

JURNAL TEKNIK SIPIL

Jurnal Teknik Sipil Unsyiah merupakan wadah bagi seluruh civitas akademika dibidang konstruksi dan lingkungan mengembangkan dan menginformasikan perkembangan teknologi dan pengetahuan.

Frekuensi terbit tiga kali setahun pada bulan September, Januari, dan Mei.

DAFTAR ISI

Peningkatan Kinerja Saluran Drainase Kota Langsa Berdasarkan Penataan Ruang <i>Alfiansyah Yulianur BC, Sugianto, Eka Mutia</i>	1 - 8
Pemodelan Fisik Bendungan Untuk Pengamatan Garis Freatis Berdasarkan Kemiringan Lereng Sebelah Hulu <i>Azmeri, Maimun Rizalihadi, Rima Vinanda</i>	9 - 16
Prediksi Lokasi Rawan Pembendungan Alami Pada Daerah Aliran Sungai Sebagai Mitigasi Bencana Banjir Bandang (Das Krueng Teungku-Kecamatan Seulimum-Aceh Besar-Provinsi Aceh) <i>Dirwan, Azmeri, Amir Fauzi</i>	17 - 26
Studi Kedalaman Gerusan Lokal Pada Pilar Jembatan Simpang Surabaya Krueng Aceh, Banda Aceh <i>Eldina Fatimah</i>	27 - 36
Studi Perencanaan Dan Pengelolaan Bangunan Sarana Air Bersih Berbasis Partisipasi Masyarakat Di Desa Paya Beke <i>Ziana, Suhendrayatna, Mulyadi</i>	37 - 46
Hubungan Parameter Kuat Geser Langsung Dengan Indeks Plastisitas Tanah Desa Neuheun Aceh Besar <i>Marwan, Reza P. Munirwan, Devi Sundary</i>	47 - 56
Model Pemilihan Moda Angkutan Umum (Studi Kasus Rute Meulaboh – Banda Aceh) <i>Irfan, M. Isya, Renni Anggraini</i>	57 - 66
Analisis Stabilitas Beton Aspal AC-BC Didasarkan Dari Variasi Suhu Pencampuran Pada Kondisi Suhu Pemadatan Minimum Dengan Bahan Pengikat Aspal Retona Blend 55 <i>Nurlely, Fitrika Mita Suryani, Yuseva</i>	67 - 78
Pengaruh Distribusi Tulangan Geser Terhadap Kuat Geser Beton Ringan Busa Berserat Nylon Dengan Metode <i>Push - Off</i> <i>M. Ali Akoeb, Abdullah</i>	79 - 90
Pengaruh Variasi Penambahan Air Dan Semen Pada Suatu Perencanaan Campuran (<i>mix design</i>) Terhadap Susut Beton Dan Kuat Tarik Belah Beton (Suatu Penelitian Beton Dengan FAS 0,3, 0,4 Dan 0,5) <i>T. Budi Aulia, Mohammad Ali Akoeb</i>	91 - 102

STUDI KEDALAMAN GERUSAN LOKAL PADA PILAR JEMBATAN SIMPANG SURABAYA KRUENG ACEH, BANDA ACEH

Eldina Fatimah

¹⁾Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Syiah Kuala
Jl. Tgk. Syeh Abdul Rauf No. 7, Darussalam Banda Aceh 23111, email: eldina@tdmrc.org

Abstract: *Simpang Surabaya Bridge positioned at coordinates $5^{\circ}33'38''$ LU and $95^{\circ}19'4,1''$ BT is located at Kuta Alam sub-district of Banda Aceh Municipality. The bridge was built across the river Krueng Aceh with ± 100 meters long with pillars to support the bridge. Pillars were in the river, resulting in narrowing the river cross section that led to disturbing river flow. Changes in flow velocity caused a scour around the pillars, so it is necessary to study local scour depth on the pillars. There are two types of pillars that existed. One type is located at the upstream side with Cylinder Group-shaped pillars (circular combination type) having the width of one meter and four meters long, while at the downstream part, the pillar type is round pillar-shaped nose with the width and length of one meter and three meters respectively. The aim of this research is to determine the scouring effect on the pillars based on data taken in 2008 and data from current measurement. While the actual local scour depth around the pillars were measured using instrument *Qliner* where the river was divided into two meters wide per section. Measurement data then is shown in the form of contour and cross section. From field measurement, it is found that the scouring depth at the upstream of the pillar is 0.88m whereas sedimentation occurred at the downstream part of the pillar. By using the measurement data on 2008 and compared with the measured data, it is found that the *Simpang Surabaya* pillars were scoured noticeably and need to be protected. From the calculation, the pillars should be protected using riprap with a diameter of 0.945 meters.*

Keywords : *Krueng Aceh, bridge pillars, scouring, Qliner, riprap, cross section*

