

UPAYA PENGENDALIAN GERUSAN DI SEKITAR ABUTMEN JEMBATAN

Lutjito¹, Sudiyono AD²

^{1,2}Jurusan Pendidikan Teknik Sipil dan Perencanaan FT UNY
Email: lutjito@uny.ac.id

ABSTRACT

The research aims to know the influence of abutment cover on scouring process, depth and change of bed configuration around abutment. The research is carried out by experiment in hydraulic laboratory of civil and planning departement at Yogyakarta state university. Esperiments are conducted for three point of abutment and three different distance of the abutment, namely 0,25 h, 0,5 h and 0,75 h. The result showed that using cover plate can decrease scour depth efectively at the upstream of abutment (A), middle of abutment (B) and the downstream of abutment (C). The result showed a maximum efficiency of 63,3 % in scour reduction for 0,25 h long distance of cover plate for point A, 35 % and 50 % in scour reduction for 0,75 h for point B and point C. The expereiment show that using double plate cover where distance 0,75 h is more efective than 0,25 h and 0,5 h.

Keywords: *abutment, scouring, cover plate*

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan plat pelindung abutmen terhadap proses gerusan, kedalaman gerusan dan perubahan konfigurasi dasar di sekitar abutmen jembatan. Penelitian ini dilakukan di laboratorium Hidrolika Jurusan Pendidikan Teknik Sipil dan Perencanaan Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta. Percobaan dilakukkann untuk 3 posisi plat dari abutmen masing dan dengan 3 jmacam jarakmasing-masing 0,25 h, 0,5 h dan 0,75 h. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan plat pelindung mampu menurunkan kedalaman gerusan secara efektif pada bagian hulu, tengah dan hilir abutmen. Hasil penelitian menunjukkan bahwa efisiensi gerusan maksimum terjadi sebesar 63,3 % untuk jarak plat 0,25 h untuk titik A, 35 % dan 50 % pada jarak plat 0,75 h untuk titik B dan titik C. Hasil pengujian juga menunjukkan bahwa penggunaan plat ganda dengan jarak 0,75 h lebih efektif daripada pada jarak plat 0,25 h and 0,5 h.

Kata kunci: *abutmen, gerusan, plat pelindung*

PENDAHULUAN

Salah satu komponen prasarana dasar jaringan transportasi jalan adalah jalan dan jembatan. Jembatan dibutuhkan jika jalur jalan melintasi suatu alur sungai. Struktur jembatan umumnya terdiri dari dua bagian penting yaitu struktur bangunan atas dan struktur bangunan bawah berupa pilar dan abutmen jembatan. Pesatnya pembangunan transportasi yang saat ini sedang dilakukan pembangunan jalan rel ganda di pulau Jawa melengkapi jalur eksisting. Adanya pembangunan jalan rel baru disebelah jalan rel lama memerlukan konstruksi abutmen baru disebelah abutmen lama,. Fokus penelitian ini adalah mengetahui seberapa besar pengaruh penggunaan plat pelindung terhadap pola gerusan lokal yang terjadi.

