

# ANALISIS SUSUNAN TIRAI OPTIMAL SEBAGAI PROTEKSI PADA PILAR JEMBATAN DARI GERUSAN LOKAL

**Cahyono Ikhsan**

Laboratorium Hidraulika Fakultas Teknik Sipil UNS, Jln Ir Sutami 36.a Surakarta 57126,  
Telp/Faks (0271) 634524. Email :cahyono1970@yahoo.co.id

**Solichin**

Laboratorium Hidraulika Fakultas Teknik Sipil UNS, Jln Ir Sutami 36.a Surakarta 57126,  
Telp/Faks (0271) 634524. Email :solichin\_57126@yahoo.co.id

## **Abstract**

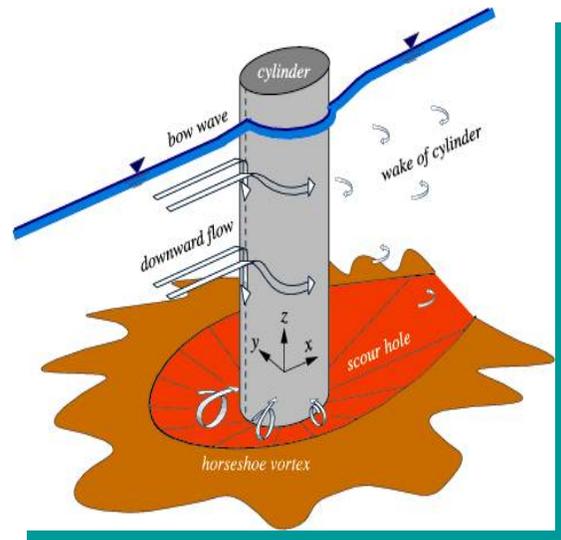
*Local scour frequently occurs in the downstream of energy muffler or around the bridge pillars. The bridge pillar function decreases due to the scour of soil material around it. After the scour, the river base degrades resulting in position changes of pile cap, which initially under river base elevation, rises to above the river base elevation. This research conducted using experimental method in Hydraulic Laboratory of UNS's Engineering Faculty. A cylinder and round tip rectangular pillars used as the samples on the sediment Transport Demonstration Channel tool, to find out the characteristic of local scour occurred around the pillar. The analysis shows that the use of curtain to reduce local scour around the pillar is very effective. The reduction value indicated by the test is in a range of 23.12% - 38.53%.. The local scour depth of cylinder pillar after equilibrium condition achieved is in an array of 2.0 – 2.9(y/b) with an average of 2.45(y/b), while the value achieved by round tip rectangular pillar after equilibrium condition is 2.3 – 2.9(y/b) with an average of 2.6(y/b)*

*Keywords: bridge pillar, curtain structure, local scour*

## **PENDAHULUAN**

Aliran yang terjadi pada suatu sungai seringkali disertai dengan angkutan sedimen dan proses gerusan. Proses gerusan akan terbentuk secara alamiah karena adanya pengaruh morfologi sungai atau karena adanya struktur yang menghalangi aliran sungai. Angkutan sedimen terjadi karena aliran air sungai mempunyai energi yang cukup besar untuk membawa sejumlah material. Sedimen yang masuk lebih kecil dari sedimen yang keluar pada suatu penggal sungai maka akan terjadi penurunan dasar sungai secara memanjang (degradasi) tetapi sebaliknya maka akan menyebabkan terjadinya kenaikan dasar sungai secara memanjang (agradasi)

Perubahan morfologi sungai diikuti dengan perubahan karakteristik sungai dapat menyebabkan perubahan pola aliran. Bila ditengah sungai terdapat bangunan berupa pilar jembatan maka akan mengakibatkan terjadinya gerusan lokal (*local scouring*) dan penurunan elevasi dasar (degradasi) di sekitar pilar jembatan tersebut.