Abstrak: Jembatan Simpang Surabaya yang berada pada koordinat $5^{\circ}33'38,3''$ LU dan $95^{\circ}19'4,1''$ BT terletak di Kecamatan Kuta Alam Kota Madya Banda Aceh. Jembatan ini dibangun melintang Sungai Krueng Aceh dengan panjang ± 100 meter. Pilar jembatan ini dibangun di sungai, sehingga terjadi penyempitan penampang sungai yang menyebabkan kecepatan aliran bertambah. Perubahan kecepatan aliran ini menyebabkan terjadinya gerusan pada pilar. Jembatan yang dibangun ini memiliki dua jenis pilar, yaitu pada bagian hulu pilar berbentuk *Group of Cylinder* (gabungan lingkaran) dengan lebar satu meter dan panjang empat meter sedangkan pada bagian hilir pilar berbentuk *round-nose* (hidung berujung bulat) dengan lebar satu meter dan panjang tiga meter. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kestabilan pilar Jembatan Simpang Surabaya terhadap gerusan lokal akibat pengaruh aliran. Besarnya kedalaman gerusan lokal ditentukan dengan luas tampang sungai perpias per dua meter sepanjang lebar sungai dan diukur dengan menggunakan alat ukur *Qliner*. Hasil pengukuran ditampilkan berupa peta kontur dan *cross section*. Dari data pengukuran yang dilakukan, diperoleh kedalaman gerusan lokal sebesar 0,88 meter di bagian hulu pilar, sedangkan pada bagian hilir pilar, berdasarkan pengamatan di lapangan, terjadi penumpukan sedimentasi. Perbandingan data pengukuran *cross section* tahun 2008 dan hasil pengukuran terkini, diperoleh bahwa kestabilan pilar Jembatan Simpang Surabaya perlu diperhatikan karena telah terjadi gerusan. Sehingga untuk mengatasi gerusan di daerah hulu pilar perlu dipasang batu riprap yang berdiameter 0,945 meter.

Kata kunci : Krueng Aceh, pilar jembatan, gerusan, Qliner, riprap, cross section

Pilar merupakan salah satu konstruksi yang paling penting dalam merencanakan jembatan. Konstruksi ini berfungsi untuk menyokong dan menahan berat badan jembatan sendiri serta muatan yang melintasinya. Pilar jembatan yang dibangun di sungai memiliki

pengaruh yang besar terhadap jembatan yang akan dibangun, sehingga kestabilan terhadap gerusan lokal akibat pengaruh aliran sungai perlu diperhatikan. Gerusan lokal pada pilar terjadi akibat sistem aliran vortex pada pilar, yang dikenal dengan *horse shoes vortex system* (pusaran sistem sepatu kuda). Hal ini terjadi akibat ada bagian aliran yang ditahan oleh pilar. Gerusan lokal merupakan gejala alami yang terjadi akibat pengikisan pada sedimen dasar dan butiran yang dilalui oleh aliran. Besar kecilnya gerusan lokal sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor yang terjadi disekitar dasar sungai. Faktor-faktor yang menyebabkan terjadinya gerusan lokal pada pilar jembatan yaitu: bentuk geometrik pilar, karakteristik dari aliran, dan jenis sedimen. Gerusan lokal yang terjadi pada pilar jembatan pada umumnya karena perubahan pola aliran air pada pilar. Perubahan pola aliran air ini dapat meningkatkan kedalaman gerusan di sekitar pilar, sehingga gerusan yang terjadi di daerah sekitar pilar ini dapat membahayakan kelangsungan sungai dan keberlangsungan infrastruktur yang ada disekitarnya.

Kedalaman gerusan lokal berdasarkan hasil perhitungan yang terjadi pada Pilar Jembatan Simpang Surabaya ini masih dalam keadaan aman, untuk tindakan pengamanan dan pemeliharaan terhadap pilar maka pada penelitian ini digunakan pengamanan pilar dengan pemasangan batu riprap.

KAJIAN KEPUSTAKAAN

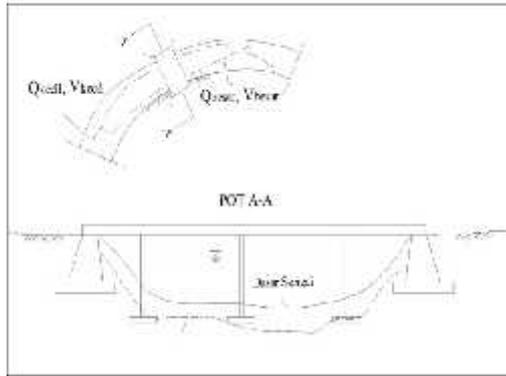
Gerusan lokal biasanya terjadi pada daerah sekitar pilar jembatan, pilar pintu pembagi, tembok penahan talud sungai,

bagian hilir dari bendungan atau pada konstruksi lain yang berada pada daerah aliran air. Besarnya gerusan yang terjadi di daerah sekitar pilar merupakan suatu permasalahan. Gerusan ini terjadi karena adanya perubahan pola aliran di daerah sekitar pilar yang disebabkan adanya bagian aliran yang tertahan oleh pilar jembatan.

Sistem vorteks yang terjadi di sekitar pilar dan kecepatan aliran di depan pilar adalah penyebab awal terjadinya gerusan lokal. Besar kecilnya kedalaman gerusan sangat ditentukan oleh: bentuk geometrik pilar, karakteristik dari aliran dan jenis sedimen. Gerusan yang besar pada pilar jembatan dapat mengurangi kestabilan dan keamanan dari konstruksi pilar jembatan tersebut (Isya, M., Rizalihadi, M., dan Muksin, 1996 : 3).

