

PENGENDALIAN GERUSAN DI SEKITAR ABUTMEN JEMBATAN

Lutjito¹, Sudyono AD²

^{1,2}Jurusan Pendidikan Teknik Sipil dan Perencanaan FT UNY
lutjito@yahoo.com

ABSTRACT

The purpose of this research is to find out local scouring at abutment, and the effectiveness of ground-sill in the reduction of the depth, by reducing the basic channel degradation occurs. This research conducted in hydraulics laboratory Department of Civil and Education planning, Faculty of Engineering, Universitas Negeri Yogyakarta. Three models of ground-sill distance show that $a/D_p = 2$, ground-sill can effect to reducing depth and length of scouring. The result show that $a/D_p = 2$ is optimum distance between $a/D_p = 3$ and $a/D_p = 4$ respectively.

Keyword: abutmen, ground-sill

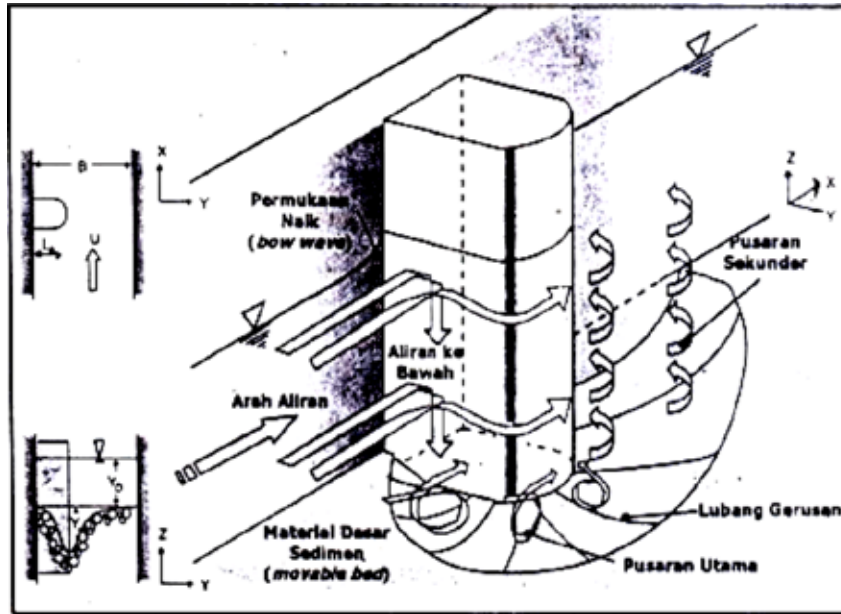
PENDAHULUAN

Proses penggerusan dan transportasi sedimen merupakan suatu fenomena alam yang ada dan terjadi pada aliran sungai. Proses penggerusan terjadi secara alamiah sebagai bagian dari morfologi sungai, pesatnya perkembangan pembangunan di Indonesia saat ini menuntut tersedianya pasir sebagai bahan bangunan. Dengan meningkatnya penambangan pasir pada sungai akan menyebabkan penurunan dasar sungai semakin cepat, Gerusan lokal terjadi di sekitar pilar maupun abutmen jembatan, sebagai akibat terganggunya pola aliran sungai. Sedangkan gerusan terlokalisir terjadi karena penempatan bangunan sungai yang menyebabkan penyempitan penampang sungai (Breuser dan Raudkivi, 1991).

Mengingat kompleksitas dan urgensi masalah tersebut, maka diperlukan suatu penanganan yang dapat mereduksi kedalaman lubang gerusan berupa bangunan pengendali gerusan di sekitar pilar maupun abutmen. Usaha proteksi terhadap bangunan sungai sering dilakukan untuk mengurangi kedalaman lubang gerusan salah satunya dengan membangun *ground-sill* sebagai pengaman dari abutmen jembatan dari gerusan pada dasar aliran.

Ketika aliran pada sungai mendekati pilar, akan terjadi penambahan tekanan yang disebabkan naiknya muka air. akibat pembendungan oleh pilar. Penambahan tekanan tersebut menimbulkan terbentuknya aliran ke bawah (*down-flow*) (Rawiyah dan Yulistiyanto, 2007). Aliran kebawah ini sampai di dasar akan menggerus dasar sungai sehingga terbentuk lubang gerusan. Bersama-sama dengan aliran dari hulu, aliran ke bawah tersebut membentuk pusaran aliran yang sering dikenal dengan *horseshoe vortex* (Hoffmans dan Verheij, 1977; Rawiyah dan Yulistiyanto, 2007).