Gambar 1. Mekanisme gerusan lokal (Coastal Engineering Research Center)

Gerusan adalah fenomena alam yang disebabkan oleh aliran air yang biasanya terjadi pada dasar sungai yang terdiri dari material alluvial namun terkadang dapat juga terjadi pada sungai yang keras. Gerusan dapat menyebabkan terkikisnya tanah di sekitar fondasi dari sebuah bangunan yang terletak pada aliran air. Gerusan biasanya terjadi sebagai bagian dari perubahan morfologi dari sungai dan perubahan akibat bangunan buatan manusia (Breusers & Raudkivi, 1991)

Proses erosi dan deposisi di sungai pada umumnya terjadi karena adanya perubahan pola aliran, terutama pada sungai alluvial. Perubahan pola aliran dapat terjadi karena adanya rintangan atau halangan pada aliran sungai tersebut yaitu dapat berupa bangunan sungai misal: pangkal jembatan, krib sungai, pilar jembatan, revetment, dan sebagainya. Bangunan semacam ini dipandang dapat merubah geometri alur serta pola aliran, yang selanjutnya diikuti dengan timbulnya gerusan lokal di sekitar bangunan. Peristiwa gerusan lokal selalu akan berkaitan erat dengan fenomena perilaku aliran sungai, yaitu hidraulika aliran sungai dalam interaksinya dengan geometri sungai, geometri dan tata letak pilar jembatan, serta karakteristik tanah dasar dimana pilar tersebut dibangun (Djoko Legono, 2001)

Gerusan dapat dibagi menjadi beberapa tipe yaitu sebagai berikut :

1. Gerusan umum di alur sungai, tidak berkaitan sama sekali dengan ada atau tidak adanya bangunan sungai.
2. Gerusan di lokalisir di alur sungai, terjadi karena penyempitan alur sungai, aliran menjadi terpusat.
3. Gerusan lokal di sekitar bangunan, terjadi karena pola aliran lokal di sekitar bangunan sungai (Breusers & Raudkivi, 1991)

Proses gerusan dimulai pada saat partikel yang terbawa bergerak mengikuti pola aliran bagian hulu ke bagian hilir saluran. Pada kecepatan yang lebih tinggi maka partikel yang terbawa akan semakin banyak dan lubang gerusan akan semakin besar, baik ukuran maupun kedalamannya bahkan kedalaman gerusan maksimum akan dicapai pada saat kecepatan aliran mencapai kecepatan kritik. Lebih jauh lagi ditegaskan bahwa kecepatan gerusan relatif tetap meskipun terjadi peningkatan kecepatan yang berhubungan dengan transpor sedimen baik yang masuk ataupun yang keluar lubang gerusan, jadi kedalaman rata-rata terjadi pada kondisi *equilibrium scour depth*. (Chabert dan Engal Dinger, 1956 dalam Breuser dan Raudkiv, 1991)

Riset penerapan blok beton terkunci pada kegiatan Penanggulangan Gerusan Lokal di Hilir Bendung Karet Jatimlerek, Penanggulangan Gerusan Lokal di Jembatan Cibarusah, Penanggulangan Degradasi dan Perkembangan Morfologi Ruas Sungai Ciliwung di Kebun Raya Bogor serta Penanggulangan Degradasi dan Gerusan Lokal di Hilir Bendung Gerak Pamarayan dapat disimpulkan karakteristik blok beton terkunci sebagai berikut:

- a. Stabilitas atau kemampuan blok beton terkunci untuk menahan gaya seret bergantung kepada arah lengan momen guling yang mana blok beton tersebut dapat berguling. Berkaitan

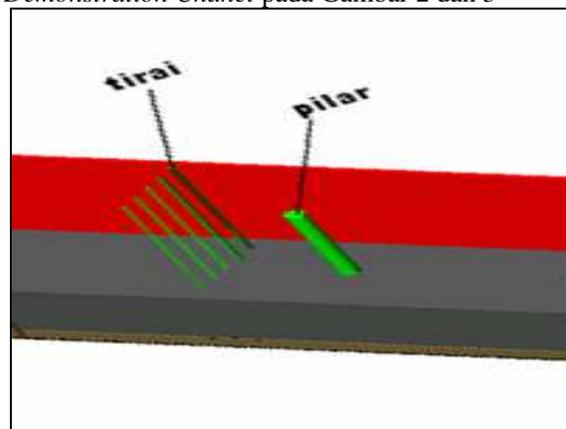
dengan sifat ini, maka dalam penentuan gaya seret kritis gerak mula sebuah blok beton tunggal disarankan untuk dianalisis menggunakan grafik Shields (Van Rijn, 1989) dengan menerapkan nilai diameter nominal dari blok beton tersebut sebagai diameter acuan.