Pengaruh Jembatan

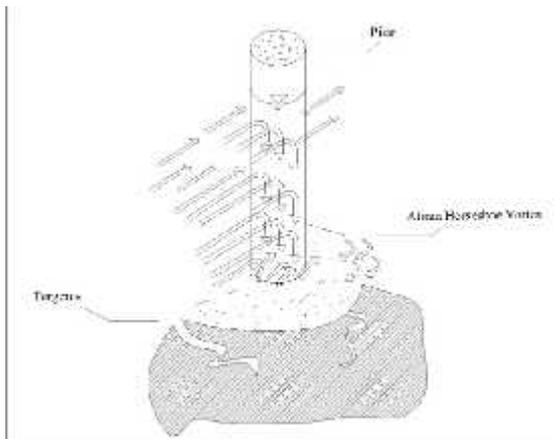
Jembatan dibangun melintang pada sungai, dengan adanya pilar-pilar dan *abutment* pada konstruksi jembatan akan mempersempit penampang melintang di sungai. Akibat adanya pilar jembatan yang dibangun di sungai maka timbul kecepatan aliran yang berbeda yaitu lebih besar di bawah jembatan daripada di sungai. Pertambahan kecepatan ini akan menimbulkan penggerusan pada dasar sungai di bawah jembatan, dan juga akan menggerus pilar-pilar serta *abutment* itu sendiri. Penggerusan akan menyebabkan bertambahnya angkutan sedimen ke hilir jembatan, sedangkan jembatan itu sendiri juga terancam runtuh bila penggerusan sudah mencapai dasar pondasinya.



Gambar 1. Pengaruh jembatan pada sungai

Sistem Aliran Gerusan Lokal

Gerusan lokal pada pilar terjadi akibat sistem aliran vortex pada pilar, yang dikenal dengan *horseshoes vortex system* (pusaran sistem sepatu kuda). Hal ini terjadi akibat ada bagian aliran yang ditahan oleh pilar, sehingga mengalami gerusan pada pilar jembatan.



Gambar 2. Skema sirkulasi gerusan lokal

Gerusan Lokal

Gerusan lokal sering terjadi pada bagian depan pilar jembatan, karena menahan aliran sungai. Ada beberapa metoda untuk menghitung kedalaman gerusan yang terjadi di daerah sekitar pilar. Salah satu bentuk Persamaan kedalaman gerusan lokal pada pilar dihitung dengan persamaan (Anonim, 2005 : 23):

$$S = 2 K g^{-0,215} a^{0,65} d^{0,135} F_r^{0,43} \quad (1)$$

dengan :

- S = kedalaman gerusan (m);
- K = angka koefisien pilar;
- g = percepatan gravitasi bumi (9,81 m/det²);
- a = lebar pilar (m);
- d = kedalaman aliran (m);
- F_r = bilangan Froude.

Bentuk tampang pilar merupakan salah satu dari bentuk geometrik pilar. Bentuk ini dapat mempengaruhi pola aliran yang terjadi disekitar pilar, oleh karena itu perlu diperhitungkan tipe aliran yang terjadi dari bentuk tampang pilar terhadap gerusan lokal. Tipe aliran yang terjadi dihitung berdasarkan Bilangan Froude sebagai berikut:

$$F_r = \frac{v}{\sqrt{g \cdot d}} \quad (2)$$

Angka koefisien K dipengaruhi dari bentuk pilar (K₁), sudut peletakan pilar (K₂), kondisi dasar sungai (K₃), dan butiran sedimen sungai (K₄). Untuk mendapatkan nilai koefisien K dihitung dengan Persamaan berikut :

$$K = K_1 \times K_2 \times K_3 \times K_4 \quad (3)$$

$$K_2 = (\cos \alpha + \frac{L}{a} \sin \alpha)^{0,65} \quad (4)$$

Tabel 1. Nilai Koefisien Bentuk Pilar (K₁)

No.	Bentuk Pilar	Nilai Koefisien K ₁
1	Square nose	1,1
2	Ruond nose	1,0
3	Cylinder	0,9
4	Sharp nose	1,0
5	Group Of Cylinder	1,0

Tabel 2. Nilai Sudut Peletakan Pilar (K₂)

No.	Sudut Peletakan Pilar K ₂	Nilai Koefisien K ₂		
		L/a = 4	L/a = 8	L/a = 12
1	0	1,0	1,0	1,0
2	15	1,5	2,0	2,5
3	30	2,0	2,5	3,5
4	45	2,3	3,3	4,3
5	90	2,5	3,9	5,0

Tabel 3. Nilai Berdasarkan Kondisi Dasar Sungai (K₃)

No.	Dasar Sungai	Tinggi Kekasaran (H)	K3
1	Clear water scour	-	1,1
2	Plane bed and antidune flow	-	1,1
3	Small dunes	3,0 > H > 0,6	1,1
4	Medium dunes	9,0 > H > 3,0	1,1-1,2
5	Large dunes	> 9,0	1,3

$$K_4 = [1 - 0,89 (1 - V_R)^2]^{0,5} \quad (5)$$

$$V_R = \frac{V' + V}{V_c + V} \quad (6)$$

$$V' = 0,645 \left(\frac{D_{50}}{d} \right)^{0,053} V_c \quad (7)$$

$$V_c = 6,19 \frac{1}{d^{0,6} D_{50}^{0,3}} \quad (8)$$

Kontrol kecepatan terhadap gerusan di pilar yaitu sebagai berikut:

$V > V_c$ terjadi gerusan
 $V < V_c$ gerusan tidak terjadi

dengan :

V = kecepatan aliran (m/det);
 V_R = kecepatan rata-rata (m/det);
 V' = kecepatan butiran di pilar (m/det);
 V_c = kecepatan kritis (m/det);
 L = panjang pilar (m);
 D_{50} = diameter butiran (mm).