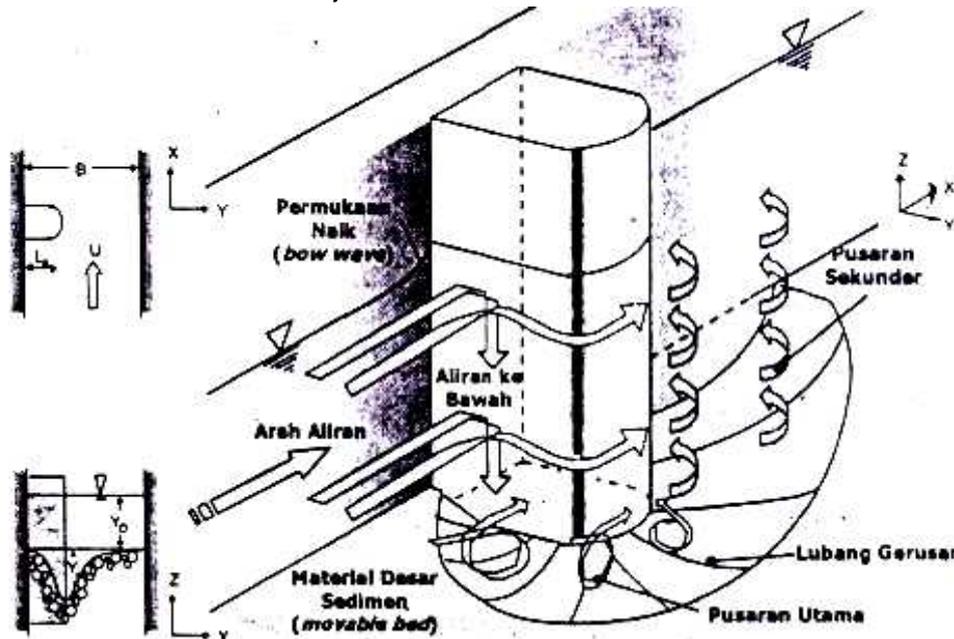
Keberadaan bangunan sungai berupa pilar jembatan, dipandang dapat mengubah geometri alur serta pola aliran sungai. Fenomena tersebut dapat menyebabkan degradasi dan agradasi di sekitar abutmen jembatan. Degradasi ini berlangsung secara terus menerus hingga tercapainya keseimbangan antara suplai dengan angkutan sedimen yang saling memperbaiki, maka terjadi ketidak seimbangan karena jumlah angkutan sedimen lebih besar dari pada suplai sedimennya. Hal ini menyebabkan semakin dalamnya lubang gerusan (*scour hole*) pada abutmen jembatan sehingga dapat merusak jembatan secara umum.

Mengingat banyaknya permasalahan tersebut maka diperlukan suatu penanganan yang dapat mengurangi kedalaman lubang gerusan berupa bangunan pengendali gerusan disekitar

abutmen jembatan. Usaha proteksi terhadap bangunan sungai sering dilakukan untuk mengurangi kedalaman lubang gerusan.

Berbagai penelitian telah dilaksanakan berkaitan dengan gerusan yang terjadi di sekitar bangunan di sungai baik disekitar pilar maupun abutmen jembatan. Studi tentang gerusan di sekitar dua abutmen jembatan

dilaksanakan oleh Rawiyah dan B. Yulistiyanto (2007), bahwa penggunaan plat pelindung paling efektif mengurangi gerusan pada jarak antara abutmen (a) dibagi lebar abutmen (D_p), $a/D_p = 3$ yakni 36,7% untuk gerusan depan, 54,6% untuk gerusan tengah dan 53,2 % untuk gerusan belakang terhadap gerusan pada abutmen ganda tanpa plat.

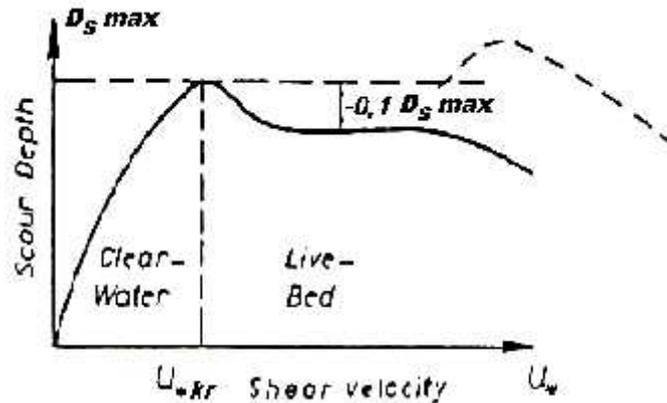


Gambar 1. Mekanisme gerusan lokal pada abutmen' (Sumber: Modifikasi dari Breusers dan Raudkivi, 1991)

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.

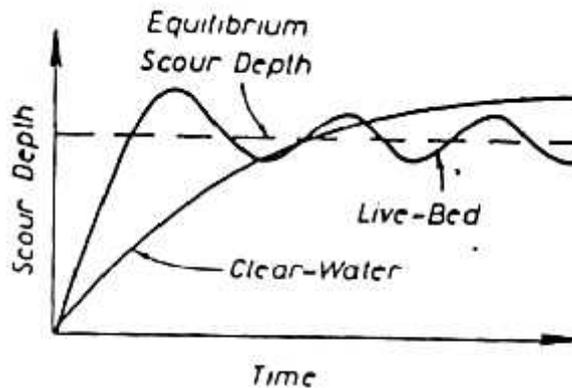
Kedalaman gerusan pada *clear-water scour* dan *live-bed scour* merupakan fungsi kecepatan geser. Kedalaman gerusan maksimum terjadi saat kecepatan geser u_s sama dengan kecepatan geser kritik yaitu pada daerah transisi antara *clear-water scour* dan *live-bed scour* seperti pada Gambar 2.