Horseshoe vortex ini bergerak ke hilir sambil membentuk lubang gerusan dan membawa sedimen ke hilir. Proses pembentukan gerusan pada seluruh sisi pilar dan sisi dalam abutment tersebut bekerja dengan cepat pada mulanya, dan pada saat mendekati kesetimbangan, prosesnya menjadi sangat lambat. Fenomena gerusan local di sekitar abutmen tersebut disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Mekanisme gerusan lokal pada abutmen
(Modifikasi dari Breusers dan Raudkivi, 1991)

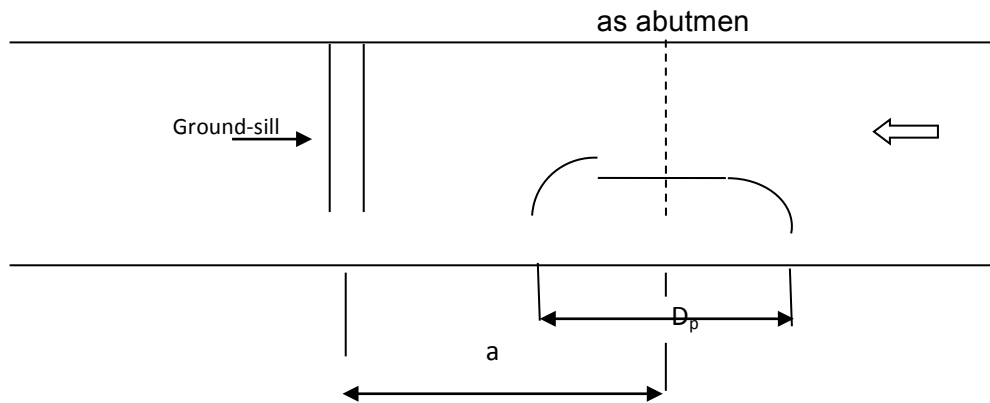
Dari hasil penelitian terdahulu menunjukkan bahwa lokasi kedalaman gerusan maksimum berada di hulu pilar/abutmen (Hanwar, 1999). Gerusan lokal di sekitar pilar atau abutmen mulai terbentuk pada nilai kecepatan tertentu di bawah kecepatan kritis butiran sedimen. Fase ini menunjukkan terjadinya gerusan lokal pada aliran jernih (*clear water scour*) partikel yang tererosi akan mengikuti pola aliran yang terbentuk menuju ke hilir. Jika kecepatan aliran meningkat, kedalaman gerusan akan meningkat disertai dengan luasan daerah yang tergerus.