- b. Dari percobaan di laboratorium dapat disimpulkan secara umum bahwa dalam keadaan saling terkait blok beton terkunci mampu menahan gaya seret sebesar 5-7 kali lebih besar dibandingkan jika blok beton tersebut berdiri sendiri.
- c. Berdasarkan pengamatan penerapan di Sungai Ciliwung Ruas Kebun Raya Bogor terlihat bahwa kaki-kaki blok beton sangat baik untuk meredam energi aliran dan meningkatkan daya tahan terhadap geser dan guling. Namun demikian, kaki-kaki tersebut dapat mengakibatkan sampah-sampah terkait sehingga secara estetika kurang baik (Dery Indrawan dkk, 2003)

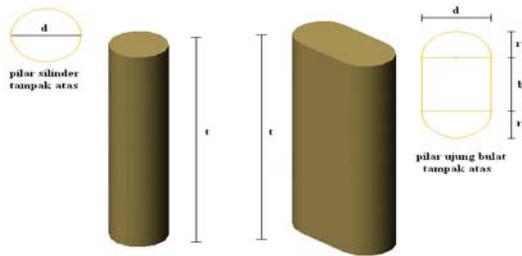
Gerusan lokal di sekitar pilar diawali oleh kerja *downward flow* yang kemudian diperluas dan diperkuat oleh *horseshoe vortex*, proses ini akan mengganggu stabilitas jembatan bila dibiarkan menggerus secara terus-menerus. Kasus kerusakan gerusan pada pilar jembatan yaitu penurunan pilar jembatan kereta api jalur Semarang-Jakarta di sungai Comal Jawa Tengah, kemiringan pilar 3 ke arah hulu jembatan kereta api BH 1549 Maos Purwokerto dan anjloknya jembatan Serandakan. Penanggulangan bahaya gerusan lokal dengan pemasangan struktur tirai pada jarak dan bentuk secara optimal sehingga mampu mereduksi gerusan lokal secara maksimal disekitar pilar jembatan.

## METODE

Penelitian dilakukan dengan metode eksperimen di Laboratorium Hidraulika Fakultas Teknik UNS dengan menggunakan sampel pilar silinder dan pilar segiempat ujung bulat pada alat *sediment Transport Demonstration Chanel* pada Gambar 2 dan 3



Gambar 2. Model letak struktur tirai

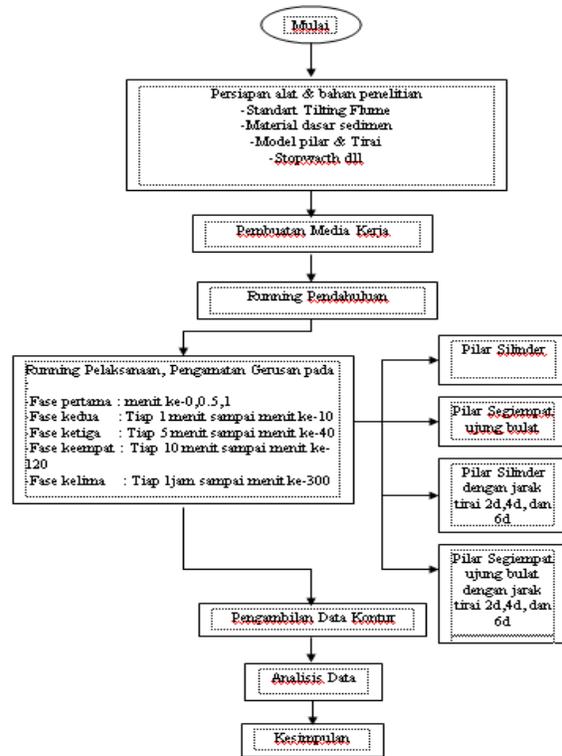


Gambar 3. Model pilar jembatan

Penelitian dibagi dalam beberapa tahap, yaitu :