Gambar 2. Kedalaman Gerusan (d_s) sebagai Fungsi Kecepatan Geser (u).
(Sumber: Breusers dan Raudkivi, 1991)

Menurut Chabert dan Engeldinger (1956) dalam Breusers dan Raudkivi (1991), lobang gerusan yang terjadi pada alur sungai disamping

merupakan fungsi kecepatan geser, juga merupakan fungsi waktu seperti ditunjukkan pada gambar 3 berikut ini.



Gambar 3. Kedalaman Gerusan (d_s) sebagai Fungsi Waktu (t) (Breusers dan Raudkivi, 1991)

Selain itu kedalaman gerusan tergantung pada beberapa variabel yaitu karakteristik zat cair, material dasar, aliran dalam saluran dan bentuk abutmen.

Metode yang paling umum digunakan untuk mengendalikan atau mencegah gerusan adalah membuat riprap yakni dengan menempatkan batuan di dasar sungai di sekitar pilar atau menempatkan batuan ke dalam lubang gerusan di sekitar pilar. Bonosoundas (1973) dalam Breuser dan Raudkivi (1991)

Beberapa metode lain yang diusulkan oleh Graf (1998) diantaranya adalah dengan membuat pondasi blok pada dasar pilar yang ditempatkan

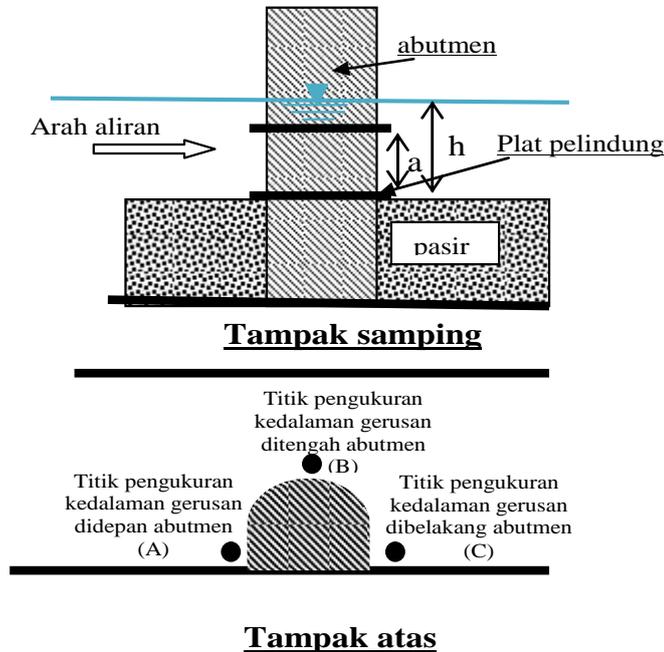
di bawah dasar saluran yang efektif untuk meniadakan aliran vertikal ke bawah. Selain itu dengan menempatkan *ring-formed* pada pilar dapat mengurangi gerusan. Metode lain yaitu dengan menyusun pilar-pilar kecil di hulu dari pilar yang dapat melemahkan sistem pusaran telapak kuda. Kestabilan riprap sebagai pelindung gerusan disekitar pilar jembatan diteliti oleh Chiew (1994).

METODE

Model abutmen yang digunakan adalah tipe persegi dengan ujung dibulatkan. Dengan dimensi panjang (sejajar aliran) 0,02 m, lebar

(tegak lurus aliran) 0,02 m, dan tinggi abutmen 0,25 m, dan lebar sayap 0,01 m dengan kemiringan sudut 0° , serta tebal timbunan pasir adalah 10 cm. Bahan yang digunakan sebagai

sedimen dasar adalah pasir alam yang berasal dari Sungai Progo Yogyakarta, yang lolos saringan nomor 10 (2 mm) dan tertahan saringan nomor 70 (0.212 mm).



Gambar 4. Model variasi penempatan plat pelindung abutmen dalam saluran.