METODE

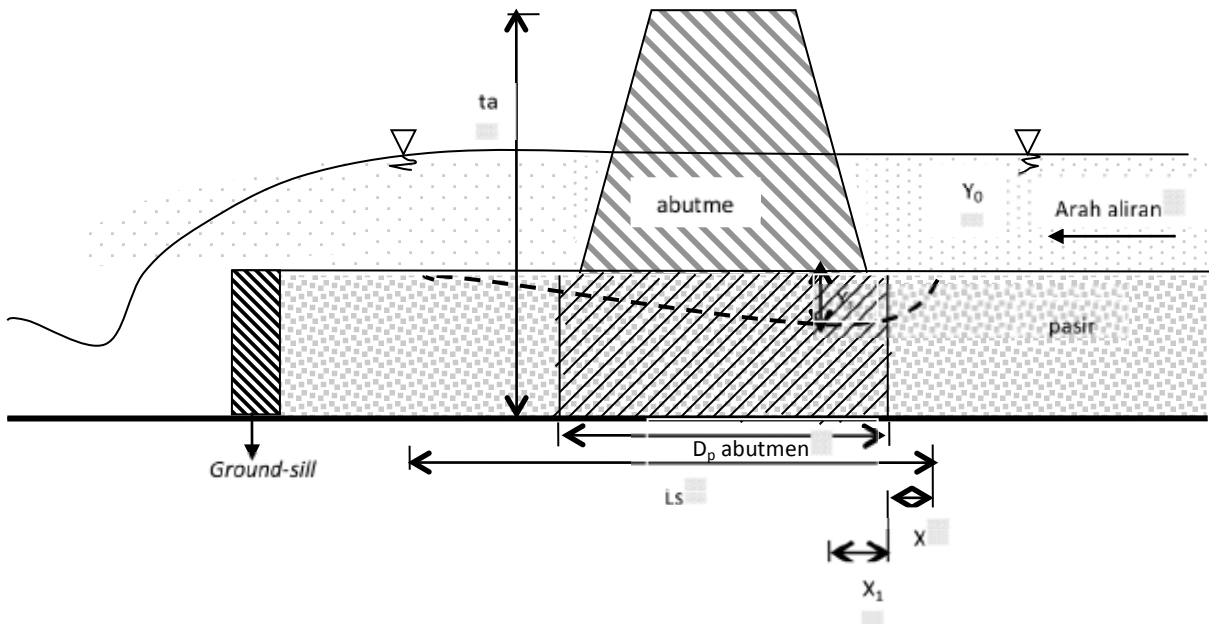
Bahan yang dipakai dalam penelitian di laboratorium antara lain berupa material pasir Sungai Progo Yogyakarta, dengan dimensi lolos ayakan No. 10 (0 lubang 2,00 mm), tertahan ayakan No. 70 (4) 0,212 mm dengan $d_{50} = 0,73$ mm, $d_{65} = 1,00$ mm, $\rho_s = 2710$ kg/m³. Kanal yang dipakai berupa *flume*, dengan lebar 10 cm dan panjang kanal 450 cm. Abutmen terbuat dari mika yang membentuk *spill-through abutment (ST)*, dengan dimensi panjang muka bawah (sejajar aliran) 15 cm, panjang muka atas (sejajar aliran) 7 cm, lebar muka bawah 1,5 cm, lebar muka atas 0,5 cm dan tinggi abutmen 25 cm. Sedangkan tinggi abutmen dari dasar saluran

adalah 15 cm, dan yang masuk dalam timbunan sedimen pasir adalah 10 cm. Material dasar selanjutnya ditebar di sepanjang saluran ± 300 cm, dengan ketebalan 10 cm, di antara *rigid bed* hulu dan hilir, dengan pertimbangan saat *running*, kedalaman gerusan yang terjadi masih lebih kecil dibandingkan ketebalan material tersebut.

Pengujian eksperimen dilakukan dengan memasang abutmen di tepi saluran berjarak 250 cm dari hulu (setelah *rigid bed*) Teknik pengambilan data yang dilakukan dengan mengamati gerusan yang terjadi sampai dengan gerusan tersebut stabil pada tiap pengamatan yang dilakukan sebanyak 9 pengamatan, Data gerusan diambil dengan cara mencatat hasil dari tiap pengujian yang dilakukan di Laboratorium Hidraulika. Pengamatan ini dilakukan dengan 3 debit yang berbeda tiap debitnya dilakukan pengamatan 3 kali. Pengamatan dan pengukuran tersebut meliputi pengamatan gerusan pada kondisi aliran jernih (*clear water scour*) dan pengamatan dilakukan selama 180 menit setiap kali *running*.



Gambar 2. Sketsa Jarak Penempatan *Ground-sill* Tampak Atas



Gambar 3. Sketsa Jarak Penempatan *Ground-sill* Tampak Samping

dimana:

Q = Debit aliran (cm^3/dt);

B = Lebar saluran *Flume* (cm);

D_p = Panjang Model Abutmen (cm);

t_a = Tinggi Model Abutmen (cm);

y_0 = Tinggi muka air di bagian hulu pintu air (cm);

y_1 = Tinggi muka air di hilir *Ground-sill* (cm);

H = Selisih tinggi muka air di hulu dan di hilir (cm);

x_1 = Posisi gerusan maksimum (cm);

x = Awal penggerusan (cm);

L_s = Panjang gerusan yang terjadi (cm);

Y_s = Kedalaman gerusan maksimum (cm)