- a. Tahap I  
Pembuatan media kerja, pada tahap ini dilakukan pembuatan media kerja sepanjang flume
- b. Tahap II  
*Running* pendahuluan dilakukan untuk menentukan kedalaman batas antara aliran *clear water* dan *live bed*, air dialirkan dengan debit yang telah ditentukan kemudian dengan menggunakan *tail gate* diatur kedalaman aliran sampai mencapai keadaan butiran dasar bergerak.
- c. Tahap III  
*Running* pelaksanaan penelitian setelah pemasangan model tirai dan pilar kemudian flume dialiri air dan dilakukan pengamatan yang sudah ditentukan diawali menit ke-0 sampai menit ke-300. pengamatan terbagi dalam lima fase, yaitu :
  1. Fase pertama dimulai menit ke-0, menit ke-0.5, dan menit ke-1
  2. Fase kedua tiap 1 menit hingga menit ke-10
  3. Fase ketiga tiap 5 menit hingga menit ke-40
  4. Fase keempat tiap 10 menit hingga menit ke-120
  5. Fase kelima tiap 1 jam sampai menit ke-300

Untuk lebih jelasnya disajikan dalam bagan alir pada Gambar 4.

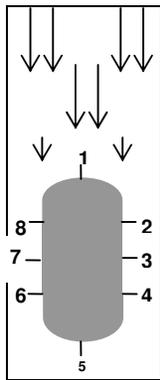


Gambar 4. Bagan alir tahapan riset

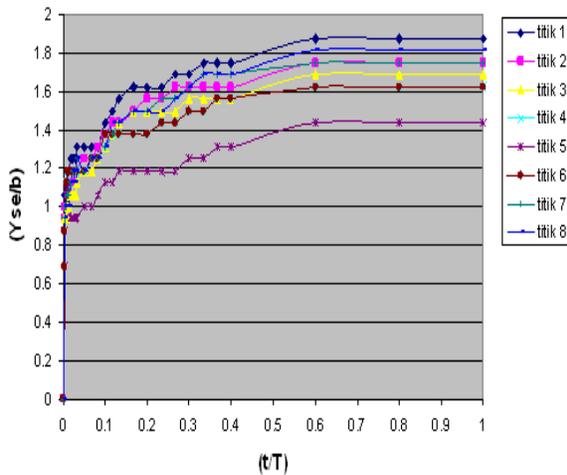
## HASIL DAN PEMBAHASAN

Pola aliran yang terjadi ditengah saluran yang terdapat penghalang berupa pilar maka akan mengakibatkan terjadinya gerusan lokal (*local scouring*) dan penurunan elevasi dasar (degradasi) di sekitar pilar jembatan tersebut. Gerusan lokal di sekitar pilar merupakan akibat langsung dari interaksi antar pilar, aliran sungai, dan material sedimen dasar sungai. Keberadaan pilar jembatan mengakibatkan terjadinya penumpukan tekanan (*stagnation pressure*) di hulu pilar, akibatnya aliran dua dimensi menjadi 3 dimensi. Aliran tiga dimensi (3D) tersebut sangat kompleks yang memiliki dua komponen khas yaitu aliran bawah (*downward flow*) sepanjang sisi hulu pilar dan pusaran tapal kuda (*horseshoe vortex*) di sekeliling pilar.

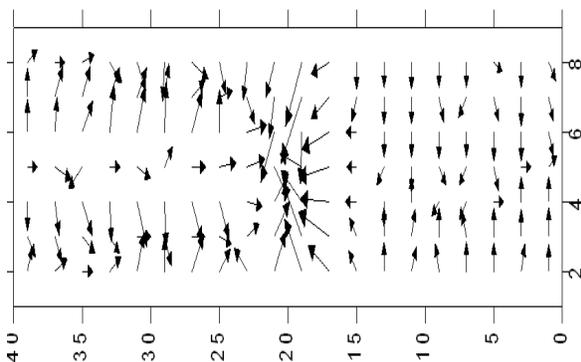
Pada 8 titik pengamatan pilar jembatan sebagai model (Gambar.5), diperoleh kondisi *local scouring* pada tiap-tiap titik pengamatan pada Gambar 6,7,8 dan 9.