Pengaruh Butiran Dasar

Butiran tanah dasar yang ada di sungai pada umumnya tidak seragam, karena variabel aliran seperti kedalaman, tampang basah, dan kecepatan di sepanjang sungai tidak sama. Jika butir-butir tanah tidak seragam, maka berpengaruh pada stabilitas butir (*degradation effect*), sehingga gaya geser (τ_c) akan ikut terpengaruhi. Pengaruh butiran tanah dasar ini dihitung dengan menggunakan Persamaan

(Anonim, 1987-1988 : 56):

$$\frac{\tau_c}{(\rho_s - \rho_w) g D_s} = \text{GrafikShield} (S_3) \quad (9)$$

$$V_c = \sqrt{g d I} \quad (10)$$

$$Re = \frac{V_c d}{\nu} \quad (11)$$

$$\tau_o = \rho_w g d I \quad (12)$$

Kontrol kecepatan butiran terhadap gaya geser butiran sebagai berikut:

$\tau_o > \tau_c$ butiran bergerak
 $\tau_c < \tau_o$ butiran tidak bergerak

dengan :

τ_c = gaya geser kritis (N/m²);
 τ_o = gaya geser maksimum (N/m²);
 ρ_w = berat jenis air (1000 kg/m³);
 ρ_s = berat jenis batu (2650 kg/m³);
 D_s = diameter batu ekuvalen berdasarkan Grafik S₃ (mm);
 V_c = kecepatan geser (m/det);
 Re = Angka Reynolds ($\nu = 1,25 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{d}$);
 I = kemiringan dasar sungai;

Pengamanan Pilar

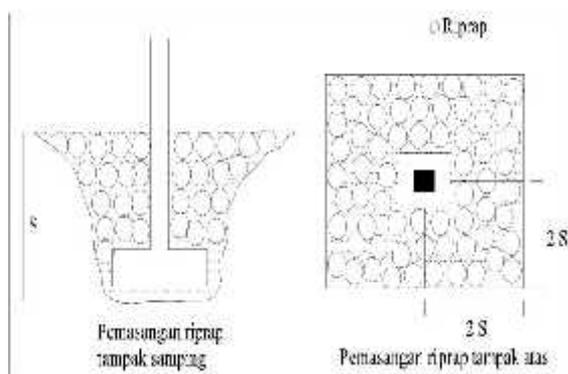
Pengamanan pilar terhadap gerusan lokal yang terjadi harus dilakukan dengan cepat dan tepat. Riprap merupakan salah satu solusi pengamanan yang tepat dengan biaya yang murah, Riprap berfungsi untuk menahan gaya geser dan mengatasi gerusan pada pilar jembatan serta melindungi sungai dan bangunan yang dibangun. Kestabilan riprap terhadap aliran harus diperhatikan, metode pemasangan batu riprap (D_R) menurut Isbach *equation* dihitung dengan Persamaan 13 sebagai berikut:

$$D_R = \frac{0,692(KV)^2}{(Ss-1) 2g} \quad (13)$$

Tabel. 4. Koefisien Batu Riprap

No	Bentuk Pilar	Koefisien Batu Riprap
1	Round-nose & Cylinder	1,5
2	Square-nose & Sharp-nose	1,7

Sketsa pengamanan pilar terhadap gerusan lokal ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Sketsa pengamanan gerusan dengan riprap

METODE PENELITIAN

Pada prinsipnya, metode pelaksanaan studi gerusan lokal pada pilar jembatan Simpang Surabaya sungai Krueng Aceh ini terdiri dari pengumpulan data, pekerjaan persiapan, dan pekerjaan lapangan.

Pengumpulan Data

Penelitian ini dimulai dengan studi literatur dan pengumpulan data. Data yang digunakan meliputi data sekunder dan data primer.

Data sekunder

Data sekunder adalah data hasil perencanaan yang telah ada yang diperoleh dari *Sea Defence Consultan* dan dari UPSDAL (Unit Pengkajian Sumber Daya Air dan Lingkungan). Data yang digunakan dalam penelitian ini meliputi peta kontur Sungai Krueng Aceh di Jembatan Simpang Surabaya, data

dan perhitungan debit banjir rencana dan periode ulang (Q_2 , Q_5 , Q_{10} , Q_{25} , Q_{50} dan Q_{100}), dan data pengukuran kedalaman gerusan lokal tahun 2008.

Data primer

Data primer adalah data yang diperoleh berdasarkan pengukuran di lapangan. Pengukuran yang dilakukan yaitu pengukuran kedalaman aliran sungai, pengukuran kecepatan aliran, pengukuran *crosssection* sungai dengan menggunakan alat ukur *Qliner*, pengukuran butiran sedimen, dan foto kegiatan Sungai Krueng Aceh.

Pekerjaan Persiapan

Pekerjaan persiapan pada penelitian ini yaitu pekerjaan persiapan alat-alat yang digunakan pada saat pengukuran di lapangan. Pekerjaan persiapan alat-alat ini dilakukan agar proses pengukuran di lapangan berjalan dengan sukses. Alat yang dipergunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Papan duga (*staff gauge*);
2. Alat ukur (meteran);
3. Boat;
4. *Qliner*;
5. *GPS (Global Position Satelite)*; dan
6. *Sediment trap*.

