

# PENGARUH POLA ALIRAN DAN PENGGERUSAN LOKAL DI SEKITAR PILAR JEMBATAN DENGAN MODEL DUA DIMENSI

Lajurady  
NRP: 0921054

Pembimbing: Endang Ariani, Ir., Dipl.H.E.

## ABSTRAK

Pada saat ini sering terjadi kerusakan pilar jembatan oleh gerusan lokal di sekitar pilar. Gerusan diakibatkan aliran air yang terhambat oleh pilar itu sendiri yang bisa merubah pola aliran dan membentuk pusaran di sekitar pilar. Sehingga terjadi penggerusan dasar sungai yang semakin lama semakin dalam, lalu pilar tersebut runtuh dan terbawa oleh aliran air, akhirnya jembatan akan hancur.

Penelitian ini bertujuan supaya penggerusan yang terjadi di sekitar pilar sedangkalkan mungkin dan tidak membahayakan pilar itu sendiri. Penelitian menggunakan saluran terbuka model 2 dimensi yang berada di Laboratorium Hidraulika Universitas Kristen Maranatha dengan panjang saluran 9 m, lebar 1 m dan tinggi 0,62 m. Penelitian menggunakan 1 pilar dan 2 pilar yang berukuran 0,06 x 0,24 m. Ukuran dan model pilar mengacu pada penelitian yang dilakukan oleh Tison (1940). Bentuk pilar yang digunakan ada 2 jenis, yaitu tipe A berbentuk segi empat dan tipe B berbentuk *lenticular*. Untuk pilar tipe B dicoba dengan sudut terhadap arah aliran, yaitu  $5^\circ$  dan  $10^\circ$ . Material dasar saluran yang digunakan yaitu pasir Galunggung. Aliran tanpa mengandung pasokan sedimen (*clear water flow*). Pengujian dilakukan selama  $\pm 30$  menit setelah aliran konstan.

Pola gerusan memberi gambaran tentang gerusan lokal di sekitar pilar jembatan yang mungkin terjadi. Pola gerusan berupa kontur yang didapat dari hasil percobaan yang digambar setiap penurunan 1 cm. Kedalaman gerusan maksimum dengan menggunakan 1 pilar dan 2 pilar yang terjadi pada pilar tipe A yaitu 4,7 cm dan 6,5 cm. Kedalaman gerusan maksimum untuk pilar tipe B dengan menggunakan 1 pilar dan 2 pilar yaitu 1,6 cm dan 2,2 cm. Kedalaman gerusan maksimum untuk pilar tipe B dengan 2 pilar yang bersudut yaitu 4,5 cm untuk sudut  $5^\circ$  dan 5,9 cm untuk sudut  $10^\circ$ . Pilar yang terbaik adalah tipe B.

**Kata kunci:** gerusan lokal, pilar jembatan, pola gerusan, kedalaman geusan, pola aliran.

## DAFTAR ISI

<b>Halaman Judul</b>	
<b>Lembar Pengesahan</b>	
<b>Pernyataan Orisinalitas Laporan Penelitian</b>	
<b>Pernyataan Publikasi Laporan Penelitian</b>	
<b>Kata Pengantar</b>	

<b>Abstrak</b> .....	i
<b>Daftar Isi</b> .....	ii
<b>Daftar Tabel</b> .....	iv
<b>Daftar Gambar</b> .....	v
<b>Daftar Notasi</b> .....	vii

### **BAB I PENDAHULUAN**

1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Maksud dan Tujuan Penelitian .....	2
1.3 Ruang Lingkup Penelitian .....	2
1.4 Sistematika Penulisan .....	3

### **BAB II TINJAUAN LITERATUR**

2.1 Penggerusan .....	4
2.2 Pola Aliran dan Mekanisme Gerusan Lokal .....	5
2.3 Faktor Penggerusan .....	7
2.3.1 Gradasi Sedimen .....	7
2.3.2 Ukuran Pilar .....	7
2.3.3 Kedalaman Aliran .....	8
2.3.4 Bentuk Pilar .....	9
2.3.5 Arah Pilar .....	9
2.4 Hasil Penelitian Tison (1940) .....	10
2.5 Debit Aliran .....	11
2.6 Kecepatan Aliran .....	11
2.7 Analisis Ayak .....	13
2.7.1 Standar Acuan .....	13
2.7.2 Maksud dan Tujuan .....	13
2.7.3 Dasar Teori .....	13

### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

3.1 Umum .....	15
3.2 Perencanaan Model Pilar .....	18
3.3 Analisis Ayak .....	20
3.4 Lengkung Debit Thompson .....	23
3.5 Kecepatan Aliran .....	25
3.6 Penggerusan Lokal Di Sekitar Pilar Tipe A .....	27
3.7 Penggerusan Lokal Di Sekitar Pilar Tipe B .....	35