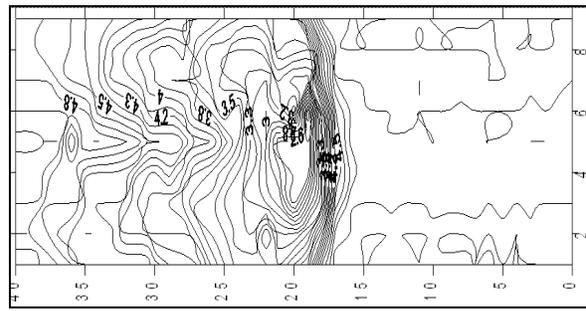
Gambar 5. Titik pengamatan gerusan pilar



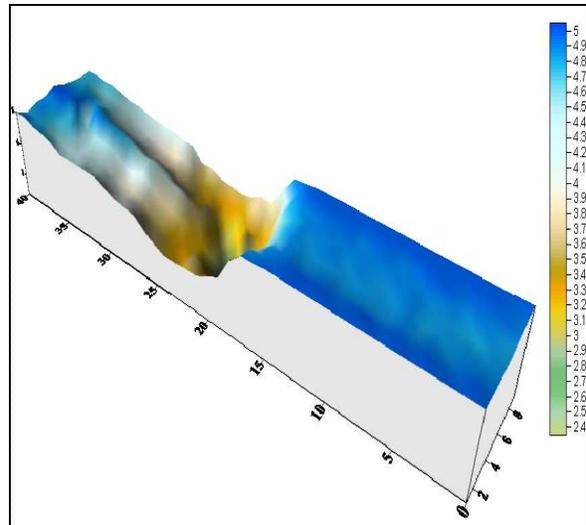
Gambar 6. Hub.kedalaman gerusan thd waktu



Gambar 7. Model arah gerusan pada pilar



Gambar 8. Kontur kedalaman gerusan disekitar pilar jembatan

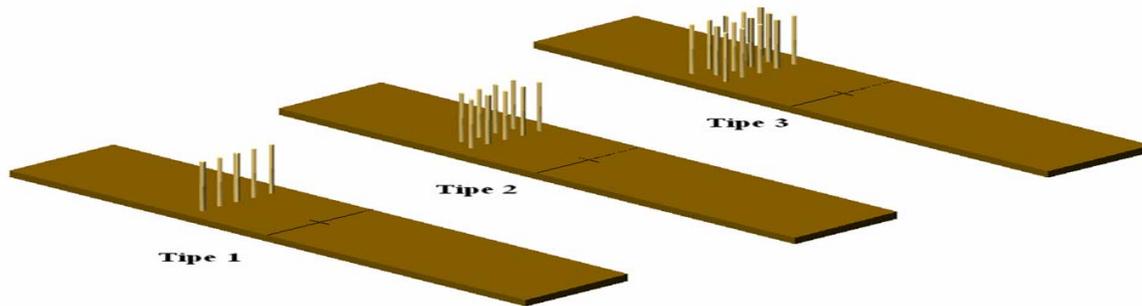


Gambar 9. Degradasi di sekitar pilar jembatan

Pada titik pengamatan no 1 diperoleh tingkat gerusan yang paling besar, sedangkan titik pengamatan no 5 mengalami gerusan paling kecil, hal ini disebabkan arus di tengah saluran paling besar bila dibandingkan dengan arus yang terjadi di pinggir. Demikian pula dengan arah gerusan yang tidak ada penghalang di tengah hulu pilar. Kondisi tersebut mengakibatkan degradasi terbesar dibagian hulu pilar dari pada hilir pilar.

Setiap jenis model pilar untuk *running* disajikan di Tabel 1.

Untuk mengetahui efektifitas jarak tirai digunakan juga metode membandingkan volume kerusakan yang terjadi akibat gerusan lokal sehingga nilai prosentase optimal yang dihasilkan pada setiap jarak dan susunan model yang dihasilkan dalam mereduksi besarnya gerusan yang terjadi dapat diketahui. Besar nilai reduksi pada setiap model disajikan pada Tabel 2, sedangkan susunan tirai berbagai tipe disajikan pada Gambar 10.



