

NASKAH SEMINAR<sup>1</sup>  
**ANALISA NUMERIK GERUSAN LOKAL METODE CSU (COLORADO STATE UNIVERSITY)  
MENGUNAKAN HEC-RAS 5.0.3 PADA ALIRAN SUPERKRITIK  
(Studi Kasus : Pilar Lingkaran dan Pilar Persegi)**

---

Vinesa Rizka Amalia<sup>2</sup>, Puji Harsanto<sup>3</sup>, Jaza'ul Ikhsan<sup>4</sup>

**INTISARI**

*Pilar merupakan bagian struktur jembatan yang sangat penting, dimana pilar berfungsi menahan atau menopang berat jembatan itu sendiri beserta berat beban yang melintas di jembatan tersebut dan meneruskannya ke pondasi. Jika pilar jembatan dibangun di aliran sungai maka kestabilan pilar harus diperhatikan. Karena pilar akan merubah pola aliran sungai dan akan mengakibatkan gerusan lokal disekitar pilar. Perubahan ini terjadi karena adanya bagian aliran yang ditahan oleh pilar. Gerusan lokal (Local Scouring) biasanya terjadi karena adanya perubahan morfologi sungai ataupun jika pada suatu kecepatan aliran dimana sedimen transpor lebih besar dari sedimen yang disuplai. Ada beberapa faktor yang sangat menentukan besar kecilnya gerusan lokal yang terjadi di dasar sungai disekitar pilar, faktor-faktor tersebut yaitu bentuk geometri pilar, karakteristik aliran dan jenis sedimen. Terdapat beberapa metode persamaan untuk memprediksi gerusan lokal tersebut dengan mengaplikasikannya menggunakan software HEC-RAS pada persamaan CSU (Colorado State University).*

*Pada penelitian ini menggunakan persamaan CSU dimana terdapat variabel-variabel yang akan digunakan salah satunya adalah faktor koreksi K1 dan K4 yang nilai pada faktor koreksi tersebut telah disarankan oleh HEC-RAS. Disini peneliti mencoba mencari variabel yang pas untuk mendapatkan kedalaman gerusan yang sama dengan hasil kedalaman gerusan pada eksperimen.*

*Berdasarkan hasil kedalaman gerusan menggunakan HEC-RAS didapat kedalaman gerusan pada pilar persegi lebih besar dibandingkan dengan kedalaman gerusan pilar lingkaran. Hasil kedalaman gerusan pada HEC-RAS tersebut sama dengan hasil kedalaman gerusan pada eksperimen yang dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.*

***Kata kunci : Pilar, Gerusan Lokal, Metode CSU, HEC-RAS***

---

<sup>1</sup>Disampaikan pada Seminar Tugas Akhir

<sup>2</sup>Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

NIM : 20130110294

<sup>3</sup>Dosen Pembimbing I

<sup>4</sup>Dosen Pembimbing II

## **I. PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang**

Jembatan merupakan bangunan struktur yang sangat penting yaitu dapat menghubungkan dua daerah maupun dua wilayah yang terpisah dikarenakan adanya halangan yang tidak dapat langsung dilewati seperti adanya sungai, lembah, jalan maupun saluran irigasi. Pada umumnya jembatan memiliki beberapa bagian struktur salahsatunya yaitu pilar jembatan.

Pilar merupakan bagian struktur jembatan yang sangat penting, dimana pilar berfungsi menahan atau menopang berat jembatan itu sendiri beserta berat beban yang melintas di jembatan tersebut dan meneruskannya ke pondasi. Jika pilar jembatan dibangun di aliran sungai maka kestabilan pilar harus

diperhatikan. Karena pilar akan merubah pola aliran sungai dan akan mengakibatkan gerusan lokal disekitar pilar. Perubahan ini terjadi karena adanya bagian aliran yang ditahan oleh pilar.

Gerusan lokal (*Local Scouring*) biasanya terjadi karena adanya perubahan morfologi sungai ataupun jika pada suatu kecepatan aliran dimana sedimen transpor lebih besar dari sedimen yang disuplai. Ada beberapa faktor yang sangat menentukan besar kecilnya gerusan lokal yang terjadi di dasar sungai disekitar pilar, faktor-faktor tersebut yaitu bentuk geometri pilar, karakteristik aliran dan jenis sedimen. Dampak dari gerusan lokal pada pilar sangat perlu diperhatikan karena akan menurunkan stabilitas keamanan struktur jembatan. Terdapat beberapa metode

persamaan untuk memprediksi gerusan lokal tersebut dengan mengaplikasikannya menggunakan *software* HEC-RAS.

Pada *software* HEC-RAS terdapat dua persamaan yang ada pada gerusan lokal pada pilar yaitu Persamaan CSU (*Colorado State University*) dan Persamaan Froehlich. Pada penelitian ini digunakan metode/persamaan HEC-RAS yaitu persamaan CSU (*Colorado State University*). Sebagaimana diketahui, aliran yang dipakai adalah aliran superkritik dengan menggunakan pilar persegi dan pilar lingkaran.

