LOKAL METODE CSU PADA
ALIRAN SUBKRITIK MENGGUNAKAN SOFTWARE HEC-RAS 5.0.3**

(Studi Kasus : Pilar Kapsul dan Pilar Tajam)

*(Numerical Analysis of Local Scouring CSU Method Using HEC-RAS 5.0.3. at
the Subcritical Flow (Case Study : Round Nose Pier and Sharp Nose Pier))*

Diajukan Guna Memenuhi Persyaratan Untuk Mencapai Jenjang Strata – 1 (S1),

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Disusun Oleh:

RINA PUTRI PRIYANTI

20130110380

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji

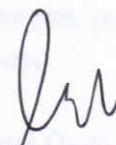
Pada tanggal :

Diperiksa dan disahkan oleh :

Dewan Penguji

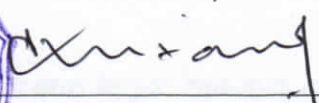
Puji Harsanto, S.T., M.T., Ph.D

Dosen Pembimbing I


Tanggal : 10/5/17

Jaza'ul Ikhsan, S.T., M.T., Ph.D

Dosen Pembimbing II


Tanggal : 10/5/2017

Burhan Barid, S.T., M.T

Dosen Penguji


Tanggal : 10/5/17



HALAMAN PERNYATAAN

Laporan tugas akhir dengan judul:

"Analisis Numerik Gerusan Lokal Metode CSU pada Aliran Subkritik Menggunakan *Software HEC-RAS 5.0.3* (Studi Kasus: Pilar Kapsul dan Pilar Tajam)"

Dikerjakan oleh:

Rina Putri Priyanti (20130110380)

Merupakan bagian dari Penelitian unggulan Prodi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, dengan judul:

"Study on Morphology and Sand Mining Management in Volcanic River"

Ketua Peneliti :

Jazaul Ikhsan, ST., MT., Ph.D.

Yang membuat pernyataan



(Rina Putri Priyanti)

HALAMAN MOTTO & PERSEMBAHAN

*“Lihatlah kepada orang yang berada di bawahmu dan jangan melihat orang yang berada diatasmu, karena yang demikian lebih patut, agar kalian tidak meremehkan nikmat Allah yang telah diberikan kepadamu”
(HR. Bukhari)*

Teruntuk Bapak Supriharjo dan Mamah Santi tercinta, yang selalu memberikan yang terbaik untuk masa depan anak perempuan tertuamu ini. Terimakasih atas segala doa tak terhingga yang selalu terpanjatkan untuk anakmu.

Teruntuk Nenek Wardini, yang akan tetap menjadi motivasi untuk saya untuk menyelesaikan jenjang ini dengan baik.

Teruntuk Mas Wisnu Satrio Wibowo, Adik Pramudya Aryo Praditya, dan Adik Astrid Anggraeni Gisela, yang selalu memberikan dukungan kepada saudara kalian ini.

Teruntuk Nurwidi Rukmana Jati Saputra yang sudah menjadi partner dalam segala hal dan keadaan, terimakasih untuk masih bersamaku hingga saat ini.

Teruntuk Ibu Dyah Tri Hastari (Ibunya Nurwidi) yang sudah menjadi orangtua di tanah rantau, terimakasih telah memberikan dukungan, pengalaman, dan motivasi selama masa study saya.

Untuk Sahabatku Vinesa Rizka Amalia, dan Sihtasari Devi, terimakasih atas semangat dan perjuangan yang telah kita lakukan bersama – sama dari awal semester hingga akhir.

Untuk ke-19 pejuang penelitian keairan terimakasih atas kerjasamanya, atas semangat-nya, dan bantuan-nya akhirnya semua ini terlampaui bersama. Terimakasih kepada Ahmad Azmi Fitriadin, ST yang sudah mendampingi pada penelitian ini.

Untuk teman – teman mahasiswa Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Teknik Sipil angkatan 2013. Terimakasih untuk segala kenangan selama ini, semoga kita semua dapat meraih kesuksesan

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
LEMBAR MONITORING	iii
HALAMAN MOTTO & PERSEMBAHAN	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR	x
INTISARI.....	xiii
BAB I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Rumusan Masalah.....	4
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Tinjauan Umum.....	5
BAB III. LANDASAN TEORI	
3.1 Konsep Gerusan Lokal	7
3.2 <i>HEC-RAS</i> Versi 5.0.3	10
3.3 Persamaan Pada <i>HEC-RAS 5.0.3</i>	10
3.3.1 Persamaan Energi	11
3.3.2 Kapasitas Angkutan Sedimen	12
3.3.3 Energi Kinetik.....	14
3.3.4 Kehilangan Energi Akibat Gesekan.....	16
3.3.5 Penyempitan dan Perluasan Tampang	16
3.3.6 Batas Aliran Tetap Satu Dimensi	17
3.4 Angka Kekasaran (<i>Manning's</i>).....	18
3.5 Analisa Gerusan Pada Pilar Jembatan	23