Pekerjaan Lapangan

Pekerjaan di lapangan dilakukan di sepanjang sungai Krueng Aceh, penelitian yang penulis lakukan hanya pada sungai tepat di jembatan Simpang Surabaya. Pekerjaan yang dilakukan berupa pengukuran untuk pengumpulan data, yang terdiri dari pengukuran geometrik pilar, pengukuran hidrometri,

dan pengukuran sedimen.

Analisa Data

Data-data yang telah diperoleh dari pengukuran selanjutnya diinput ke dalam program *Qreview* untuk melihat hasil-hasil dari pengukuran yang telah dilakukan. Data-data tersebut digunakan dalam menggambarkan garis-garis kontur dan perhitungan estimasi kedalaman gerusan lokal terhadap pilar. Dari hasil analisa data digambarkan suatu potongan yang memperlihatkan bentuk kedalaman gerusan lokal terhadap pilar. Selanjutnya dengan menggunakan Persamaan 1 sampai Persamaan 13, dihitung dan dibandingkan berdasarkan kedalaman gerusan lokal yang terjadi di sekitar pilar dari data pengukuran dan data sekunder yang diperoleh

Hasil dan Pembahasan

Data hasil pengukuran yang ditampilkan berupa peta kontur yang diperoleh dengan menggunakan program *Surfer* dan *cross section* dengan menggunakan program PCLP (*Plan Cross Section and Longitudinal Profile Program*) yang diperoleh dengan alat ukur *Qliner*. Pembahasan akan dilakukan berdasarkan hasil pengukuran kedalaman gerusan lokal pada *cross section* sungai.

Qliner dan *Surfer* memiliki estimasi *error* sendiri dan perlu adanya pengkalibrasian setiap pengukuran dilakukan. Penjelasan detail estimasi *error* dan prosedur pengkalibrasian-*Qliner* dan *Surfer* dapat dirujuk pada masing-masing manual.

Perhitungan dan pengukuran di lapangan

Perhitungan kedalaman gerusan lokal

dilakukan dengan menggunakan data hasil pengukuran di lapangan yang diperoleh dari alat ukur *Qliner* dan GPS yang selanjutnya diplotkan kedalam program *Surfer* untuk mendapatkan garis-garis kontur. Data-data yang diperoleh dari pengukuran di lapangan dihitung dengan menggunakan Persamaan 1 s/d Persamaan 13, sehingga didapat kedalaman gerusan lokal (S) = 0,88 meter. Gerusan yang terjadi yaitu pada bagian hulu pilar, pengamanan yang cepat sebagai tahap pemeliharaan terhadap pilar dilakukan proteksi pilar dengan digunakan debit banjir rencana Q_{100} tahun yaitu dengan menggunakan pengamanan batu riprap (D_R) = 0,94 meter.

Tabel 5. Hasil Perhitungan Estimasi Tahun 2009

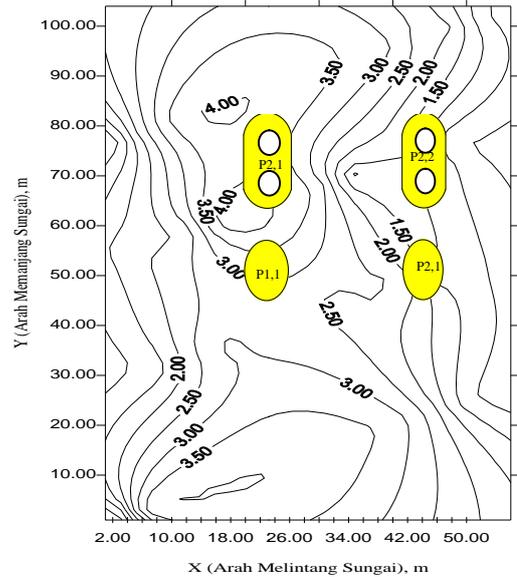
No.	Tinjauan Per. Bagian Hulu Pilar	Hasil Hitungan
1	Koef. Bentuk Pilar	1,00
2	Koef. Sudut Pel. Pilar	1,72
3	Koef. Dasar Sungai	1,10
4	Koef. Butiran Sedimen	0,97
5	Angka Froude	0,09
6	Kedalaman Gerusan Lokal	0,88
7	Pengamanan Batu Riprap	0,945

Tabel 6 Hasil Pengukuran di Lapangan

	Lebar pilar (a_1) (meter)	1,00
Peng. geometik pilar	Lebar pilar (a_2) (meter)	1,00
	Panjang pilar (L_1) (meter)	4,00
	Panjang pilar (L_2) (meter)	3,00
	Sudut peletakan pilar ()	20 ⁰
Peng. hidrometri	Kecepatan aliran (V_{hulu}) (m/d)	0,4 19
	Kecepatan aliran (V_{hilir}) (m/d)	0,228
	Kedalaman aliran (d_{hulu}) (meter)	2,358
	Kedalaman aliran (d_{hilir}) (meter)	2,147
	<i>Cross section</i> sungai perpias (meter)	2
	Kemiringan talud sungai (I)	0,004
	Peng. sedimen	D_{50} (<i>Bed Load</i>) (mm)

Perhitungan dan perbandingan data sekunder

Pada penelitian ini kedalaman gerusan lokal yang terjadi yaitu pada bagian hulu pilar dengan debit sungai sebesar $(Q) = 49,358 \text{ m}^3/\text{d}$ dengan kedalaman gerusan lokal $(S) = 0,88$ meter, berdasarkan dari data-data yang telah diperoleh maka dilakukan suatu perbandingan untuk melihat seberapa besar kedalaman gerusan lokal yang telah terjadi berdasarkan dari kedalaman aliran sungai pada *cross section* sungai.

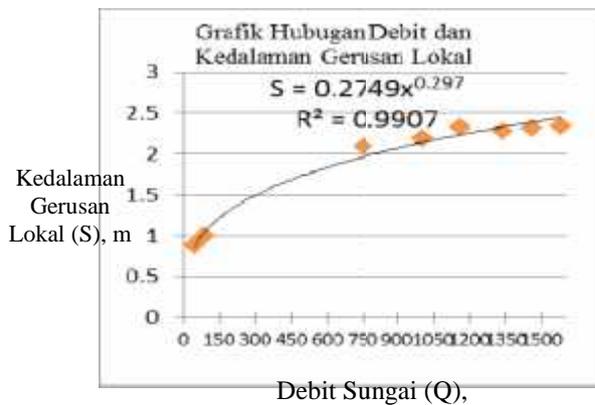


Gambar 5. Peta kontur dan posisi pilar pada garis-garis kontur berdasarkan hasil pengamatan di lapangan

Tabel 7. Hasil Perhitungan Debit dan Kedalaman Gerusan Lokal

No.	Data Debit Sungai	Debit Sungai $(Q)(\text{m}^3/\text{d})$	Kedalaman Gerusan Lokal $(S)(\text{m})$
1	Debit tahun 2008	87,30800	1,003474
2	Debit tahun 2009	49,35800	0,8832409
3	Debit Q_2	756,45251	2,0940953
4	Debit Q_5	1007,867	2,1901079
5	Debit Q_{10}	1159,4169	2,2368566
6	Debit Q_{25}	1336,6178	2,2836694
7	Debit Q_{50}	1459,958	2,3123336
8	Debit Q_{100}	1575,9851	2,3365929

Hubungan antara debit sungai (Q) dengan kedalaman gerusan lokal (S) dapat ditarik kedalaman grafik berikut:



Gambar 6. Hubungan debit aliran sungai dengan kedalaman gerusan lokal

Dari Gambar 6 dapat dilihat semakin besar debit aliran sungai terhadap pilar semakin besar kemungkinan gerusan lokal

dapat terjadi, yang dapat dilihat dari regresi *trendline power* dengan angka $R^2 = 0,99907$, sehingga persamaan kedalaman gerusan lokal pada pilar Jembatan Simpang Surabaya adalah $S = 0,2749x^{0,297}$ yang dapat digunakan untuk menghitung kedalaman gerusan lokal berdasarkan debit sungai (x) yang lainnya.

Hasil perhitungan gerusan lokal hasil estimasi pada pengukuran tahun 2009 tidak jauh berbeda dengan hasil perhitungan gerusan lokal estimasi pada tahun 2008 yaitu rata-rata $(S) = 0,9433574$ meter. Perhitungan juga dikaitkan dengan debit periode ulang $(Q_2, Q_5, Q_{10}, Q_{25}, Q_{50}$ dan $Q_{100})$ yang diplotkan ke dalam Gambar 6 diatas. Dari data hasil pengukuran diperoleh peta kontur dengan

menggunakan program *Surfer* dan *cross section* dengan program PCLP. Dari Gambar 5 dapat dilihat bahwa gerusan yang terjadi lebih dominan daerah hulu pilar. Selanjutnya hal ini akan dibahas berdasarkan analisa terhadap *cross section* dari peta kontur.

Pembahasan

Pembahasan meliputi analisa *cross section* terhadap pilar Jembatan Simpang Surabaya pada peta situasi Jembatan Simpang Surabaya, *cross section* pada pengukuran tahun 2008 dan pengukuran tahun 2009.

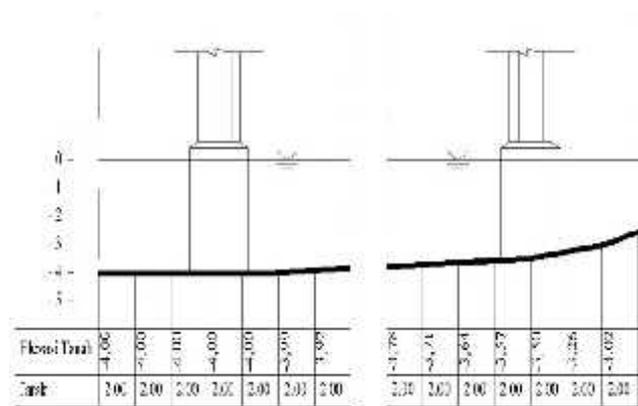
Analisa terhadap *cross section*

Pada bagian ini akan didiskusikan hasil dari penelitian dengan menganalisa gambar *cross section* dari hasil peta situasi Jembatan Simpang Surabaya dan pengukuran di lapangan. *Cross section* dari peta situasi, pada pilar bagian hulu dan pilar bagian hilir sungai, *cross section* pengukuran tahun 2008 dan *cross section* pengukuran tahun 2009.

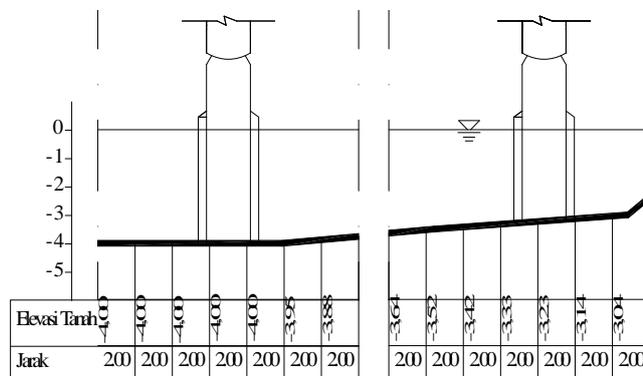
a. *Cross section* pada peta situasi Jembatan Simpang Surabaya

Cross section pada bagian hulu pilar diperlihatkan pada Gambar 7. Dari gambar dapat dilihat bahwa kedalaman aliran pada pilar pertama sebesar $(d) = 4,00$ meter sedangkan pada pilar kedua kedalaman alirannya sebesar $(d) = 3,50$ meter.

Cross section pada bagian hilir pilar diperlihatkan pada Gambar 8. Dari Gambar dapat dilihat bahwa kedalaman aliran pada pilar pertama sebesar $(d) = 4,00$ meter sedangkan pada pilar kedua kedalaman alirannya sebesar $(d) = 3,23$ meter.



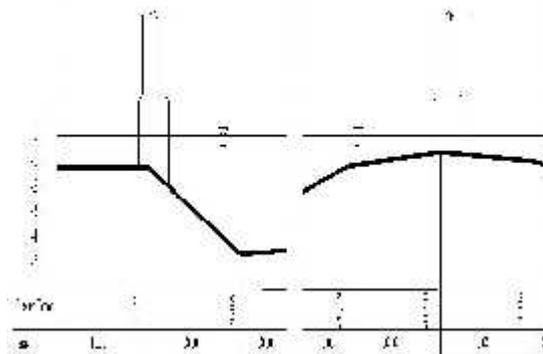
Gambar 7. Potongan A-A *cross section* bagian hulu pilar pada peta situasi



Gambar 8. Potongan B-B *cross section* bagian hilir pilar pada peta situasi

b. *Cross section* pada pengukuran tahun 2008

Cross section bagian hulu pilar tahun 2008 diperlihatkan Gambar 9 diatas dapat dilihat bahwa kedalaman aliran pada pilar pertama sebesar $(d) = 1,25$ meter sedangkan pada pilar kedua kedalaman alirannya sebesar $(d) = 0,60$ meter.

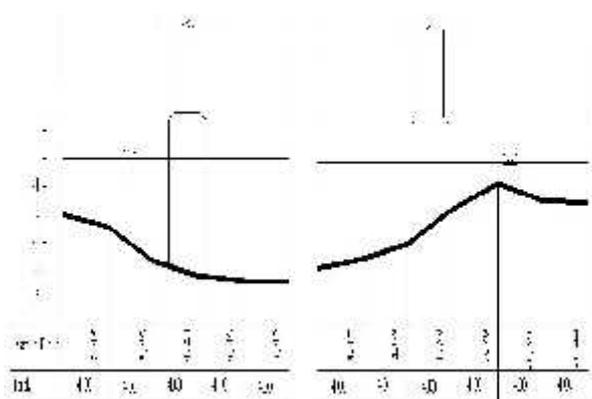


Gambar 9. Potongan A-A *cross section* bagian hulu pilar tahun 2008

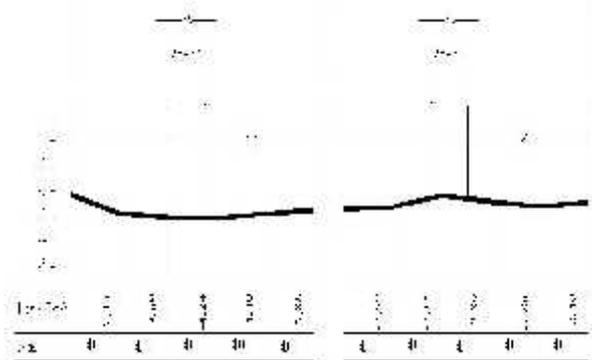
c. Cross section pada pengukuran tahun 2009

Cross section pada bagian hulu sungai diperlihatkan pada Gambar 10. Dari gambar dapat dilihat bahwa kedalaman aliran pada pilar P2,1 sebesar $(d) = 4,24$ meter sedangkan pada pilar P2,2 kedalaman alirannya sebesar $(d) = 2,93$ meter.

Cross section pada bagian hilir sungai diperlihatkan Gambar 11. Dari gambar dapat dilihat bahwa kedalaman aliran pada pilar P1,1 sebesar $(d) = 3,69$ meter sedangkan pada pilar P1,2 kedalaman alirannya sebesar $(d) = 2,15$ meter.



Gambar 10. Potongan A-A cross section bagian hulu pilar tahun 2009

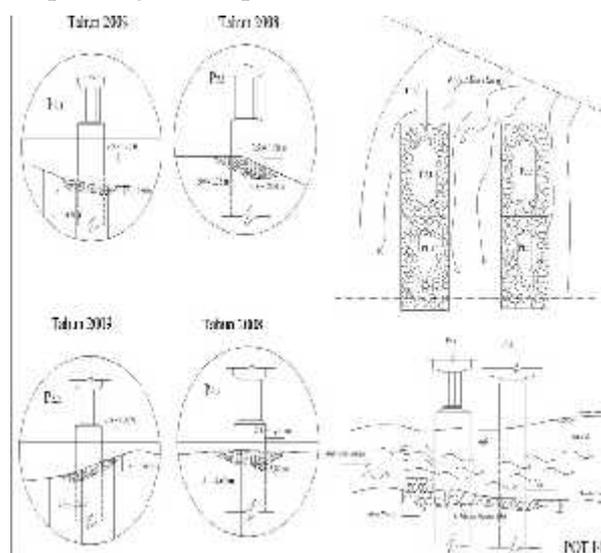


Gambar 11. Potongan B-B cross section bagian hilir pilar tahun 2009

Analisa kedalaman gerusan lokal terhadap pilar

Berdasarkan perhitungan estimasi kedalaman gerusan lokal, pilar Jembatan Sim-

pang Surabaya sudah mengalami gerusan lokal. Perubahan cuaca yang tidak menentu mengakibatkan debit yang terjadi pada sungai juga bervariasi, sehingga kedalaman gerusan lokal yang sudah terjadi pada pilar bisa tertutup oleh sedimen. Tanah dasar sungai yang sudah tergerus dan telah tertutup sedimen tersebut lama-kelamaan akan berakibat fatal pada konstruksi pilar, jika tidak dilakukan pengaman pilar dengan cepat. Untuk melihat dasar gerusan yang terjadi yaitu dengan menganalisa hasil gerusan pada pengukuran tahun 2008 dan hasil pengukuran tahun 2009 pada bagian hulu pilar.



Gambar 12. Potongan A-A cross section bagian hulu pilar tahun 2008

Dari analisa Gambar diatas dapat ditarik kesimpulan bahwa kestabilan pilar Jembatan Simpang Surabaya perlu diperhatikan. Keamanan konstruksi pada saat ini masih dalam keadaan aman tapi untuk menjaga konstruksi pilar yang mengalami pengkikisan oleh aliran vortex, maka perlu dilakukan perawatan sebagai tahap pemeliharaan dengan menggunakan batu riprap yang berdiameter (DR) yaitu 0,945 meter dengan tujuan untuk mengurangi laju dari kecepatan aliran vortex pada pilar

yang ada pada daerah bagian hulu pilar.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengukuran dan perhitungan terhadap data yang didapat dari penelitian maka dapat diambil beberapa kesimpulan dan saran seperti uraian berikut ini.

1. Kestabilan pilar Jembatan Simpang Surabaya perlu diperhatikan berdasarkan perhitungan kedalaman gerusan lokal (S) estimasi pada pengukuran tahun 2009 sebesar 0,88 meter dengan kecepatan aliran (V) = 0,419 m/d.
2. Pengukuran pada tahun 2009 telah mengalami gerusan lokal sebesar 2,99 meter, jika dilihat dari pengukuran tahun 2008 untuk pilar P_{2,1}. Sedangkan pada pilar P_{2,2} mengalami gerusan lokal sebesar 1,09 meter.
3. Perbandingan yang dilakukan berdasarkan pengukuran tahun 2008, pengukuran tahun 2009 dan dengan debit banjir rencana, bahwa pilar Jembatan Simpang Surabaya sudah mengalami gerusan lokal di sekitar pilar. Untuk menjaga kestabilan dan keamanan pilar terhadap aliran vortex maka dilakukan pengamanan yang cepat untuk tahap pemeliharaan terhadap pilar dengan batu riprap (D_R) = 0,945 meter.

DAFTAR KEPUSTAKAAN

- Anonim, 1987-1988, *Transpotasi Sedimen*, Biro Penerbit KMTS Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Anonim, 2006, *Buku Panduan Penulisan Skripsi Jurusan Teknik Sipil*, Fakultas

Teknik Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh.

Anonim, 2005, *Field Observation and Evaluations of Streambed Scour at Bridges*, Federal Highway Administration U.S Department of Transportation, USA.

Anonim, 2007, *QReviewManual for Windows User, OTT*.

Anonim, 2009, *Surfer User Manual Golden Software*.

Isya, M., Rizalihadi, M., dan Muksin, 1996, *Pengaruh Variasi Bentuk Tampang pada Sisi Depan dan Belakang Pilar Jembatan Terhadap Kedalaman Gerusan*, Fakultas Teknik Universitas Syiah Kuala, Darussalam Banda Aceh.

Julien, P. Y., 2002, *River mechanics*, Cambridge University Press, United Kingdom.

Mark, M., A.P.E, 2009, *Hydraulic Design Manual*, (http://onlinemanuals.txt.dot.gov/txtdotmanuals/hyd/flood_hydrograph_rounting_method.html, 9 April 2009).

Sadek, N., 2006, *Flood Effects on Local Scour At Imbaba Bridge*, Nile Researcher Institute, National Water Research Center, Egypt.

Simons, D.B., dan Senturk, F., 1977, *Sediment Transport Technology*, Water Resources Publications Fort Collins, Colorado.

Triatmodjo, B., 2003, *Hidraulika II*, Edisi ke dua, Penerbit Beta Offset, Yogyakarta.