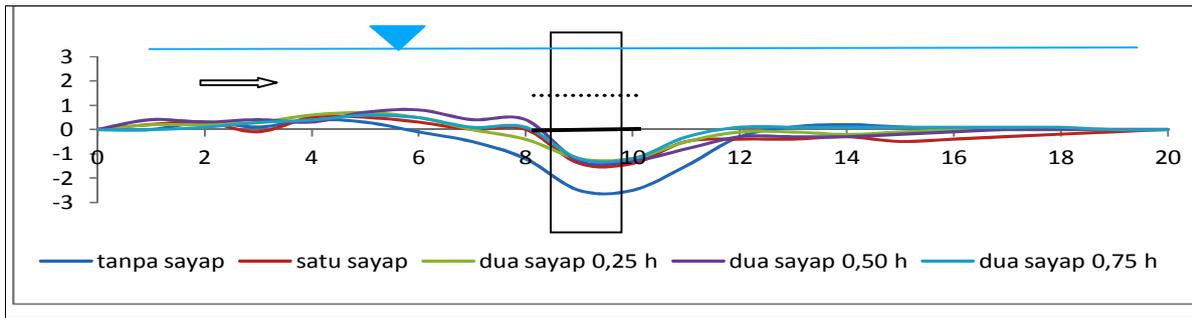
Teknik pengambilan data yang dilakukan dengan mengamati gerusan yang terjadi sampai gerusan tersebut stabil pada tiap pengamatan yang dilakukan dengan menggunakan variasi jarak penempatan kedua plat $a = 0,25h, 0,50h$ dan $0,75h$ debit aliran sebesar $0,8 \text{ l/det}$ dan kedalaman aliran $0,03 \text{ m}$. Yang pertama digunakan abutmen tanpa sayap pelindung dan yang kedua dilakukan dengan

sayap pelindung dengan perlakuan yang sama. Pengamatan kedalaman gerusan dilakukan dengan *point gauge* untuk mencatat proses gerusan disekitar pilar dengan pencatatan kedalaman gerusan sampai mencapai kondisi ekilibrium yang dicapai setelah running selama 120 menit.

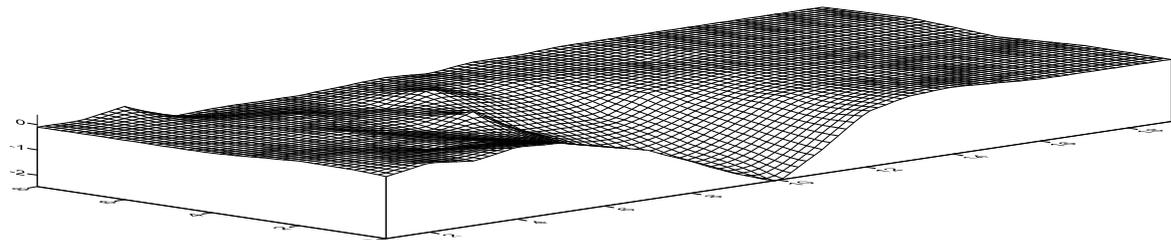
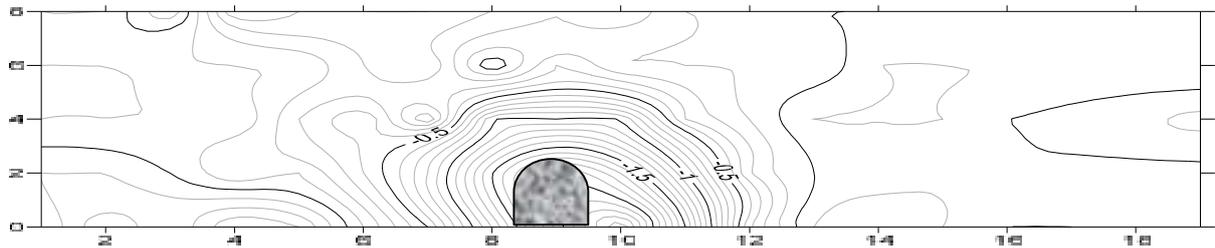
HASIL DAN PEMBAHASAN

Aliran diatur pada kondisi mendekati kecepatan kritis butiran, agar diperoleh kedalaman gerusan maksimum di sekitar abutmen. Dengan debit yang same dilakukan variasi penggunaan sayap sebagai pengendali gerusan disekitar abutmen Pengamatan proses gerusan memperlihatkan besarnya penambahan kedalaman gerusan