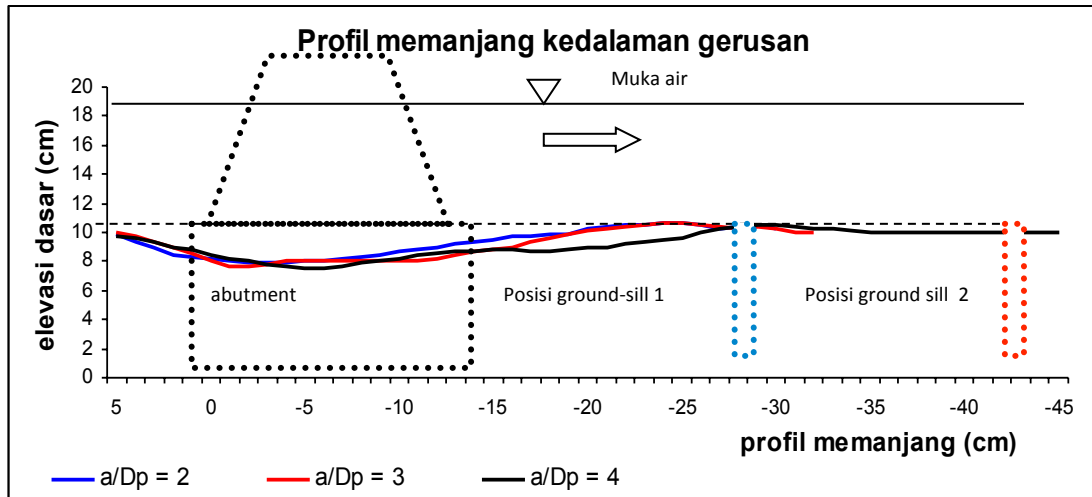
HASIL DAN PEMBAHASAN

Profil Gerusan terhadap posisi abutmen

Aliran diatur pada kondisi mendekati kecepatan kritis butiran, agar diperoleh kedalaman gerusan maksimum di sekitar abutmen. Dengan debit yang sama dilakukan variasi jarak antara abutmen dengan *ground sill* antara 2 — 4 kali lebar abutmen. Skema penempatan abutmen diberikan pada Gambar 2 dan Gambar 3.

Pengamatan proses gerusan memperlihatkan besarnya penambahan kedalaman gerusan besar pada awal-awal pengujian, dan selanjutnya penambahan

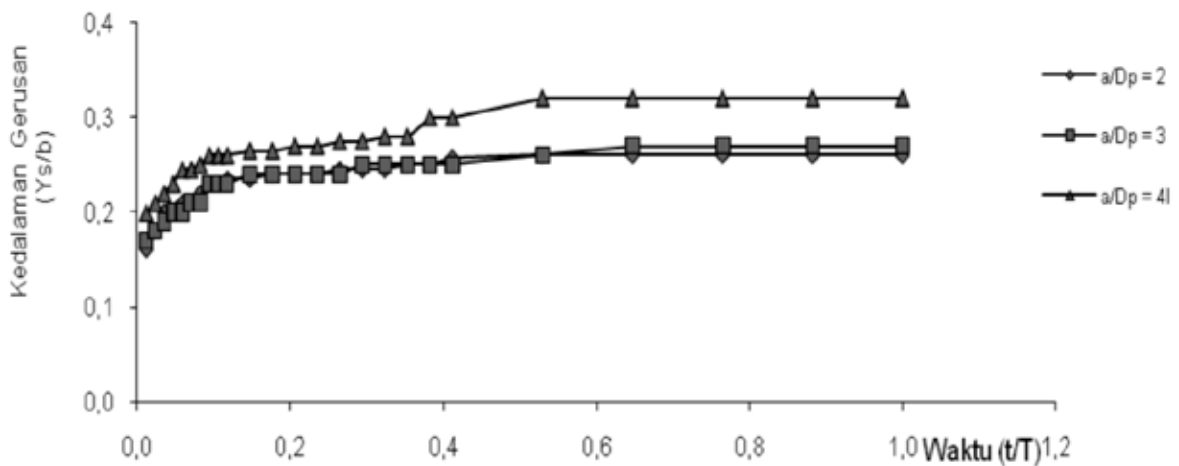
gerusan berkurang setelah mendekati kesetimbangan kedalaman gerusan, yaitu setelah pengujian berjalan selama ± 3 jam (180 menit). Gambar 4 memperlihatkan besarnya gerusan lokal di sekitar abutmen terhadap waktu di sekitar abutmen dengan jarak antara abutmen dengan *ground sill* sebesar $a/D_p=2$;3 ;dan 4.



Gambar 4. profil gerusan disekitar abutment

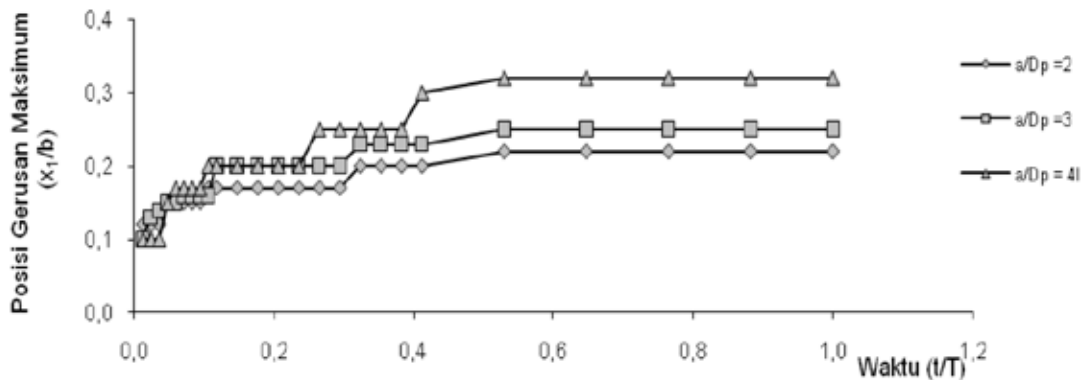
Untuk abutmen dengan adanya *ground sill* dengan jarak $a/D_p = 2$ akan memberikan panjang gerusan yang paling pendek dibandingkan dengan *ground sill* dengan jarak $a/D_p = 3$ dan 4. Hanya pada abutmen dengan jarak groun sill dengan $a/D_p = 2$ akan memberikan kedalaman gerusan disebelah hilir abutmen lebih dalam dibandingkan dengan *ground sill* dengan jarak $a/D_p = 3$ dan 4. Perubahan kedalamati gerusan sebagai pengaruh adanya *ground sill* dibcrikan pada Gambar 4. Pada gambar tersebut diperlihatkan dengan adanya *ground sill* akan berpengaruh terhadap panjang gerusan dan kedalaman gerusan terhadap penempatan jarak *ground sill* terhadap abutmen, semakin jauh jarak *ground sill* terhadap abutmen akan memberikan hasil yang kurang baik

Gambar 5 memperlihatkan kedalaman gerusan di sisi depan abutmen (hulu), Jika *ground-sill* dipasang dengan jarak $a/D_p = 2$, terjadi peningkatan kedalaman gerusan, sedangkan Jika *ground-sill* dipasang dengan jarak $a/D_p = 3$ terjadi penurunan kedalaman gerusan (dibandingkan Jika *ground-sill* dipasang dengan jarak $a/D_p = 2$). Untuk $a/D_p > 3$ kedalaman gerusan maximum semakin dalam, sehingga dapat disimpulkan jarak *gound sill* terhadap abutmen semakin jauh kedalaman maksimum semakin dalam gerusannya.



Gambar 5. Kedalaman gerusan maksimum terhadap waktu gerusan dasar kondisi *clear water scour* (Q3 a/Dp= 2; a/Dp= 3; a/Dp= 4)

Posisi gerusan maksimum (Y_s) diukur dari sisi abutmen bagian hulu ke arah hilir sampai titik kedalaman gerusan maksimum. Posisi gerusan maksimum dari waktu ke waktu dapat dilihat pada (Gambar 6) di sini tampak bahwa hubungan antara gerusan maksimum dengan waktu dapat dinyatakan dengan hubungan non dimensial antara posisi gerusan maksimum dengan lebar abutmen (X_1/b) terhadap waktu dengan waktu total pengamatan (t/T). Pengamatan dilakukan dengan selang waktu sama dengan pengamatan kedalaman dan panjang gerusan selama 180 menit. Disini terlihat bahwa semakin besar perbandingan a/D_p akan terlihat bahwa posisi gerusan maksimum semakin kehilir

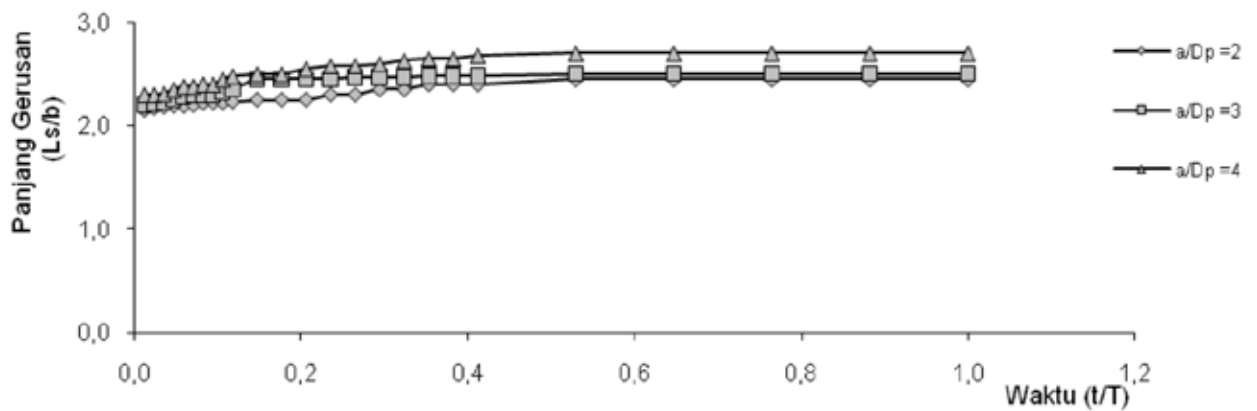


Gambar 6. Posisi gerusan maksimum terhadap waktu gerusan dasar kondisi *clear water scour* (Q3 a/Dp= 2; a/Dp= 3; a/Dp= 4)

Panjang gerusan diukur dari sisi penggerusan di bagian hulu hingga titik terjauh gerusan. Seperti halnya kedalaman gerusan, panjang gerusan diukur dari waktu ke waktu selama 180 menit. Hubungan antara panjang gerusan dengan waktu

digambarkan dengan hubungan non dimensional antara panjang gerusan dengan lebar model abutmen (L_s/b) terhadap waktu dengan waktu *total running* (t/T) yang dapat dilihat pada (Gambar 7).

Dari Gambar 7 dapat dilihat bahwa penambahan panjang gerusan pada awalnya besar kemudian makin lama semakin kecil hingga hampir konstan. Pada *running* jarak *ground-sill* terhadap as abutmen dari $a/D_p = 2$ sampai $a/D_p = 4$ panjang yang berbeda. Semakin besar nilai a/D_p , maka semakin panjang pula gerusan yang terjadi. Terjadi perbedaan dikarenakan dalam ke tiga *running* penempatan jarak *ground-sill* masing-masing memiliki jarak yang berbeda. Debit yang semakin besar akan menyebabkan semakin besar arus air yang terhalang sehingga menyebabkan material di sekitar abutmen terangkut adanya pusaran arus. Arus inilah yang menyebabkan material dasar tergerus sehingga terjadi gerusan.



Gambar 8. Panjang gerusan maksimum terhadap waktu Gerusan dasar kondisi *Clear water Scour* (Q_3 , $a/D_p= 2$; $a/D_p= 3$; $a/D_p= 4$)

Evaluasi Kedalaman Gerusan terhadap Persamaan Empiris

Hasil penelitian kedalaman gerusan (Y_s) di evaluasi terhadap persamaan empiris yaitu persamaan Shen I, dan persamaan Shen II dalam Legono (1990) yaitu:

1. Persamaan Shen I

$$Y_s = 1,77 \cdot U_o^{0.62} \cdot b^{0.62} \cdot k_3 \dots\dots\dots(1)$$

2. Persamaan Shen II

$$Y_s = 1,59 \cdot U_o^{0.67} \cdot b^{0.67} \cdot k_3 \dots\dots\dots(2)$$

keterangan:

Y_s = Kedalaman gerusan, diukur (arah vertikal) dari dasar sampai elevasi muka sedimen dekat sebelah hulu abutmen (m)

U_o = Kecepatan aliran, (m/det)

B = Lebar abutman, (m)

Hasil pengujian kedalaman gerusan (Y_s) terhadap persamaan Shen I, dan persamaan Shen II ditunjukkan pada (Tabel 1). Persamaan tersebut yang lebih mendekati penelitian adalah persamaan Shen I.

Tabel 1. Data Kedalaman Gerusan Hasil Pengujian, Persamaan Shen I dan Shen II

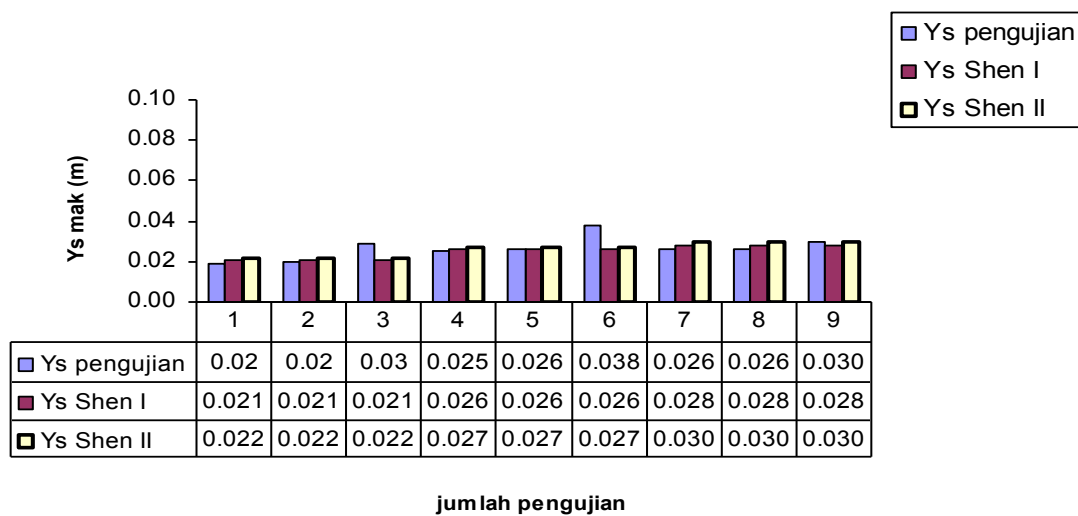
No	Pengujian	$q(m^3/s/m)$	U_o (m)	b (m)	Faktor pengali (m/s^2)	Y_s Pengujian (m)	Y_s Shen I (m)	Y_s Shen II (m)	% Kesalahan Dengan Shen I	% Kesalahan Dengan Shen II
1	Q1 $a/D_p = 2$	0,001906	0,318	0,02	0,50	0,02	0,0210	0,0220	10,5263	15,7895
2	Q2 $a/D_p = 3$	0,002605	0,434	0,02	0,50	0,02	0,0210	0,0220	5,0000	10,0000
3	Q3 $a/D_p = 4$	0,003005	0,501	0,02	0,50	0,03	0,0210	0,0220	27,5862	24,1379
4	Q1 $a/D_p = 2$	0,001906	0,318	0,02	0,50	0,025	0,0260	0,0270	4,0000	8,0000
5	Q2 $a/D_p = 3$	0,002605	0,434	0,02	0,50	0,026	0,0260	0,0270	0,0000	3,8462
6	Q3 $a/D_p = 4$	0,003005	0,501	0,02	0,50	0,038	0,0260	0,0270	31,5789	28,9474
7	Q1 $a/D_p = 2$	0,001906	0,318	0,02	0,50	0,026	0,0280	0,0300	7,6923	15,3846
8	Q2 $a/D_p = 3$	0,002605	0,434	0,02	0,50	0,026	0,0280	0,0300	7,6923	15,3846
9	Q3 $a/D_p = 4$	0,003005	0,501	0,02	0,50	0,030	0,0280	0,0300	6,6667	0,0000

Tabel 3. Persentase Pendekatan Rata-rata Kedalaman Gerusan Hasil Pengujian dengan Persamaan Shen I

Perbandingan hasil pengujian dengan persamaan Shen I			
Prosentase Kesalahan Rata-rata		Prosentase pendekatan (%)	
Q1 $a/D_p = 2$	7,4062	Q1 $a/D_p = 2$	92,5938
Q2 $a/D_p = 3$	4,2308	Q2 $a/D_p = 3$	95,7692
Q3 $a/D_p = 4$	21,9439	Q3 $a/D_p = 4$	121,9439

Tabel 4. Persentase Pendekatan Rata-rata Kedalaman Gerusan Hasil Pengujian dengan Persamaan Shen II

Perbandingan hasil pengujian dengan persamaan Shen II			
Prosentase Kesalahan Rata-rata		Prosentase pendekatan (%)	
Q1 $a/D_p = 2$	13,0580	Q1 $a/D_p = 2$	86,9420
Q2 $a/D_p = 3$	9,7436	Q2 $a/D_p = 3$	90,2564
Q3 $a/D_p = 4$	17,6951	Q3 $a/D_p = 4$	117,6951



Gambar 8. Grafik Pengujian Kedalaman Gerusan dengan menggunakan Rumus Empiris

Dari ketiga tabel diatas terlihat bahwa data kedalaman gerusan hasil pengujian lebih mendekati persamaan Shen I dengan persentase perbandingan rata-rata dengan hasil pengujian yang dilakukan seperti pada (Tabel 3 dan Tabel 4). Dari ketiga pengujian yang paling mendekati kedua persamaan tersebut yaitu tipe $a/D_p = 3$. Di sini persamaan Shen I adalah persamaan yang memberikan hasil yang lebih baik untuk keadaan gerusan di sekitar abutmen dengan keadaan *clear water scour*.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dipaparkan di depan, maka disimpulkan sebagai berikut: (1) Posisi penempatan *ground-sill* berpengaruh pada gerusan di dapat bahwa gerusan terkecil yang terjadi adalah pada gerusan dengan *ground-sill*, dimana $a/D_p = 2$. (2) Dari pengamatan gerusan, penggunaan *ground-sill* berpengaruh dalam mereduksi kedalaman dan panjang

gerusan. Perbandingan antara jarak *ground-sill* $a/D_p = 2$, $a/D_p = 3$ dan $a/D_p = 4$ dalam penelitian ini bisa disimpulkan bahwa jarak *ground-sill* yang lebih dekat dengan abutmen yaitu $a/D_p = 2$ lebih optimal dalam mereduksi gerusan dibandingkan jarak $a/D_p = 3$ dan 4.

SARAN

Berdasarkan kesimpulan dalam penelitian ini maka beberapa saran disampaikan pada peneliti berikutnya: (1) Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai penggunaan *ground-sill* ini dalam menanggulangi gerusan lokal disekitar abutmen jembatan dengan menggunakan debit dan jarak *ground-sill* yang berbeda; (2) Perlu dilakukan penelitian lain dengan variasi kondisi aliran yang berbeda yaitu pada kondisi *live-bed scour* dan kondisi tabur sedimen untuk menggambarkan keadaan sungai yang sesungguhnya.

DAFTAR RUJUKAN

- [1]. Anwar,S.(1999). **Penggerusan Tergantung pada Kecepatan Aliran**. Jakarta, Pustaka Teknika.
- [2]. Breusers,H.N.C., & Raudkivi,A.J.(1991). **Scouring**.Rotterdam: A.A.Balkema.
- [3]. Chow,V.T.(1989). **Hidrolika Aliran Terbuka**. Jakarta: Erlangga.
- [4]. Joko Legono.(1990). **Gerusan Lokal**. Bahan Kuliah. Teknik Sipil Universitas Gajah Mada.
- [5]. Kwan,T.F.(1984). **Study of Abutment Scour**. University of Auckland,Dep.of Civil Eng.Rep. No.450.
- [6]. M.Poniman.(2005). **Model Pilar Terhadap Efek Gerusan Lokal pada Dasar Aliran**. Tugas Akhir Teknik Sipil Universitas Negeri Yogyakarta.
- [7]. Raju,R.K.G.(1986). **Aliran Melalui Saluran Terbuka**. Jakarta: Erlangga.
- [8]. Rawiyah Th. Husnan, Bambang Yulisyanto (2002), **Model eksperimen Abutmen Ganda dan Pengendalian Gerusan Lokal disekitarnya**, Thesis Program Studi Teknik Sipil Jurusan Ilmu-ilmu Teknik FT. Universitas Gajah Mada.
- [9]. Sigit Harlambang, Bambang Yulisyanto. (2003). **Efektivitas Ground-sill dalam Mereduksi Kedalaman Gerusan di Sekitar Abutmen Jembatan Akibat Gerusan Lokal dan Degradasi Dasar Sungai**. Skripsi, Jurusan Teknik Sipil FT. Universitas Gajah Mada Yogyakarta.