BAB IV. METODOLOGI PENELITIAN

4.1 Studi Literatur	28
4.2 Pengumpulan Data (Eksperimen)	28
4.2.1 Bahan	28
4.2.2 Alat	28
4.2.3 Metode Eksperimen	33
4.3 Simulasi Model Matematik (<i>HEC-RAS 5.0.3</i>)	34
4.3.1 Alur Simulasi <i>HEC-RAS 5.0.3</i>	34
4.3.2 Data yang Di Input.....	36
4.3.3 Langkah – Langkah Simulasi <i>HEC-RAS 5.0.3</i>	37

BAB V. HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Gerusan Lokal Pilar Eksperimen	54
5.2 Gerusan Lokal Pilar pada <i>HEC-RAS 5.0.3</i>	55
5.2.1 Variabel Persamaan <i>Colorado State University (CSU)</i>	55
A. Pilar Kapsul	60
B. Pilar Tajam.....	61
5.2.2 Kedalaman Gerusan.....	63
5.2.3 Lebar Gerusan.....	64

BAB VI. KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan.....	66
6.2 Saran	66

DAFTAR PUSTAKA	xiv
----------------------	-----

LAMPIRAN	xvi
----------------	-----

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Koefisien Penyempitan dan Perluasan Tampang.....	16
Tabel 3.2 Kemiringan dan nilai $\cos \Theta$	17
Tabel 3.3 Angka Kekasaran (<i>Manning's</i>)	18
Tabel 3.4 Faktor Koreksi untuk Bentuk Penampang Pilar (K1)	25
Tabel 3.5 Faktor Koreksi untuk Kondisi Dasar Saluran (K3).....	26
Tabel 3.6 Batasan Nilai K4 dan Ukuran Dasar Sedimen	27
Tabel 4.1 Parameter Hidraulika	36
Tabel 5.1 Kedalaman Gerusan Penelitian (eksperimen)	54
Tabel 5.2 <i>Trial and Error</i> Pilar Kapsul.....	56
Tabel 5.3 <i>Trial and Error</i> Pilar Tajam.....	57
Tabel 5.4 Perbandingan Nilai K1 dan K4	59
Tabel 5.5 Variabel yang Digunakan pada Pilar Kapsul	60
Tabel 5.6 Variabel yang Digunakan pada Pilar Tajam	61
Tabel 5.7 Kedalaman Gerusan Eksperimen dan Simulasi	64
Tabel 5.8 Lebar Gerusan Pilar Kapsul	64
Tabel 5.9 Lebar Gerusan Pilar Tajam	65

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Skema Pola Aliran dan Gerusan Lokal di Sekitar Pilar	8
Gambar 3.2 Kedalaman Gerusan Sebagai Fungsi Waktu	8
Gambar 3.3 Hubungan pada Persamaan Energi.....	11
Gambar 3.4 Metode Pembagian Tampang untuk Angkutan Sedimen.....	13
Gambar 3.5 Metode alternatif dari Pembagian Tampang untuk Angkutan Sedimen ...	14
Gambar 3.6 Contoh Perhitungan Memperoleh Energi Kinetik.....	14
Gambar 3.7 Beberapa Bentuk Pilar.....	25
Gambar 4.1 Skema Alat Percobaan <i>Flume Test</i>	31
Gambar 4.2 Model Pilar.....	32
Gambar 4.3 <i>Sediment Tracking</i> pada <i>Flume</i>	32
Gambar 4.4 <i>Flow Chart</i> Simulasi Matematik.....	34
Gambar 4.5 <i>Flow Chart</i> Simulasi Matematik (Lanjutan)	35
Gambar 4.6 Tampilan Awal <i>HEC-RAS 5.0.3</i>	37
Gambar 4.7 Langkah Membuat <i>Project</i> Baru	37
Gambar 4.8 Langkah Membuat <i>Project</i> Baru	37
Gambar 4.9 Langkah Memilih Satuan	38
Gambar 4.10 Langkah Memilih Satuan	38
Gambar 4.11 Langkah Menginput Data Geometri.....	38
Gambar 4.12 Langkah Menginput Data Geometri.....	38
Gambar 4.13 Langkah Menginput Data Geometri.....	39
Gambar 4.14 Skema Saluran.....	39
Gambar 4.15 Langkah Membuat Tampang Melintang Saluran Baru	40
Gambar 4.16 Tampang Melintang pada <i>River Station 10 (Hulu)</i>	40
Gambar 4.17 Langkah Men- <i>copy</i> Tampang Lintang	41
Gambar 4.18 Langkah Men- <i>copy</i> Tampang Lintang	41
Gambar 4.19 Skema Saluran dan Tampang Lintangnya.....	41
Gambar 4.20 Langkah Membuat/Menambahkan Struktur Melintang Sungai	42
Gambar 4.21 Langkah Membuat/Menambahkan Struktur Melintang Sungai	42
Gambar 4.22 Langkah Membuat/Menambahkan Struktur Melintang Sungai	42
Gambar 4.23 Langkah Membuat/Menambahkan Struktur Melintang Sungai	43