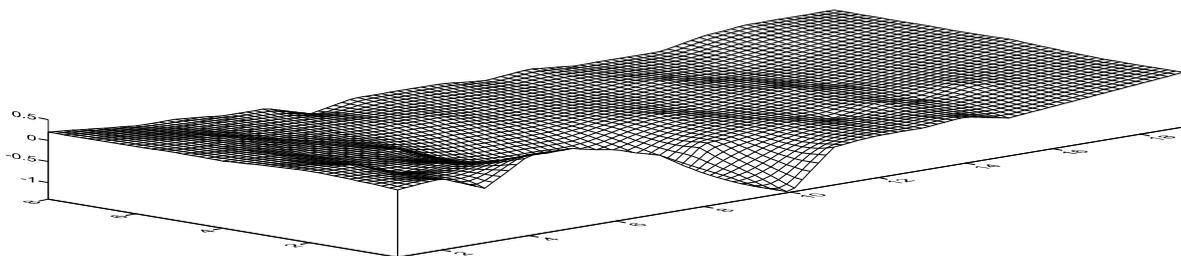
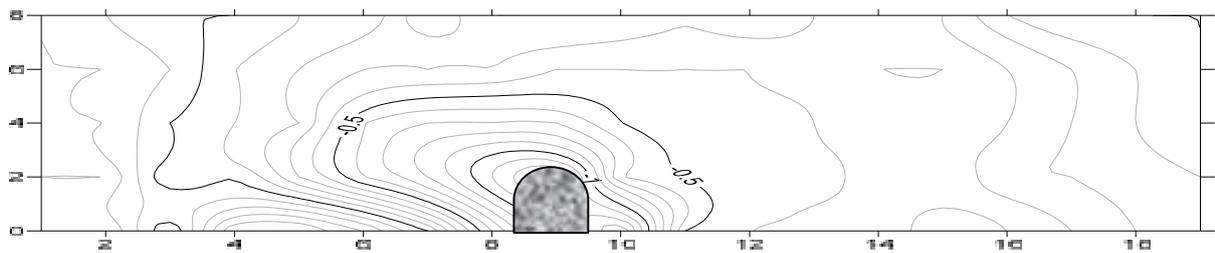
besar pada awal-awal pengujian, dan selanjutnya penambahan gerusan berkurang setelah mendekati kesetimbangan kedalaman gerusan, yaitu setelah pengujian berjalan selama $\pm 3 \text{ jam}$ (180 menit). Gambar 11 memperlihatkan besarnya gerusan lokal di sekitar abutmen terhadap waktu di sekitar abutmen dengan jarak antara sayap dengan sayap dasar sebesar $a/h = 0; 0,25; 0,50; \text{ dan } 0,75$.



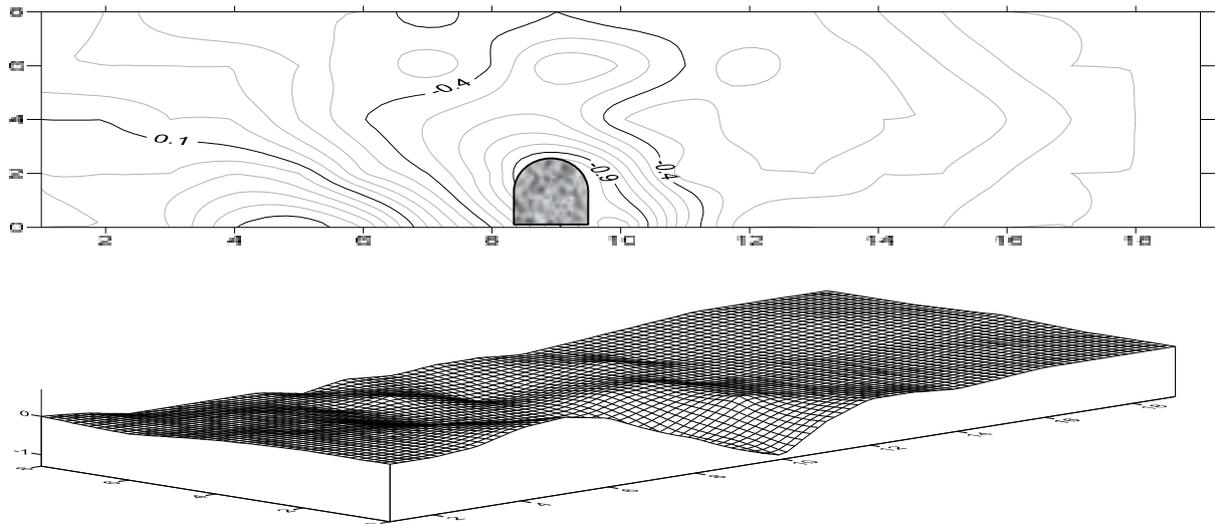
Gambar 5. Profil gerusan disekitar abutment