<b>BAB IV HASIL ANALISIS PENELITIAN</b>	
4.1 Analisis Ayak .....	47
4.2 Lengkung Debit Thompson .....	51
4.3 Kecepatan Aliran Di Udik Pilar .....	53
4.4 Pola Aliran .....	55
4.5 Kedalaman Gerusan Maksimum .....	57
4.6 Pola Gerusan .....	58
4.7 Gambar Pola Aliran dan Gerusan.....	60
<b>BAB KESIMPULAN</b>	
Kesimpulan .....	67
Saran .....	67
<b>Daftar Pustaka .....</b>	<b>68</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 2	Hasil penelitian Tison pada tahun 1940 .....	10
Tabel 3.1	Peralatan yang digunakan untuk analisis ayak .....	20
Tabel 3.2	Peralatan yang digunakan untuk debit Thompson .....	23
Tabel 3.3	Peralatan yang digunakan untuk kecepatan aliran .....	25
Tabel 3.4	Peralatan yang digunakan untuk penggerusan lokal .....	27
Tabel 3.5	Bahan yang digunakan untuk penggerusan lokal pilar tipe A .....	28
Tabel 3.6	Bahan yang digunakan untuk penggerusan lokal pilar tipe B .....	35
Tabel 4.1	Analisis ayak .....	47
Tabel 4.2	Klasifikasi tanah .....	50
Tabel 4.3	Debit Thompson .....	51
Tabel 4.4	Kecepatan aliran .....	53
Tabel 4.5	Kedalaman gerusan .....	57

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1	Gerusan di sekitar pilar .....	1
Gambar 2.1	Pola aliran dan gerusan lokal di pilar .....	6
Gambar 2.2	Hubungan antara kedalaman gerusan dengan waktu .....	6
Gambar 2.3	Hubungan antara kedalaman gerusan dengan kecepatan aliran .....	6
Gambar 2.4	Bentuk gerusan untuk pilar searah aliran dan pilar bersudut .....	9
Gambar 2.5	Alat ukur Thompson .....	11
Gambar 2.6	Grafik Hubungan antara kecepatan dan diameter butir .....	12
Gambar 3.1	Tampak atas saluran .....	15
Gambar 3.2	Saluran .....	16
Gambar 3.3	Posisi pilar .....	16
Gambar 3.4	Diagram alir pelaksanaan .....	17
Gambar 3.5	Pilar tipe A .....	18
Gambar 3.6	Pilar tipe B .....	19
Gambar 3.7	Model pilar .....	19
Gambar 3.8	Sampel tanah .....	21
Gambar 3.9	Mesin pengguncang .....	22
Gambar 3.10	Tanah tertahan yang ditimbang .....	22
Gambar 3.11	Meteran taraf .....	24
Gambar 3.12	Pintu air .....	24
Gambar 3.13	<i>Current Meter</i> .....	26
Gambar 3.14	Segmen untuk kecepatan .....	26
Gambar 3.15	Percobaan kecepatan .....	27
Gambar 3.16	Pasir pada saluran .....	29
Gambar 3.17	Pilar A1 pada saluran .....	29
Gambar 3.18	Rip-rap dan saringan .....	30
Gambar 3.19	Aliran air pada saluran untuk pilar A1 .....	30
Gambar 3.20	Kondisi aliran air di sekitar pilar A1 .....	31
Gambar 3.21	Aliran di udik pilar A1 .....	31
Gambar 3.22	Aliran di hilir pilar A1 .....	31
Gambar 3.23	Tampak samping aliran air di sekitar pilar A1 .....	31
Gambar 3.24	Kontur gerusan lokal di sekitar pilar tipe A1 .....	32
Gambar 3.25	Tampak atas pilar tipe A2 .....	32
Gambar 3.26	Posisi pilar A2 .....	33
Gambar 3.27	Aliran air pada saluran untuk pilar A2 .....	33
Gambar 3.28	Kondisi aliran air di sekitar pilar A2 .....	33
Gambar 3.29	Aliran di udik pilar A2 .....	34
Gambar 3.30	Aliran di hilir pilar A2 .....	34
Gambar 3.31	Tampak samping aliran air di sekitar pilar A2 .....	34
Gambar 3.32	Kontur gerusan lokal di sekitar pilar tipe A2 .....	34
Gambar 3.33	Pilar B1 pada saluran .....	36
Gambar 3.34	Aliran air pada saluran untuk pilar B1 .....	36
Gambar 3.35	Kondisi aliran air di sekitar pilar B1 .....	37
Gambar 3.36	Aliran di udik pilar B1 .....	37
Gambar 3.37	Aliran di hilir pilar B1 .....	37
Gambar 3.38	Tampak samping aliran air di sekitar pilar B1 .....	37
Gambar 3.39	Kontur gerusan lokal di sekitar pilar tipe B1 .....	38

Gambar 3.40	Tampak atas pilar tipe B2 .....	38
Gambar 3.41	Posisi pilar B2 .....	39
Gambar 3.42	Aliran air pada saluran untuk pilar B2 .....	39
Gambar 3.43	Kondisi aliran air di sekitar pilar B2 .....	39
Gambar 3.44	Aliran di udik pilar B2 .....	40
Gambar 3.45	Aliran di hilir pilar B2 .....	40
Gambar 3.46	Tampak samping aliran air di sekitar pilar B2 .....	40
Gambar 3.47	Kontur gerusan lokal di sekitar pilar tipe B2 .....	40
Gambar 3.48	Tampak atas pilar tipe B2 sudut 5° .....	41
Gambar 3.49	Posisi pilar B2 sudut 5° .....	41
Gambar 3.50	Aliran air pada saluran untuk pilar B2 sudut 5° .....	42
Gambar 3.51	Kondisi aliran air di sekitar pilar B2 sudut 5° .....	42
Gambar 3.52	Aliran di udik pilar B2 sudut 5° .....	42
Gambar 3.53	Aliran di hilir pilar B2 sudut 5° .....	43
Gambar 3.54	Tampak samping aliran air di sekitar pilar B2 sudut 5° .....	43
Gambar 3.55	Kontur gerusan lokal di sekitar pilar tipe B2 sudut 5° .....	43
Gambar 3.56	Tampak atas pilar tipe B2 sudut 10° .....	44
Gambar 3.57	Posisi pilar B2 sudut 10° .....	44
Gambar 3.58	Aliran air pada saluran untuk pilar B2 sudut 10° .....	45
Gambar 3.59	Kondisi aliran air di sekitar pilar B2 sudut 10° .....	45
Gambar 3.60	Aliran di udik pilar B2 sudut 10° .....	45
Gambar 3.61	Aliran di hilir pilar B2 sudut 10° .....	46
Gambar 3.62	Tampak samping aliran air di sekitar pilar B2 sudut 10° .....	46
Gambar 3.63	Kontur gerusan lokal di sekitar pilar tipe B2 sudut 10° .....	46
Gambar 4.1	Kurva distribusi ukuran butir .....	48
Gambar 4.2	Lengkung debit Thomposn .....	52
Gambar 4.3	Diamter butir yang hanyut .....	54
Gambar 4.4	Aliran air di sekitar pilar tipe A .....	55
Gambar 4.5	Aliran air di sekitar pilar tipe B .....	55
Gambar 4.6	Aliran air di sekitar pilar tipe B sudut 5° .....	56
Gambar 4.7	Aliran air di sekitar pilar tipe B sudut 10° .....	56
Gambar 4.8	Pola gerusan pilar tipe A1 .....	58
Gambar 4.9	Pola gerusan pilar tipe A2 .....	58
Gambar 4.10	Pola gerusan pilar tipe B1 .....	59
Gambar 4.11	Pola gerusan pilar tipe B2 .....	59
Gambar 4.12	Pola gerusan pilar tipe B2 sudut 5° .....	60
Gambar 4.13	Pola gerusan pilar tipe B2 sudut 10° .....	60
Gambar 4.14	Pola aliran dan gerusan pilar tipe A1 .....	61
Gambar 4.15	Pola aliran dan gerusan pilar tipe A2 .....	62
Gambar 4.16	Pola aliran dan gerusan pilar tipe B1 .....	63
Gambar 4.17	Pola aliran dan gerusan pilar tipe B2 .....	64
Gambar 4.18	Pola aliran dan gerusan pilar tipe B2 sudut 5° .....	65
Gambar 4.19	Pola aliran dan gerusan pilar tipe B2 sudut 10° .....	66

## DAFTAR NOTASI

- (a) : Ayakan no. (a)  
(b) : Ayakan no. (b)  
b : Lebar pilar (cm)  
(c) : Ayakan no. (c)  
c : Koefisien aliran (1,39)  
 $C_c$  : Koefisien gradasi  
 $C_u$  : Koefisien keseragaman  
 $D_{10}$  : Diameter butir yang bersesuaian dengan 10% lolos ayakan (mm)  
 $D_{30}$  : Diameter butir yang bersesuaian dengan 30% lolos ayakan (mm)  
 $D_{60}$  : Diameter butir yang bersesuaian dengan 60% lolos ayakan (mm)  
 $d_s$  : Kedalaman gerusan (cm)  
 $F_i$  : Persentase lolos saringan no. i  
h : kedalaman aliran (cm)  
N : Jumlah putaran baling-baling  
n : Jumlah putaran baling-baling per detik  
Q : Debit aliran ( $m^3/dt$ )  
 $R_i$  : Persentase kumulatif tertahan saringan no. i  
t : Waktu pengamatan (dt)  
v : Kecepatan aliran (m/dt)  
 $v_1$  : Kecepatan aliran pada segmen 1 (m/dt)  
 $v_2$  : Kecepatan aliran pada segmen 2 (m/dt)  
 $v_3$  : Kecepatan aliran pada segmen 3 (m/dt)  
 $v_4$  : Kecepatan aliran pada segmen 4 (m/dt)  
 $v_5$  : Kecepatan aliran pada segmen 5 (m/dt)  
 $\alpha$  : Sudut pada alat ukur Thompson ( $90^\circ$ )  
 $\Delta h$  : Tinggi muka air pada ambang Thompson (m)