Gambar 4.24 Langkah Menginput Data Lantai Jembatan	43
Gambar 4.25 Langkah Menginput Data Lantai Jembatan	43
Gambar 4.26 Langkah Menginput Data Pilar Jembatan	44
Gambar 4.27 Langkah Menginput Data Pilar Jembatan	44
Gambar 4.28 Langkah Menginput Data Abutmen Jembatan.....	45
Gambar 4.29 Langkah Menginput Data Abutmen Jembatan.....	45
Gambar 4.30 Langkah Menginput Data Abutmen Jembatan.....	45
Gambar 4.31 Langkah Meninput Parameter Hidraulik Jembatan.....	46
Gambar 4.32 Langkah Meninput Parameter Hidraulik Jembatan.....	46
Gambar 4.33 Hasil input <i>Bridge Culvert Data</i>	46
Gambar 4.34 Langkah Menyimpan Data Geometri	47
Gambar 4.35 Langkah Membuat Data Debit	47
Gambar 4.36 Langkah Membuat Data Debit	47
Gambar 4.37 Langkah Membuat Data Debit	48
Gambar 4.38 Langkah Menginput Data Debit	48
Gambar 4.39 Langkah Menginput Data Debit	48
Gambar 4.40 Langkah Menginput Data Debit	49
Gambar 4.41 Langkah Menyimpan Data Debit	49
Gambar 4.42 Langkah <i>Running Data Steady Flow</i>	49
Gambar 4.43 Langkah <i>Running Data Steady Flow</i>	50
Gambar 4.44 Langkah <i>Running Data Steady Flow</i>	50
Gambar 4.45 Langkah Membuat Data Hidraulik.....	51
Gambar 4.46 Langkah Membuat Data Hidraulik.....	51
Gambar 4.47 Langkah Mengisi Data Simulasi Gerusan.....	52
Gambar 4.48 Hasil Simulasi Gerusan Pada Pilar.....	53
Gambar 5.1 Tampang Melintang Gerusan Pilar Kapsul	55
Gambar 5.2 Tampang Melintang Gerusan Pilar Tajam	55
Gambar 5.3 Perbandingan Y_s Eksperimen dengan Y_s Rekomendasi Pilar Kapsul.....	58
Gambar 5.4 Perbandingan Y_s Eksperimen dengan Y_s Rekomendasi Pilar Tajam.....	59
Gambar 5.5 Perbandingan Kedalaman Gerusan Pilar Kapsul, Y_s Rekomendasi dengan Y_s Modifikasi	61

Gambar 5.6 Perbandingan Kedalaman Gerusan Pilar Tajam, Ys Rekomendasi dengan Ys Modifikasi	62
Gambar 5.7 Hasil Simulasi Gerusan pada Pilar Kapsul.....	63
Gambar 5.8 Hasil Simulasi Gerusan pada Pilar Tajam.....	63
Gambar 5.9 Perbandingan Lebar Gerusan pada Pilar Kapsul	64
Gambar 5.10 Perbandingan Lebar Gerusan pada Pilar Tajam.....	65

INTISARI

Gerusan lokal adalah proses yang terjadi karena perubahan morfologi sungai yang pada umumnya karena adanya perubahan pola aliran yang disebabkan oleh bangunan air. Penelitian mengenai gerusan lokal pada bangunan air khususnya pilar jembatan perlu dilakukan, karena dampak dari gerusan lokal pada pilar akan menurunkan keamanan struktur jembatan.

Tujuan dari penelitian ini untuk mencari variabel yang tepat untuk menganalisis pilar kapsul dan pilar tajam dengan menggunakan formula Colorado State University (CSU) dan membandingkan gerusan simulasi dengan gerusan eksperimen. Simulasi dilakukan dengan aliran subkritik, menggunakan debit aliran $0,0044 \text{ m}^3/\text{detik}$, kedalaman aliran $0,0245 \text{ m}$ dan slope $0,0004$, dan menggunakan metode CSU.

Hasil simulasi menunjukkan gerusan maksimum pilar kapsul sebesar $0,0376 \text{ m}$ dengan gerusan maksimum eksperimen $0,0377 \text{ m}$, dan hasil simulasi gerusan maksimum pilar tajam sebesar $0,0285 \text{ m}$ dengan gerusan eksperimen $0,0284 \text{ m}$. Variabel CSU yang direkomendasikan oleh HEC-RAS untuk pilar kapsul dengan $K1$ sebesar $1,0$ dan $K4$ sebesar $0,417$ sedangkan pada penelitian dimodifikasi menjadi $K1$ $0,92$ dan $K4$ sebesar $0,4$. Dan untuk pilar tajam yang direkomendasikan $K1$ $0,9$ dan $K4$ sebesar $0,401$ sedangkan pada penelitian dimodifikasi menjadi $K1$ $0,88$ dan $K4$ sebesar $0,401$. Lebar gerusan yang didapatkan pada simulasi HEC-RAS bersifat simetris dan lebih kecil jaraknya dibandingkan dengan lebar gerusan eksperimen.

Kata Kunci : Metode CSU, Pilar, Gerusan Lokal, HEC-RAS