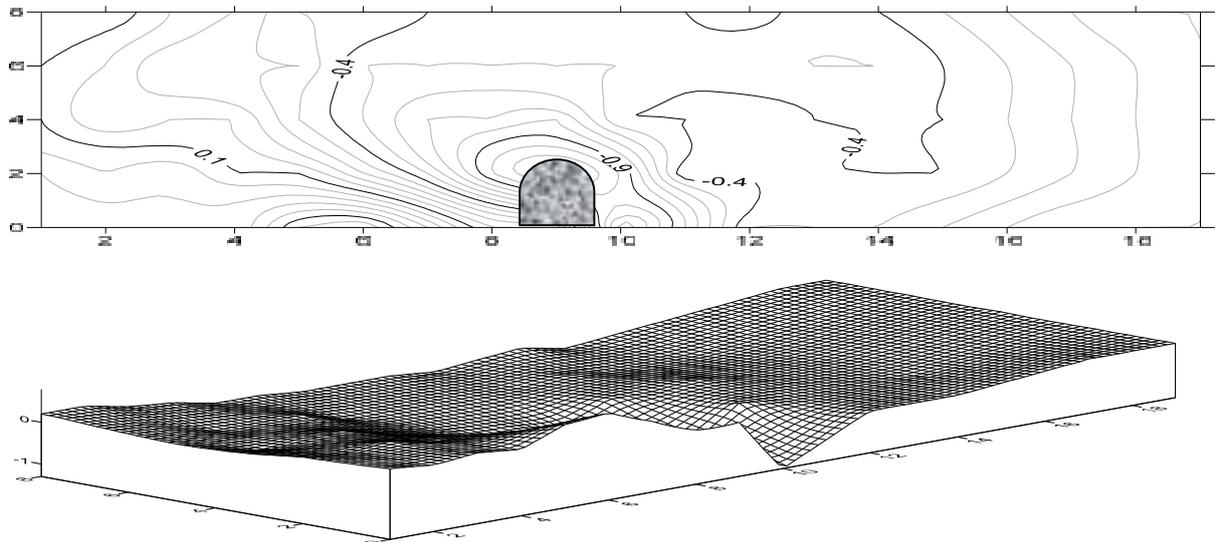
Gambar 6. Profil gerusan abutmen tanpa sayap pelindung



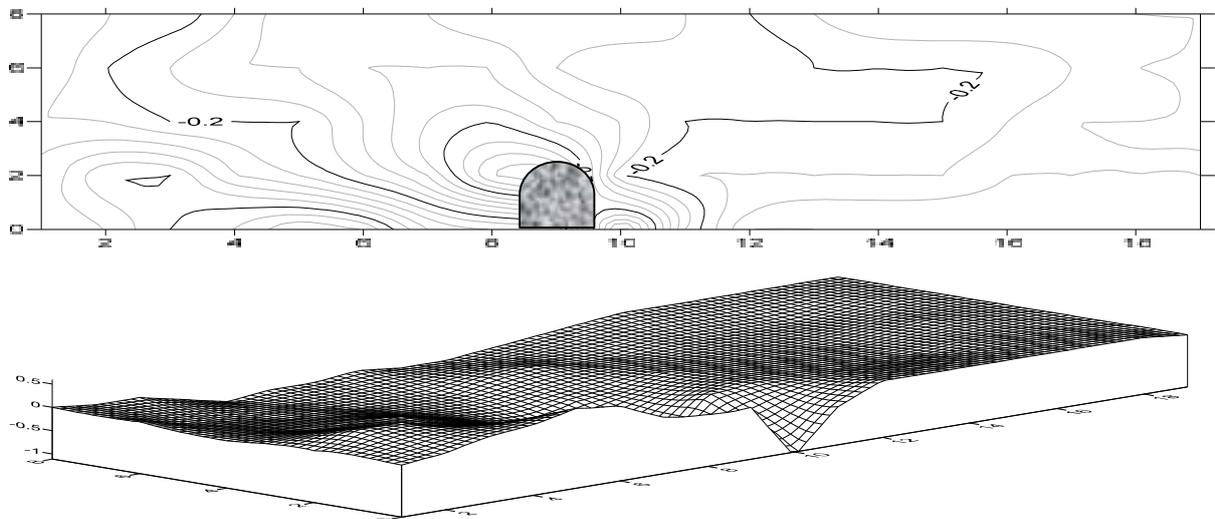
Gambar 7. Profil gerusan abutmen dengan 1 sayap pelindung



Gambar 8. Profil gerusan abutmen dengan 2 sayap pelindung dengan jarak 0,25 h



Gambar 9. Profil gerusan abutmen dengan 2 sayap pelindung dengan jarak 0,50 h



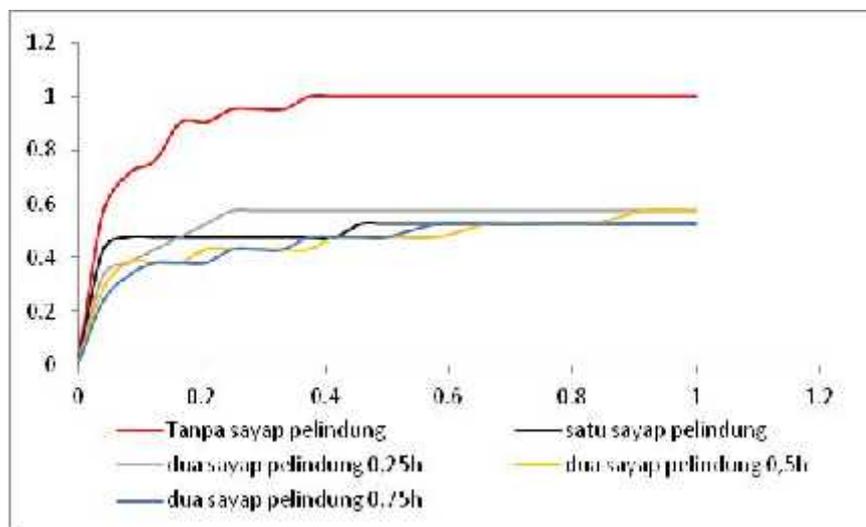
Gambar 10. Profil gerusan abutmen dengan 2 sayap pelindung dengan jarak 0,75 h

Untuk abutmen tanpa sayap akan memberikan kedalaman gerusan terdalam dan untuk satu sayap dan dua sayap kedalaman gerusan di hilir abutmen kedalamannya hampir sama yang membedakan hanya kondisi di hulu abutmen memperlihatkan kedalaman gerusan di sisi depan abutmen (hulu). Jika sayap dipasang dengan jarak $a/h = 0$, tidak terjadi gerusan di hulu abutmen dan pada dua sayap dengan jarak $a/h = 0,50$ penimbunan sedimen mempunyai ketinggian yang terbesar sehingga dapat disimpulkan bahwa penggunaan dua sayap dengan jarak $a/h = 0,50$ akan memberikan perlindungan terhadap gerusan disekitar abutmen yang terbaik.

Data hasil pengamatan kedalaman gerusan terhadap waktu terlihat perbedaan antara jarak penempatan plat sayap pelindung dan tanpa plat sayap pelindung pada debit yang sama. Pada pengamatan terlihat bahwa penambahan kedalaman gerusan berhubungan langsung cepat pada menit-menit awal. Selanjutnya peningkatan kedalaman gerusan akan semakin

mengecil sampai tercapainya kondisi seimbang. Pada penelitian ini setiap pengujian dilakukan selama 120 menit dimana kondisi sedimen dasar sudah dalam kondisi seimbang.

Dari Gambar 11 dapat dilihat bahwa kedalaman gerusan pada waktu awal pengujian akan sangat besar. Hal ini terjadi karena waktu awal pengujian, kondisi aliran air tidak stabil sehingga menyebabkan olakan yang besar dan mengakibatkan lapisan material yang terpengaruh oleh aliran tergerus sangat cepat. Setelah aliran mencapai kesetimbangan maka penggerusan di sekitar abutmen semakin kecil dan mendekati kestabilan. Bentuk abutmen dengan plat sayap pelindung akan mengakibatkan pengurangan kedalaman gerusan di sekitar abutmen, ini disebabkan karena arus dari arah hulu abutmen yang mengarah kebawah terhalang oleh adanya plat sayap pelindung.



Gambar 11. Kecepatan gerusan terhadap waktu

Dari titik pengamatan yang dilakukan pada titik A, B dan C disekitar abutmen terlihat disini seperti ditunjukkan pada tabel 1 di bawah bahwa pada titik pengamatan A di bagian hulu abutmen penggunaan plat sayap pelindung memberikan perlindungan yang maksimum hanya pada penggunaan dua plat dengan jarak

0,25h yang hanya memberikan pengurangan kedalaman geusan sebesar 63,3%. Pada pengamatan di titik B penggunaan plat pelindung memberikan efisiensi kedalaman gerusan sebesar 35 % sedangkan pada titik C di hilir abutmen memberikan tingkat efisiensi sebesar 50%.

Berdasarkan penelitian tersebut dapat diambil kesimpulan bahwa penggunaan satu plat sayap pelindung sangat baik untuk mengurangi kedalaman gerusan disekitar abutmen.

Tabel 1. Efisiensi penggunaan plat sayap pelindung terhadap gerusan pada abutmen

Jenis perlindungan abutmen	Titik pengamatan dengan pelindung			Efisiensi penggunaan pelindung		
	A (cm)	B (cm)	C (cm)	A (%)	B (%)	C (%)
Titik pengamatan tanpa pelindung	-1,2	-2	-2,5	-	-	-
Abutmen dengan pelindung satu plat	0	-1,4	-1,4	100	33	44
Abutmen dengan pelindung dua plat a = 0,25h	-0,4	-1,3	-1,2	63,3	35	52
Abutmen dengan pelindung dua plat a = 0,50h	0,4	-1,3	-1,3	100	35	4,8
Abutmen dengan pelindung dua plat a = 0,75 h	0,1	-1,1	-1,2	100	45	52

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dipaparkan di depan, maka disimpulkan sebagai berikut: 1) Penggunaan plat sayap pelindung sangat efektif dapat mengurangi gerusan di hulu abutmen sebesar 100%; 2) Pada titik pengamatan A di bagian hulu abutmen penggunaan plat sayap pelindung memberikan perlindungan yang maksimum hanya pada penggunaan dua plat dengan jarak 0,25h yang hanya memberikan pengurangan kedalaman gerusan sebesar 63,3%. Pada pengamatan di titik B penggunaan plat pelindung memberikan efisiensi kedalaman gerusan sebesar 35 % sedangkan pada titik C di hilir abutmen memberikan tingkat efisiensi sebesar 50%; 3) Penggunaan dua plat pelindung pada abutmen dengan jarak antara plat 0,75 h lebih baik dalam mengurangi kedalaman gerusan secara keseluruhan dibanding plat dengan jarak 0,25 h dan 0,50 h

DAFTAR RUJUKAN

- [1] Breuser, H.N.C., Raudkivi, A.J., 1991, "Scouring", IHR Hydraulic Structure Design Manual, A.A. Balkema, Rotterdam.
- [2] Chiew, Y.M., 1994, "Riprap Protection Around A Bridge Piers", Ninth Congress of the Asian and Pacific Division of the International Association for Hydraulic Research IAHR, 3-10.
- [3] Graf, W. H., 1998, "Fluvial Hydraulics", John Wiley & Sons Ltd, England.
- [4] Rawiyah, Th. Husnan, dan Yulistiyanto, B., 2007, "Local Scour Around Two Abutments And Its preventive Works", Dinamika Teknik Sipil, Vol. 7, No. 2, Juli 2007 .
- [5] Raudkivi, A.J. and Ettema, 1982, "Scour at Bridge Piers", Third Congress of the Asian and Pacific Division of the International Association for Hydraulics Research IAHR, 277-285, Bandung.