Berdasarkan hal diatas, pentingnya melakukan penelitian mengenai gerusan lokal khususnya pada pilar jembatan. Sebagaimana diketahui, bahwa pilar jembatan yang dibangun di sungai dapat merubah pola aliran sungai disekitar pilar dan pilar akan menjadi penghalang aliran sehingga terjadi turbulen disekitarnya yang menyebabkan terjadinya gerusan dan penurunan elevasi dasar di sekitar pilar. Maka dari itu perlunya penelitian ini untuk mengetahui seberapa besar gerusan lokal yang ditimbulkan oleh adanya bangunan air seperti pilar jembatan, sehingga dapat meminimalisir dampak yang terjadi yang disebabkan oleh pilar tersebut.

### **B. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang tersebut dapat dirumuskan beberapa masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana menganalisa gerusan yang terjadi pada pilar jembatan menggunakan program HEC-RAS 5.0.3
2. Variabel apakah yang tepat untuk menganalisis pilar persegi dan pilar lingkaran dengan menggunakan persamaan *Colorado State University* (CSU) ?
3. Bagaimana perbandingan antara hasil analisis metode numerik menggunakan *software Hec-Ras* dengan hasil penelitian dilapangan?
- 4.

### **C. Tujuan Penelitian**

Maksud dan tujuan dilakukan penelitian adalah sebagai berikut:

1. Mencari variable yang tepat untuk untuk menganalisis pilar persegi dan pilar lingkaran dengan menggunakan persamaan *Colorado State University* (CSU).
2. Mengetahui perbandingan antara hasil analisis metode numeric menggunakan *software Hec-Ras* dengan hasil penelitian dilapangan.

### **D. Manfaat Penelitian**

Manfaat yang diperoleh dari penelitian adalah sebagai:

1. Sebagai panduan untuk melakukan permodelan gerusan lokal di sekitar pilar persegi dan pilar lingkaran dengan persamaan *Colorado State University* (CSU) menggunakan *software* HEC-RAS versi 5.0.3.

### **E. Batasan Masalah**

Penelitian ini dapat mengarahkan pada latar belakang dan permasalahan yang telah dirumuskan maka dibuat batasan – batasan masalah guna membatasi ruang lingkup penelitian, antara lain:

1. Penelitian dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Univesitas Muhammadiyah Yogyakarta menggunakan *Flume* dengan diketahui panjang 5 m, lebar 0,46 m, dan *Sloope* 0,0358. Material dasar *flume* menggunakan pasir setebal 10 cm sepanjang *flume* pada aliran superkritik dengan waktu simulasi 6 menit setiap kali *running*.
2. Analisa gerusan lokal pilar menggunakan *software* HEC-RAS 5.0.3 dengan persamaan *Colorado State University* (CSU).
3. Simulasi yang dilaksanakan adalah bentuk penampang yang diberi pilar di tengahnya.
4. Bentuk pilar yang disimulasikan yaitu bentuk persegi, dan lingkaran.
5. Penelitian hanya melihat fenomena perubahan aliran yang terjadi pada sekitar pilar jembatan dengan menggunakan alat *Point Gauge* untuk mengukurnya.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

Gerusan lokal umumnya terjadi pada alur sungai yang terhalang pilar jembatan yang menyebabkan adanya pusaran. Gerakan dari pusaran akan membawa butiran dasar menjauh dari asalnya dan jika tingkat debit sedimen yang keluar dari gerusan lebih besar dari yang masuk, maka akan terbentuk lubang akibat penggerusan.

Penggerusan pada dasar sungai di bawah pilar akibat adanya aliran sungai yang mengikis lapisan tanah dasar dapat dihitung kedalamannya. Kedalaman gerusan tergantung dari beberapa variabel (lihat Breuser dan Raudkivi, 1991 dalam Hanwar, 1999:11 dalam Syarvina dan Terunajaya, 2013).

Achmadi (2001) membandingkan beberapa persamaan untuk mencari kedalaman gerusan disekitar pilar, persamaan yang dibandingkan yaitu persamaan Richardson dkk (CSU/1990), persamaan Melville (1990), persamaan Laurens dan Toch (1956), persamaan Simons (1977), persamaan Froehlich (1988) dan persamaan Shen (1969). Hasil dari perbandingan tersebut didapatkan bahwa perhitungan kedalaman gerusan menggunakan persamaan Richardson dkk (1990) hasilnya hampir sama atau mendekati hasil perhitungan di Laboratorium. Achmadi (2001) sendiri menyebutkan bahwa persamaan gerusan pilar yang paling sering digunakan di AS adalah persamaan Coloardo State University (CSU) yang direkomendasikan federal Highway Administration Transportation AS.

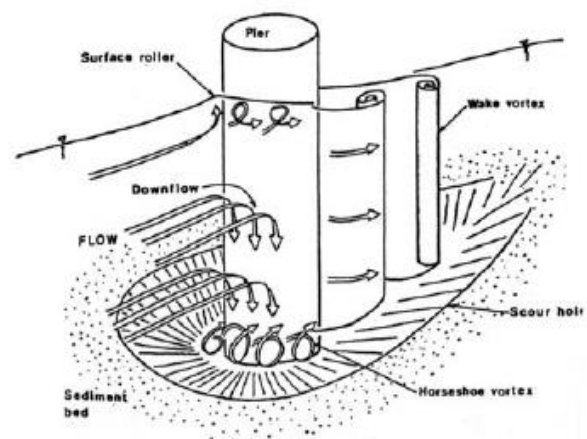
## III. LANDASAN TEORI

### A. Gerusan Lokal

Proses yang mengikuti aliran pada sungai adalah proses penggerusan, angkutan sedimen dan pengendapan, dimana proses tersebut berurutan mengikuti arah aliran sungai. Gerusan adalah proses penurunan dasar sungai karena erosi di bawah elevasi permukaan alami atau proses semakin dalamnya dasar sungai karena interaksi antara karakteristik aliran dengan karakteristik material dasar sungai.

Gerusan yang terjadi di sekitar pilar adalah akibat sistem pusaran (*Vortex system*) yang timbul karena aliran dirintangi pilar tersebut. Aliran mendekati pilar dan tekanan stagnasi akan menurun dan menyebabkan aliran kebawah (*down flow*) yaitu aliran dari kecepatan tinggi menjadi kecepatan rendah. Kekuatan *down flow* akan mencapai maksimum ketika berada tepat pada dasar saluran. Komponen aliran vertikal menjadi penyebab permulaan terjadinya gerusan (Ariyanto, 2010). Kecepatan aliran yang akan mendorong sistem pusaran di sekitar pilar, pada dasar struktur aliran bawah ini membentuk pusaran yang pada akhirnya menyapu sekeliling dan bagian bawah stuktur dengan memenuhi seluruh aliran (Miller, 2003:6 dalam Prayuda, 2015). Peristiwa ini dinamakan pusaran tapal kuda (*horseshoe vortex*) dimana jika dilihat dari atas bentuk pusaran tersebut akan mirip dengan bentuk tapal kuda. Pusaran ini akan stabil setelah keseimbangan gerusan lokal telah terbentuk.

Karena tekanan stagnasi di depan pilar, permukaan air meningkat dan membentuk *bow wave* (peningkatan permukaan aliran) yang disebut sebagai gulungan permukaan (*surface roller*). Kemudian *horseshoe vortex* (pusaran tapal kuda) berkembang sebagai akibat dari pemisahan aliran di hilir lingkaran lubang gerusan yang tergerus oleh *down flow*. *Horseshoe vortex* memanjang kearah hilir lubang gerusan, melewati sisi samping pilar. Aliran memisah di sisi samping pilar dan membentuk system *wake vortex* (aliran pusaran di samping pilar). Intensitas turbulensi bertambah, konsekuensinya gerusan dan angkutan sedimen meningkat.



**Gambar 1** Skema Gerusan Lokal di Sekitar Pilar Silinder

## B. Persamaan Gerusan Lokal Pada HEC-RAS

HEC-RAS 5.0.3 dapat melakukan analisis hitungan satu dimensi pada profil muka air aliran permanen (*Steady Flow*), hitungan satu/dua dimensi pada profil muka air aliran tidak permanen (*Unsteady Flow*), hitungan angkutan sedimen, analisis kualitas air, dan fitur desain hidraulik.

Pada HEC-RAS menyajikan 2 (dua) persamaan/formula yang dapat dipakai untuk menganalisa besarnya kedalaman gerusan pada pilar, yaitu persamaan *Colorado State University* (CSU) dan persamaan *Froechlich* (1991). Pada HEC.18 Persamaan CSU lebih direkomendasikan untuk menghitung besarnya kedalaman gerusan. Persamaan CSU dapat menghitung kedalaman gerusan pilar pada kondisi *live-bed* dan *clear-water*.

Karena faktor koreksi dikembangkan berdasarkan batas data flume, maka tidak otomatis terhitung di HEC-RAS. Maka dari itu dapat diaplikasi secara manual faktor untuk memperhitungkan kedalaman gerusan, atau dapat di kombinasi dengan salah satu faktor koreksi ( $K_1$  sampai  $K_4$ ).

### 1. Faktor Koreksi $K_1$

**Tabel 1** Faktor koreksi untuk bentuk penampang pilar

Bentuk Ujung Pilar	$K_1$
Persegi	1,1
Bulat	1,0
Lingkaran Silinder	1,0
Kumpulan Silinder	1,0
Tajam	0,9

Sumber : *HEC-RAS Reference Manual* (2016)

### 2. Faktor Koreksi $K_2$

Faktor koreksi untuk arah datang aliran ( $K_2$ ) dapat pula dikalkulasi dengan cara:

$$K_2 = \left( \cos \theta + \frac{L}{a} \sin \theta \right)^{0.65} \quad (1)$$

Dimana:

$L$  = Panjang Pilar (m)

$\theta$  = Sudut datang aliran

### 3. Faktor Koreksi $K_3$

**Tabel 2** Faktor koreksi untuk kondisi dasar saluran ( $K_3$ )

Kondisi Dasar	Tinggi Gundukan (m)	$K_3$
<i>Clear Water Scour</i>	-	1.1
Dasar rata dan aliran <i>anti-dune</i>	-	1.1
Gundukan kecil	$10 > H \geq 2$	1.1
Gundukan sedang	$30 > H \geq 10$	1.1 – 1.2
Gundukan besar	$H \geq 30$	1.3

Sumber : *HEC-RAS Reference Manual* (2016)

### 4. Faktor Koreksi $K_4$

$$K_4 = 0.4 (V_r)^{0.15} \quad (2)$$

Dimana:

$V_r$  = Kecepatan rasio

**Tabel 3** Batasan Nilai  $K_4$  dan ukuran dasar sedimen

Faktor Koreksi	Ukuran material dasar minimum	Nilai minimum $K_4$
$K_4$	$D_{50} \geq 0.006$ ft (0.002 m)	0.4
	$D_{95} \geq 0.06$ ft (0.02 m)	

Sumber : *HEC-RAS Reference Manual* (2016)

## IV. METODE PENELITIAN

### A. Studi Literatur

Penelitian ini mengambil sumber dari jurnal – jurnal serta beberapa tugas akhir tentang gerusan lokal yang digunakan untuk menunjang penelitian, baik pada penelitian model fisik (*experiment*) maupun model matematik / numerik. Pada penelitian ini diminta untuk menganalisa dan menghitung kedalaman gerusan yang terjadi disekitar pilar dengan *Software* HEC-RAS 5.0.3 dan menggunakan metode CSU.

## B. Pengambilan Data

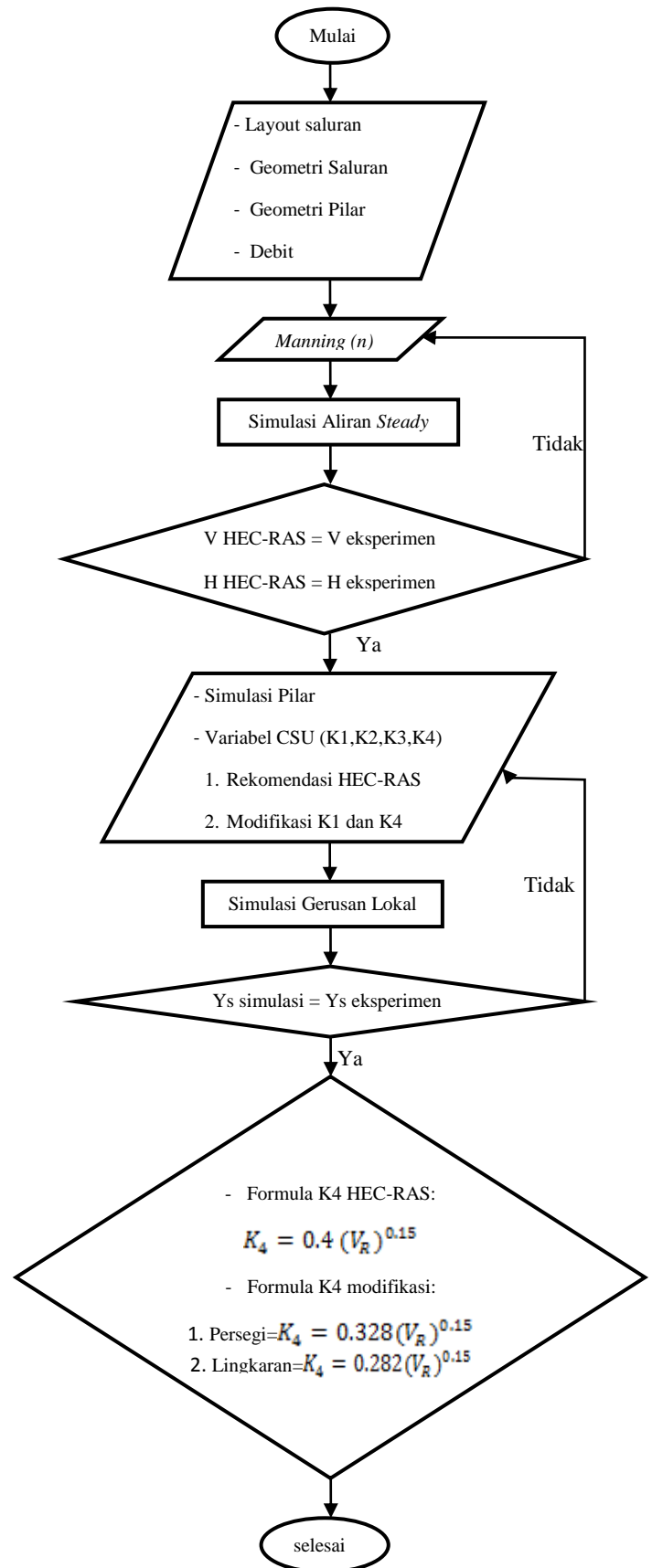
**Tabel 4** Parameter Hidraulik Aliran Superkritik

No	Parameter	Nilai	Satuan
1	Panjang Saluran	5,00	m
2	Lebar Saluran utama	0,46	m
3	Kedalaman Aliran	0,0175	m
4	Angka Slope	0,0358	
5	Angka Manning	0,02	
6	Debit Aliran	0,005223	m <sup>3</sup> /s
7	Kecepatan Aliran		
	a. Pilar Persegi	0,2194	m/s
	b. Pilar Lingkaran	0,2840	m/s
8	a. Dimensi Pilar Persegi - Panjang sisi-sisinya	0,0762	M
	b. Dimensi Pilar Lingkaran - Diameter	0,0762	m
9	Ukuran Sedimen 50% (D <sub>50</sub> )	0,98	mm
10	Ukuran Sedimen 95% (D <sub>95</sub> )	1,86	mm

## C. Simulasi Model Matematik (HEC-RAS)

Dalam mempelajari aliran hidraulika, maka perlu dilakukan pemodelan / simulasi yang dapat menggambarkan kondisi suatu saluran. HEC-RAS 5.0.3 adalah salah satu *software* yang dapat digunakan untuk pemodelan. HEC-RAS 5.0.3 merupakan model satu dimensi aliran permanen (*steady flow*) dan satu/dua dimensi aliran tak permanen (*unsteady flow*).

Pada analisa ini dapat dilakukan menggunakan *steady flow* untuk menganalisa gerusan yang terjadi disekitar pilar dengan metode *Colorado State University (CSU)*.



**Gambar 2** Flow Chart Simulasi Matematik

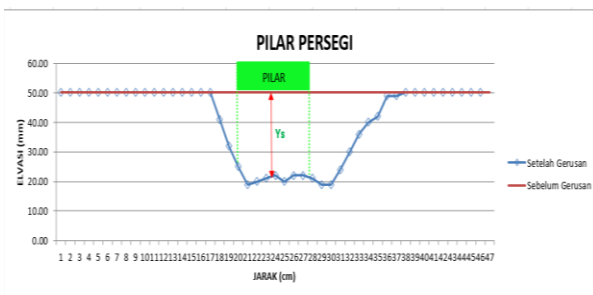
## V. HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Gerusan Lokal Pilar Pada Penelitian (Eksperimen)

**Tabel 5** Kedalaman Gerusan Penelitian

No	Bentuk Pilar	Kedalaman Gerusan	Satuan
1	Pilar Persegi	0,0273 Lebar Gerusan Sisi Kiri: 0,0274 Lebar Gerusan sisi kanan: 0.104	m
2	Pilar Lingkaran	0,0198 Lebar Gerusan Sisi Kiri: 0,0239 Lebar Gerusan sisi kanan: 0,0986	m

Data gerusan lokal yang disajikan pada tabel **Tabel 5** diperoleh dari hasil perhitungan data *cross section* 22 pada pilar persegi dan data *cross section* 38 pada pilar lingkaran. Data yang diambil merupakan data *cross section* yang tepat berada di tengah-tengah pilar. Data pada *cross section* kemudian akan dibuat sebuah grafik yang nantinya akan didapat hasil gerusan lokal penelitian (**Gambar 4** dan **Gambar 5**).



**Gambar 4** Tampang melintang 22 gerusan pilar persegi



**Gambar 5** Tampang melintang 38 gerusan pilar lingkaran

### B. Gerusan Lokal Pilar Pada HEC-RAS

#### 1. Variabel Rekomendasi HEC-RAS

Pada penelitian ini menggunakan metode Colorado State University (CSU) yang ada pada HEC-RAS 5.0.3. Dalam metode ini

terdapat beberapa faktor koreksi untuk memperkirakan kedalaman gerusan yang terjadi disekitar pilar.

Berdasarkan percobaan *Trial and Error* yang menyajikan percobaan variabel CSU terhadap pilar persegi didapatkan hasil percobaan tersebut berdasarkan variabel yang disarankan oleh HEC-RAS yaitu hasil gerusan ( $Y_s$ ) melebihi hasil gerusan ( $Y_s$ ) penelitian eksperimen, perbedaan nilai gerusan ( $Y_s$ ) tersebut yaitu sebesar 0.0186 m.

Sedangkan untuk percobaan variabel CSU terhadap pilar lingkaran didapatkan hasil percobaan tersebut berdasarkan variabel yang disarankan oleh HEC-RAS yaitu hasil gerusan ( $Y_s$ ) melebihi hasil gerusan ( $Y_s$ ) penelitian/eksperimen, perbedaan nilai gerusan ( $Y_s$ ) tersebut yaitu sebesar 0.0218 m.

Maka dari itu pada penelitian kali ini mencoba mencari variabel yang pas untuk mengganti variabel yang disarankan oleh HEC-RAS, terutama variabel faktor koreksi  $K_1$  dan  $K_4$  yang digunakan untuk mendapatkan kedalaman gerusan yang mendekati hasil kedalaman gerusan pada eksperimen.

Dari percobaan *trial and error* didapatkan perbandingan antara variabel  $K_1$  dan variabel  $K_4$ . Pada **Tabel 6** akan menampilkan perbandingan nilai antara kedua variabel.

**Tabel 6** Perbandingan nilai  $K_1$  dan  $K_4$

No	Pilar	Variabel	Beda Nilai	Hasil Selisih Kedalaman Gerusan
1	Persegi	K1	0,01	0,0004
			0,05	0,0018
		K4	0,01	0,0012
			0,05	0,0058
2	Lingkaran	K1	0,01	0.0003
			0,05	0.002
		K4	0,01	0,0012
			0,05	0.0062

Dari **Tabel 6** dapat disimpulkan bahwa variabel  $K_4$  lebih sensitif terhadap perubahan kedalaman gerusan dibandingkan variabel  $K_1$ .

## 2. Variabel yang Digunakan

### a) Pilar Persegi

Dari percobaan diatas maka digunakan nilai K1 dan K4 sebesar:

**Tabel 7** Variabel yang digunakan pada Pilar Persegi

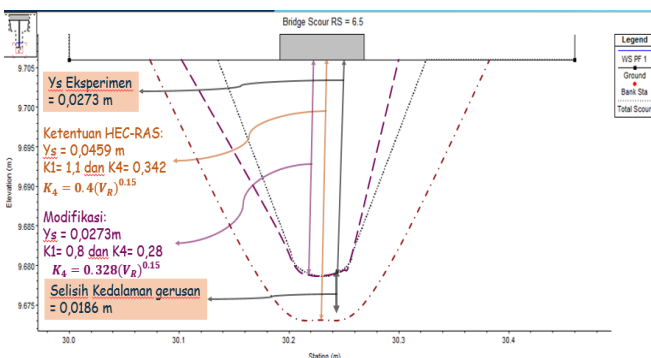
Variabel	Ketentuan HEC-RAS	Percobaan
K1	1,1	0,8
K4	0,342	0,28

Berdasarkan tabel diatas nilai K1 yang diperoleh dari ketentuan HEC-RAS untuk pilar persegi yaitu sebesar 1,1. Setelah percobaan mencari variabel baru didapat hasil K1 sebesar 0,8.

Untuk nilai K4 sendiri didapat dari hasil persamaan yang telah di tetapkan oleh HEC-RAS (**Persamaan 3**). Persamaan tersebut digunakan untuk mencari kedalaman gerusan yang mendekati dengan kedalaman gerusan penelitian. Setelah dicoba dengan persamaan yang ditetapkan oleh HEC-RAS, hasil yang di dapat tidak sesuai dengan kedalaman gerusan penelitian sehingga nilai K4 dapat dicari dan dicoba secara acak hingga didapat hasil kedalaman gerusan yang sesuai dengan kedalaman gerusan penelitian. Pada **Persamaan 4** adalah persamaan K4 modifikasi yang digunakan untuk penelitian agar mencapai  $Y_s$  yang sesuai.

$$K_4 = 0.4 (V_R)^{0.15} \quad (3)$$

$$K_4 = 0.328(V_R)^{0.15} \quad (4)$$



**Gambar 6** Perbandingan kedalaman gerusan

### b) Pilar Lingkaran

Dari percobaan diatas maka digunakan nilai K1 dan K4 sebesar:

**Tabel 8** Variabel yang digunakan pada Pilar Lingkaran

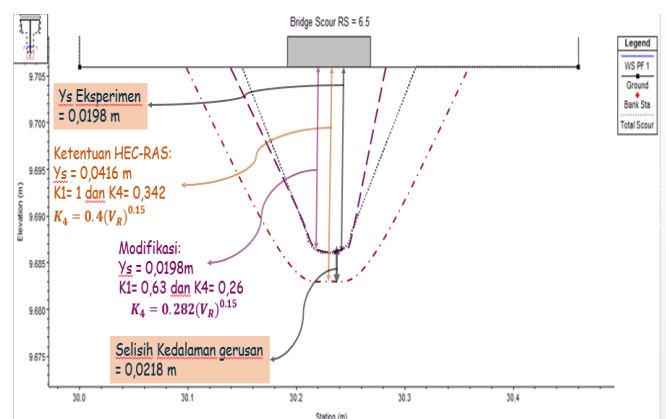
Variabel	Ketentuan HEC-RAS	Percobaan
K1	1	0,63
K4	0,342	0,26

Berdasarkan tabel diatas nilai K1 yang diperoleh dari ketentuan HEC-RAS untuk pilar lingkaran yaitu sebesar 1. Setelah percobaan mencari variabel baru didapat hasil K1 sebesar 0,63.