Gambar 10. Susunan tipe tirai

Tabel 1. Kedalaman gerusan yang terjadi pada setiap modeling pilar

No	Kondisi pilar	Ks	$\frac{Y_{se}}{b}$
1	pilar silinder tanpa proteksi tirai	1,00	1,8125
2	pilar segiempat ujung bulat tanpa proteksi tirai	0,9	1,8125
3	pilar silinder proteksi tirai jarak 2d	1,00	1,6875
4	pilar silinder proteksi tirai jarak 4d	1,00	1,750
5	pilar silinder proteksi tirai jarak 6d	1,00	1,8125
6	pilar segiempat ujung bulat proteksi tirai jarak 2d	0,9	1,4375
7	pilar segiempat ujung bulat proteksi tirai jarak 4d	0,9	1,5
8	pilar segiempat ujung bulat proteksi tirai jarak 6d	0,9	1,7188
9	pilar silinder proteksi Susunan Tirai tipe 1	1,00	1,75
10	pilar silinder proteksi Susunan Tirai tipe zig-zag 2	1,00	1,5
11	pilar silinder proteksi Susunan Tirai tipe zig-zag 3	1,00	1,5313
12	pilar segiempat ujung bulat Susunan Tirai tipe 1	0,9	1,5
13	pilar segiempat ujung bulat Susunan Tirai tipe zig-zag 2	0,9	1,4375
14	pilar segiempat ujung bulat Susunan Tirai tipe zig-zag 3	0,9	1,5313

Tabel 2. Nilai reduksi pada setiap model jarak dan susunan struktur tirai pada pilar jembatan

No	Kondisi pilar	Volume kerusakan	Reduksi Gerusan (%)
1	pilar silinder tanpa proteksi tirai	254.7667	-
2	pilar segiempat ujung bulat tanpa proteksi tirai	303.1833	-
3	pilar silinder proteksi tirai jarak 2d	171.4098	32.7189
4	pilar silinder proteksi tirai jarak 4d	181.3379	28.8220
5	pilar silinder proteksi tirai jarak 6d	200.2819	21.3862
6	pilar segiempat ujung bulat proteksi tirai jarak 2d	217.7553	28.1770
7	pilar segiempat ujung bulat proteksi tirai jarak 4d	225.7523	25.8969
8	pilar segiempat ujung bulat proteksi tirai jarak 6d	257.2612	15.1467
9	pilar silinder proteksi Susunan Tirai tipe 1	181.3378	28.8220
10	pilar silinder proteksi Susunan Tirai tipe zig-zag 2	157.0999	38.5323
11	pilar silinder proteksi Susunan Tirai tipe zig-zag 3	190.2083	25.3325
12	pilar segiempat ujung bulat Susunan Tirai tipe 1	224.6683	25.8969
13	pilar segiempat ujung bulat Susunan Tirai tipe zig-zag 2	207.0333	31.7135
14	pilar segiempat ujung bulat Susunan Tirai tipe zig-zag 3	233.0667	23.1268

## SIMPULAN

Nilai reduksi yang paling besar terjadi pada pilar segiempat ujung bulat, dengan proteksi susunan tirai tipe zig-zag 2 yaitu sebesar 31,5561 %, Sedangkan nilai reduksi yang paling besar pada pilar silinder dengan proteksi susunan tirai tipe zig-zag 2 sebesar 38,5323 %.

Nilai reduksi yang paling besar pada pilar segiempat ujung bulat, dengan proteksi jarak tirai 2d yaitu sebesar 28.1770 %, Sedangkan nilai reduksi yang paling besar pada pilar silinder dengan proteksi jarak tirai 2d sebesar 32.7189 %.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih kami sampaikan kepada Ketua Laboratorium Hidraulika FT UNS yang telah mengizinkan pelaksanaan riset, Bapak Ir. Agus Hari Wahyudi dan laboran, Sdr Sunyoto, yang menyediakan semua peralatan modeling.

## REFERENSI

- Breusers, H.N.C. and Raudkivi, A.J., 1991, "Scouring, IAHR, Hydraulic Structure Design Manual", A.A. Balkema, Rotterdam.
- Coastal Engineering Research Center, 1984, "Shore Protection Manual Volume 1".
- Dery, Indrawan, "Blok Beton Terkunci Sebagai Komponen Bangunan Pengendalian Gerusan Lokal dan Degradasi Dasar Sungai", *Jurnal Pusat Penelitian dan Pengembangan Sumber Daya Air, Bandung*. Tersedia di : <http://www.pusair-pu.go.id/isi/proceeding2003/402.pdf>. [22 Maret 2007]
- Legono D,2001, "Hidraulika Bangunan Sungai" , Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta