

STUDI PENGGERUSAN LOKAL DISEKITAR PILAR JEMBATAN AKIBAT ALIRAN AIR DENGAN MENGUNAKAN MODEL 2 DIMENSI

Zezen Solide

NRP : 9421002

NIRM : 41077011940256

Pembimbing : Endang Ariani, Ir., Dipl. HE.

**FAKULTAS TEKNIK JURUSAN TEKNIK SIPIL
UNIVERSITAS KRISTEN MARANATHA
BANDUNG**

ABSTRAK

Di Indonesia banyak sekali jembatan yang dipakai sebagai sarana transportasi yang rusak akibat kurangnya perawatan dan penggerusan. Penggerusan lokal yang terjadi disekitar pilar jembatan akibat aliran air dibahas dengan menggunakan model 2 dimensi terutama pengaruh bentuk muka pilar terhadap besarnya penggerusan yang terjadi.

Dalam Studi Kasus dipakai 3 tipe bentuk muka pilar yang berbeda, Tipe A berbentuk segiempat, Tipe B segiempat dengan keempat sudutnya dibulatkan, Tipe C berbentuk segiempat dengan kedua sisinya dibulatkan. Sebagai material dasar sungai dipakai pasir dengan diameter butir (d_{50}) = 0,67mm. Pengujian dilakukan memakai 4 variasi debit dari mulai 0,0112 m³/det sampai dengan 0,0266 m³/det.

Hasil pemodelan ini menunjukan bahwa bentuk muka pilar cukup berpengaruh, terlihat bahwa penggerusan yang terjadi pada pilar tipe C adalah paling dangkal, yaitu 6cm untuk 1 buah pilar dan 4 cm untuk 2 buah pilar, hal ini terjadi karena bentuk muka pilar tipe C yang bulat mengakibatkan turbulensi yang terjadi kecil. Hasil pemodelan berbeda dengan apa yang dilakukan oleh Tison (1940) hal ini disebabkan antara lain oleh diameter butir, debit, dan lebar saluran yang berbeda.

Dengan demikian bentuk muka pilar tipe C merupakan yang paling baik dalam hal keamanan terhadap penggerusan.

DAFTAR ISI

SURAT KETERANGAN TUGAS AKHIR	i
SURAT KETERANGAN SELESAI TUGAS AKHIR	ii
ABSTRAK	iii
PRAKATA	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Maksud Dan Tujuan	2
1.3 Pembatasan Masalah	2
1.4 Sistematika Pembahasan	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Teori Dasar	5
2.2 Jenis Aliran Saluran Terbuka	6
2.3 Penggerusan	7
2.4 Formulasi Penggerusan Lokal	9
2.4.1 Penggerusan pada air dengan pasokan sedimen	9
2.4.2 Penggerusan lokal pada bahan dasar material lepas	10

2.4.3 Penggerusan lokal pada aliran dengan suatu sudut datang terhadap pilar	11
2.5 Paparan Data Model	12
2.6 Debit Aliran	13
2.7 Kecepatan Aliran	14
BAB 3 STUDI KASUS	15
3.1 Persiapan Percobaan	15
3.2 Langkah-langkah Percobaan	17
3.3 Hasil dan Analisis Percobaan	19
3.3.1 Analisis Ukur Butir	19
3.3.2 Menghitung Debit Aliran Yang Melalui Alat Ukur Thomson & Pengukuran Tinggi Muka Air Diudik Pilar ...	23
3.3.3 Menghitung Kecepatan Aliran Diudik Pilar	26
3.3.4 Mengukur Kedalaman Penggerusan Maksimum	37
3.3.5 Penggambaran Kontur Kedalaman Penggerusan	40
3.3.6 Menggambar Grafik Hubungan Antara Debit Dengan Kedalaman Penggerusan Maksimum	41
3.4 Pembahasan Hasil Percobaan	41
BAB 4 KESIMPULAN DAN SARAN	43
4.1 Kesimpulan	43
4.2 Saran	45
DAFTAR PUSTAKA	46
LAMPIRAN	48

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

A	= Luas penampang	(cm^2)
B	= Jarak antara pilar as ke as	(cm)
b	= Lebar pilar	(cm)
d_0	= Tinggi pasir dari dasar saluran	(cm)
d_s	= Kedalaman penggerusan dari muka pasir	(cm)
d_{se}	= Penggerusan dalam keadaan seimbang	(cm)
d_{sm}	= Kedalaman penggerusan maksimum dari muka pasir	(cm)
d_{sm0}	= Kedalaman penggerusan maksimum pada pilar lurus	(cm)
d_{50}	= Ukuran diameter butir	(mm)
f	= Fungsi	
f_{Re}	= Fungsi dari bilangan Reynold	
g	= Gravitasi	(m/det^2)
h_0	= Tinggi muka air awal	(cm)
h_1	= Tinggi muka air akhir	(cm)
Δh	= Beda tinggi muka air	(cm)
$K_{\alpha L}$	= Koefisien penyerongan pilar	
l	= Panjang pilar	(cm)
N	= Jumlah putaran	(putaran)
n	= Jumlah putaran perdetik	(putaran/det)
Q	= Debit	(m^3/det)
Re	= Bilangan Reynold	
Re_0	= Bilangan Reynold pada pilar lurus	

t	= Waktu penggerusan	(jam)
α	= Sudut pintu Thomson	(°)
α_a	= Sudut datang arah aliran	(°)
ρ	= Berat jenis cairan	(kg/cm ³)
ρ_s	= Berat jenis sedimen	(kg/cm ³)
λ	= Jarak antara sisi terluar pilar ke sisi terluar pilar	(cm)
ν	= Kekentalan kinematik	(m ² /det)
v	= Kecepatan aliran	(m/det)
v_a	= Kecepatan mendekat aliran air terhadap pilar	(m/det)
$\bar{v}$	= Kecepatan rata-rata aliran	(m/det)

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Pusaran bentuk sepatu kuda	8
Gambar 2.2	Grafik hubungan kecepatan dengan kedalaman penggerusan maksimum hasil penelitian Chabert	8
Gambar 3.1	Tampak atas model saluran 2 dimensi	54
Gambar 3.2	Potongan O-O model saluran 2 dimensi	54
Gambar 3.3	Tampak atas, tampak depan, tampak samping pilar tipe A	55
Gambar 3.4	Tampak atas, tampak depan, tampak samping pilar tipe B	55
Gambar 3.5	Tampak atas, tampak depan, tampak samping pilar tipe C	56
Gambar 3.6	Gambar lokasi penempatan <i>Current Meter</i>	57
Gambar 3.7	Grafik Analisis Ukur Butir	58
Gambar 3.8	Lengkung Debit Thomson	59
Gambar 3.9	Gambar pola penggerusan pada 1 buah pilar tipe A pada $Q = 0,0112 \text{ m}^3/\text{det}$, $t = 1 \text{ jam}$	60
Gambar 3.10	Gambar pola penggerusan pada 1 buah pilar tipe A pada $Q = 0,0112 \text{ m}^3/\text{det}$, $t = 2 \text{ jam}$	61
Gambar 3.11	Gambar pola penggerusan pada 1 buah pilar tipe A pada $Q = 0,0160 \text{ m}^3/\text{det}$, $t = 1 \text{ jam}$	62
Gambar 3.12	Gambar pola penggerusan pada 1 buah pilar tipe A pada $Q = 0,0160 \text{ m}^3/\text{det}$, $t = 2 \text{ jam}$	63
Gambar 3.13	Gambar pola penggerusan pada 1 buah pilar tipe A pada $Q = 0,0203 \text{ m}^3/\text{det}$, $t = 1 \text{ jam}$	64

Gambar 3.14	Gambar pola penggerusan pada 1 buah pilar tipe A pada	
	$Q = 0,0203 \text{ m}^3/\text{det}$, $t = 2 \text{ jam}$	65
Gambar 3.15	Gambar pola penggerusan pada 1 buah pilar tipe A pada	
	$Q = 0,0266 \text{ m}^3/\text{det}$, $t = 1 \text{ jam}$	66
Gambar 3.16	Gambar pola penggerusan pada 1 buah pilar tipe A pada	
	$Q = 0,0266 \text{ m}^3/\text{det}$, $t = 2 \text{ jam}$	67
Gambar 3.17	Gambar pola penggerusan pada 1 buah pilar tipe B pada	
	$Q = 0,0112 \text{ m}^3/\text{det}$, $t = 1 \text{ jam}$	68
Gambar 3.18	Gambar pola penggerusan pada 1 buah pilar tipe B pada	
	$Q = 0,0112 \text{ m}^3/\text{det}$, $t = 2 \text{ jam}$	69
Gambar 3.19	Gambar pola penggerusan pada 1 buah pilar tipe B pada	
	$Q = 0,0160 \text{ m}^3/\text{det}$, $t = 1 \text{ jam}$	70
Gambar 3.20	Gambar pola penggerusan pada 1 buah pilar tipe B pada	
	$Q = 0,0160 \text{ m}^3/\text{det}$, $t = 2 \text{ jam}$	71
Gambar 3.21	Gambar pola penggerusan pada 1 buah pilar tipe B pada	
	$Q = 0,0203 \text{ m}^3/\text{det}$, $t = 1 \text{ jam}$	72
Gambar 3.22	Gambar pola penggerusan pada 1 buah pilar tipe B pada	
	$Q = 0,0203 \text{ m}^3/\text{det}$, $t = 2 \text{ jam}$	73
Gambar 3.23	Gambar pola penggerusan pada 1 buah pilar tipe B pada	
	$Q = 0,0266 \text{ m}^3/\text{det}$, $t = 1 \text{ jam}$	74
Gambar 3.24	Gambar pola penggerusan pada 1 buah pilar tipe B pada	
	$Q = 0,0266 \text{ m}^3/\text{det}$, $t = 2 \text{ jam}$	75
Gambar 3.25	Gambar pola penggerusan pada 1 buah pilar tipe C pada	
	$Q = 0,0112 \text{ m}^3/\text{det}$, $t = 1 \text{ jam}$	76

Gambar 3.26	Gambar pola penggerusan pada 1 buah pilar tipe C pada $Q = 0,0112 \text{ m}^3/\text{det}$, $t = 2 \text{ jam}$	77
Gambar 3.27	Gambar pola penggerusan pada 1 buah pilar tipe C pada $Q = 0,0160 \text{ m}^3/\text{det}$, $t = 1 \text{ jam}$	78
Gambar 3.28	Gambar pola penggerusan pada 1 buah pilar tipe C pada $Q = 0,0160 \text{ m}^3/\text{det}$, $t = 2 \text{ jam}$	79
Gambar 3.29	Gambar pola penggerusan pada 1 buah pilar tipe C pada $Q = 0,0203 \text{ m}^3/\text{det}$, $t = 1 \text{ jam}$	80
Gambar 3.30	Gambar pola penggerusan pada 1 buah pilar tipe C pada $Q = 0,0203 \text{ m}^3/\text{det}$, $t = 2 \text{ jam}$	81
Gambar 3.31	Gambar pola penggerusan pada 1 buah pilar tipe C pada $Q = 0,0266 \text{ m}^3/\text{det}$, $t = 1 \text{ jam}$	82
Gambar 3.32	Gambar pola penggerusan pada 1 buah pilar tipe C pada $Q = 0,0266 \text{ m}^3/\text{det}$, $t = 2 \text{ jam}$	83
Gambar 3.33	Gambar pola penggerusan pada 2 buah pilar tipe A pada $Q = 0,0112 \text{ m}^3/\text{det}$, $t = 1 \text{ jam}$	84
Gambar 3.34	Gambar pola penggerusan pada 2 buah pilar tipe A pada $Q = 0,0112 \text{ m}^3/\text{det}$, $t = 2 \text{ jam}$	85
Gambar 3.35	Gambar pola penggerusan pada 2 buah pilar tipe A pada $Q = 0,0160 \text{ m}^3/\text{det}$, $t = 1 \text{ jam}$	86
Gambar 3.36	Gambar pola penggerusan pada 2 buah pilar tipe A pada $Q = 0,0160 \text{ m}^3/\text{det}$, $t = 2 \text{ jam}$	87
Gambar 3.37	Gambar pola penggerusan pada 2 buah pilar tipe A pada $Q = 0,0203 \text{ m}^3/\text{det}$, $t = 1 \text{ jam}$	88

Gambar 3.38	Gambar pola penggerusan pada 2 buah pilar tipe A pada	
	$Q = 0,0203 \text{ m}^3/\text{det}$, $t = 2 \text{ jam}$	89
Gambar 3.39	Gambar pola penggerusan pada 2 buah pilar tipe A pada	
	$Q = 0,0266 \text{ m}^3/\text{det}$, $t = 1 \text{ jam}$	90
Gambar 3.40	Gambar pola penggerusan pada 2 buah pilar tipe A pada	
	$Q = 0,0266 \text{ m}^3/\text{det}$, $t = 2 \text{ jam}$	91
Gambar 3.41	Gambar pola penggerusan pada 2 buah pilar tipe B pada	
	$Q = 0,0112 \text{ m}^3/\text{det}$, $t = 1 \text{ jam}$	92
Gambar 3.42	Gambar pola penggerusan pada 2 buah pilar tipe B pada	
	$Q = 0,0112 \text{ m}^3/\text{det}$, $t = 2 \text{ jam}$	93
Gambar 3.43	Gambar pola penggerusan pada 2 buah pilar tipe B pada	
	$Q = 0,0160 \text{ m}^3/\text{det}$, $t = 1 \text{ jam}$	94
Gambar 3.44	Gambar pola penggerusan pada 2 buah pilar tipe B pada	
	$Q = 0,0160 \text{ m}^3/\text{det}$, $t = 2 \text{ jam}$	95
Gambar 3.45	Gambar pola penggerusan pada 2 buah pilar tipe B pada	
	$Q = 0,0203 \text{ m}^3/\text{det}$, $t = 1 \text{ jam}$	96
Gambar 3.46	Gambar pola penggerusan pada 2 buah pilar tipe B pada	
	$Q = 0,0203 \text{ m}^3/\text{det}$, $t = 2 \text{ jam}$	97
Gambar 3.47	Gambar pola penggerusan pada 2 buah pilar tipe B pada	
	$Q = 0,0266 \text{ m}^3/\text{det}$, $t = 1 \text{ jam}$	98
Gambar 3.48	Gambar pola penggerusan pada 2 buah pilar tipe B pada	
	$Q = 0,0266 \text{ m}^3/\text{det}$, $t = 2 \text{ jam}$	99
Gambar 3.49	Gambar pola penggerusan pada 2 buah pilar tipe C pada	
	$Q = 0,0112 \text{ m}^3/\text{det}$, $t = 1 \text{ jam}$	100

Gambar 3.50	Gambar pola penggerusan pada 2 buah pilar tipe C pada $Q = 0,0112 \text{ m}^3/\text{det}$, $t = 2 \text{ jam}$	101
Gambar 3.51	Gambar pola penggerusan pada 2 buah pilar tipe C pada $Q = 0,0160 \text{ m}^3/\text{det}$, $t = 1 \text{ jam}$	102
Gambar 3.52	Gambar pola penggerusan pada 2 buah pilar tipe C pada $Q = 0,0160 \text{ m}^3/\text{det}$, $t = 2 \text{ jam}$	103
Gambar 3.53	Gambar pola penggerusan pada 2 buah pilar tipe C pada $Q = 0,0203 \text{ m}^3/\text{det}$, $t = 1 \text{ jam}$	104
Gambar 3.54	Gambar pola penggerusan pada 2 buah pilar tipe C pada $Q = 0,0203 \text{ m}^3/\text{det}$, $t = 2 \text{ jam}$	105
Gambar 3.55	Gambar pola penggerusan pada 2 buah pilar tipe C pada $Q = 0,0266 \text{ m}^3/\text{det}$, $t = 1 \text{ jam}$	106
Gambar 3.56	Gambar pola penggerusan pada 2 buah pilar tipe C pada $Q = 0,0266 \text{ m}^3/\text{det}$, $t = 2 \text{ jam}$	107
Gambar 3.57	Grafik hubungan debit dengan kedalaman penggerusan maksimum pada 1 buah pilar tipe A	108
Gambar 3.58	Grafik hubungan debit dengan kedalaman penggerusan maksimum pada 1 buah pilar tipe B	109
Gambar 3.59	Grafik hubungan debit dengan kedalaman penggerusan maksimum pada 1 buah pilar tipe C	110
Gambar 3.60	Grafik hubungan debit dengan kedalaman penggerusan maksimum pada 2 buah pilar tipe A	111
Gambar 3.61	Grafik hubungan debit dengan kedalaman penggerusan maksimum pada 2 buah pilar tipe B	112

Gambar 3.62	Grafik hubungan debit dengan kedalaman penggerusan maksimum pada 2 buah pilar tipe C	113
Gambar 3.63	Grafik hubungan kedalaman penggerusan maksimum dengan waktu pada 1 buah pilar tipe A	114
Gambar 3.64	Grafik hubungan kedalaman penggerusan maksimum dengan waktu pada 1 buah pilar tipe B	115
Gambar 3.65	Grafik hubungan kedalaman penggerusan maksimum dengan waktu pada 1 buah pilar tipe C	116
Gambar 3.66	Grafik hubungan kedalaman penggerusan maksimum dengan waktu pada 2 buah pilar tipe A	117
Gambar 3.67	Grafik hubungan kedalaman penggerusan maksimum dengan waktu pada 2 buah pilar tipe B	118
Gambar 3.68	Grafik hubungan kedalaman penggerusan maksimum dengan waktu pada 2 buah pilar tipe C	119
Gambar 3.69	Grafik hubungan kecepatan dengan kedalaman penggerusan maksimum pada 1 buah pilar tipe A	120
Gambar 3.70	Grafik hubungan kecepatan dengan kedalaman penggerusan maksimum pada 1 buah pilar tipe B	121
Gambar 3.71	Grafik hubungan kecepatan dengan kedalaman penggerusan maksimum pada 1 buah pilar tipe C	122

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Tabel Analisis Ukur Butir	48
Tabel 3.2	Tabel data lengkung debit	26
Tabel 3.3	Tabel kecepatan aliran rata-rata pada $Q = 0,0112 \text{ m}^3/\text{det}$	49
Tabel 3.4	Tabel kecepatan aliran rata-rata pada $Q = 0,0160 \text{ m}^3/\text{det}$	49
Tabel 3.5	Tabel kecepatan aliran rata-rata pada $Q = 0,0203 \text{ m}^3/\text{det}$	50
Tabel 3.6	Tabel kecepatan aliran rata-rata pada $Q = 0,0266 \text{ m}^3/\text{det}$	50
Tabel 3.7	Tabel kedalaman penggerusan pada 1 buah pilar tipe A	51
Tabel 3.8	Tabel kedalaman penggerusan pada 1 buah pilar tipe B	52
Tabel 3.9	Tabel kedalaman penggerusan pada 1 buah pilar tipe C	53
Tabel 3.10	Tabel kedalaman penggerusan pada 2 buah pilar tipe A	51
Tabel 3.11	Tabel kedalaman penggerusan pada 2 buah pilar tipe B	52
Tabel 3.12	Tabel kedalaman penggerusan pada 2 buah pilar tipe C	53

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A Hasil Analisis Perhitungan	48
Lampiran B Tabel Rumus Kecepatan Aliran Air	123
Lampiran C Foto-foto	124