Untuk nilai K4 sendiri didapat dari hasil persamaan yang telah di tetapkan oleh HEC-RAS (**Persamaan 5**). Persamaan tersebut digunakan untuk mencari kedalaman gerusan yang mendekati dengan kedalaman gerusan penelitian. Setelah dicoba dengan persamaan yang ditetapkan oleh HEC-RAS, hasil yang di dapat tidak sesuai dengan kedalaman gerusan penelitian sehingga nilai K4 dapat dicari dan dicoba secara acak hingga didapat hasil kedalaman gerusan yang sesuai dengan kedalaman gerusan penelitian. Pada **Persamaan 6** adalah persamaan K4 modifikasi yang digunakan untuk penelitian agar mencapai  $Y_s$  yang sesuai.

$$K_4 = 0.4 (V_R)^{0.15} \quad (5)$$

$$K_4 = 0.282(V_R)^{0.15} \quad (6)$$

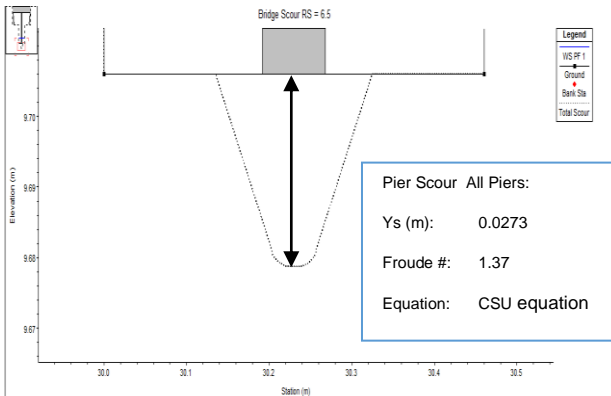


**Gambar 7** Perbandingan Kedalaman Gerusan

### 3. Kedalaman Gerusan

#### a) Pilar Persegi

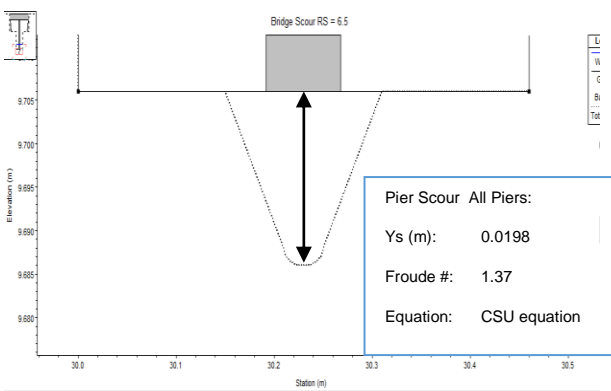
Hasil simulasi gerusan pada pilar persegi didapatkan kedalaman gerusan sebesar 0,0273 m. Pada **Gambar 7** menampilkan penampang melintang gerusan yang terjadi pada pilar persegi.



**Gambar 8** Hasil kedalaman gerusan pada pilar persegi

#### b) Pilar Lingkaran

Sedangkan hasil simulasi gerusan yang terjadi pada pilar lingkaran sebesar 0,0198 m. Pada **Gambar 9** menampilkan penampang melintang gerusan yang terjadi pada pilar lingkaran.



**Gambar 9** Hasil kedalaman gerusan pilar lingkaran

Dari keseluruhan hasil simulasi HEC-RAS, agar memudahkan untuk melihat kedalaman gerusan dan perbandingan dengan gerusan penelitian, dapat dilihat pada **Tabel 9**

**Tabel 9** Kedalaman gerusan eksperimen dan simulasi

No	Bentuk Pilar	Kedalaman Gerusan Penelitian	Kedalaman Gerusan HEC-RAS
1	Persegi	0,0273	0,0273
2	Lingkaran	0,0198	0,0198

Berdasarkan perbandingan tabel diatas didapatkan hasil kedalaman gerusan pada pilar persegi dan pilar lingkaran dengan menggunakan simulasi HEC-RAS sama dengan hasil kedalaman gerusan pada penelitian.

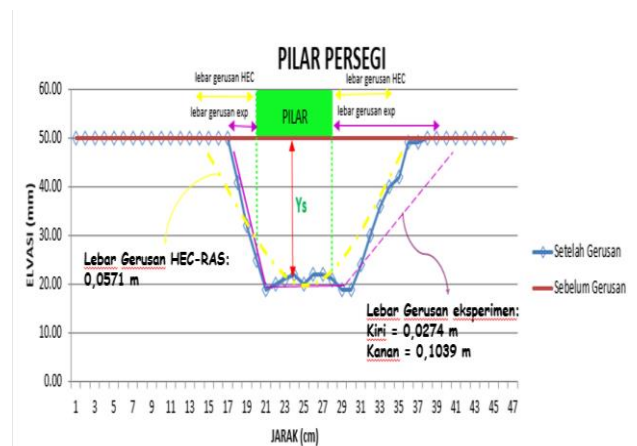
### 4. Lebar Gerusan

#### a) Pilar Persegi

Pada **Tabel 10** akan menampilkan lebar gerusan hasil simulasi HEC-RAS dan hasil penelitian yang terjadi pada pilar persegi. Serta **Gambar 10** menampilkan penampang melintang perbandingan lebar gerusan yang terjadi pada pilar persegi.

**Tabel 10** Lebar gerusan pilar persegi

	Eksperimen	Simulasi
Lebar Gerusan	Kiri : 0,0274 m Kanan : 0,1039 m	0,0571 m
Slope	Kiri : 1,054 Kanan : 4,948	2,745



**Gambar 10** Perbandingan lebar gerusan pada pilar persegi

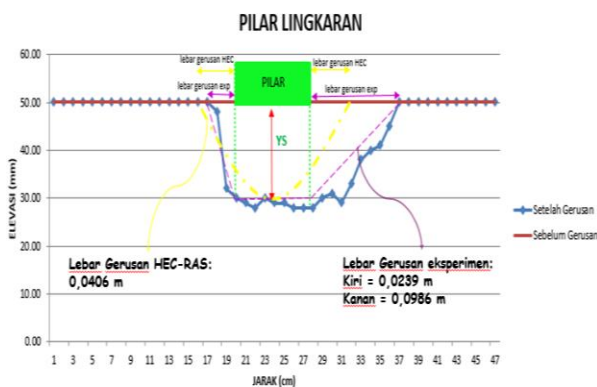


## b) Pilar Lingkaran

Pada **Tabel 11** akan menampilkan lebar gerusan hasil simulasi HEC-RAS dan hasil penelitian yang terjadi pada pilar lingkaran. Serta **Gambar 11** menampilkan penampang melintang perbandingan lebar gerusan yang terjadi pada pilar tajam.

**Tabel 11** Lebar gerusan pilar lingkaran

	Eksperimen	Simulasi
Lebar Gerusan	Kiri : 0,0239 m Kanan: 0,0986 m	0,0406 m
Slope	Kiri : 0,797 Kanan : 3,521	3,356



**Gambar 11** Perbandingan lebar gerusan pada pilar lingkaran

Dilihat dari hasil penjabaran lebar gerusan pilar diketahui bahwa lebar pilar gerusan pada pilar persegi dan lebar gerusan pilar lingkaran tidak sama dengan hasil lebar gerusan pilar dari hasil eksperimen.

## VI. KESIMPULAN DAN SARAN

### A. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan mengenai kedalaman gerusan yang dilakukan pada pilar jembatan yang berbentuk persegi dan lingkaran menggunakan *software* HEC-RAS dengan persamaan *Colorado State University* (CSU), maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Berdasarkan simulasi bahwa dengan variabel yang disarankan HEC-RAS menghasilkan

nilai kedalaman gerusan yang berbeda dengan kedalaman gerusan eksperimen.

2. Nilai variabel K1 untuk pilar persegi sebesar 1,1 dan pada penelitian digunakan nilai sebesar 0,8. Serta nilai variabel K4 sesuai perhitungan didapatkan sebesar 0,342 dan pada penelitian digunakan nilai sebesar 0,28.
3. Nilai variabel K1 untuk pilar tajam sebesar 1 dan pada penelitian digunakan nilai sebesar 0,63. Serta nilai variabel K4 sesuai perhitungan didapatkan sebesar 0,342 dan pada penelitian digunakan nilai sebesar 0,26.
4. Berdasarkan simulasi bahwa variabel K4 lebih sensitif terhadap perubahan kedalaman gerusan dibandingkan variabel K1.
5. Hasil lebar gerusan pada simulasi bersifat simetris antara sisi kanan dan sisi kiri pilar, sedangkan lebar gerusan pada eksperimen tidak bersifat simetris.

## B. SARAN

1. Perlunya membandingkan hasil simulasi HEC-RAS dengan kondisi yang nyata di lapangan.
2. Diperlukannya penelitian selanjutnya untuk mendapatkan formula lebar gerusan.

## VII. DAFTAR PUSTAKA

- Achmadi, Tri. 2001. *Model Hidraulika Gerusan Pada Pilar Jembatan*. Tesis. Magister Teknik Sipil Universitas Diponegoro Semarang.
- Ariyanto, Anton, 2010, *Analisis Bentuk Pilar jembatan Terhadap Potensi Gerusan Lokal*. Jurnal APTEK. Vol 1 No. 1 : 41.
- HEC-RAS Hydraulic Reference Manual. 2016. *River Analysis System*. US Army Corps Of Engineers.
- Syarvina dan Terunajaya. 2013. *Mekanisme Gerusan Lokal Pada Pilar Silinder Tunggal Dengan Variasi Debit*. Penelitian. Medan: USU.