

## **PENGARUH DEBIT TERHADAP POLA GERUSAN DI SEKITAR ABUTMEN JEMBATAN (UJI LABORATORIUM DENGAN SKALA MODEL JEMBATAN MEGAWATI)**

**Fuad Halim**

Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi Manado

### **ABSTRAK**

*Abutmen merupakan salah satu bangunan yang ada di sungai yang dapat merubah pola aliran, sehingga secara umum dapat menyebabkan terjadinya gerusan lokal.*

*Penelitian pola gerusan di sekitar abutmen jembatan ini menggunakan skala model yaitu keadaan di lapangan dibawa ke laboratorium dengan perbandingan skala dan ukuran yang lebih kecil dengan pengaruh variasi debit dan dilakukan di laboratorium Hidraulika Jurusan Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi. Objek yang digunakan dalam penelitian ini adalah Bangunan Abutmen pada jembatan megawati.*

*Sebagai kajian fisik digunakan flume dengan panjang 4m, tinggi 0.30m, lebar 0.40m dengan kondisi aliran seragam dan dimensi abutmen yang digunakan yaitu panjang 10cm, lebar 1,1cm dan tinggi 30cm. Penelitian menggunakan 2 variasi debit aliran masing-masing  $Q_1 = 1,434$  ltr/det dengan kedalaman aliran 0,064m,  $Q_2 = 0,7032$  ltr/det dengan kedalaman aliran 0,04912m. Material yang digunakan berupa pasir yang sesuai dengan model prototipe dengan nilai  $d_{50} = 2,4$ mm. Model diuji selama 180 menit untuk setiap kali running.*

*Hasil penelitian menunjukkan gerusan maksimum terjadi pada sisi samping bagian depan abutmen sebelah kanan hulu. Untuk Kondisi di lapangan sesuai dengan  $Q_2$  (0,7032 ltr/det) dengan kedalaman yang didapat 30cm. Debit berpengaruh terhadap kedalaman gerusan, semakin bertambah kecil debit maka gerusan yang terjadi semakin kecil. Pola gerusan yang terjadi di semua abutmen dengan berbagai variasi debit relatif sama meskipun dengan lebar dan kedalaman gerusan yang berbeda.*

*Kata kunci: skala model, abutmen, debit, gerusan*

### **PENDAHULUAN**

#### **Latar belakang**

Sungai sangat penting peranannya bagi kehidupan manusia. Kenyataan ini dapat dilihat dari pemanfaatan sungai yang makin lama makin kompleks, mulai dari sarana transportasi, sumber air baku, sumber tenaga listrik dan sebagainya. Menurut asalnya saluran dapat digolongkan menjadi saluran alam (*natural*) dan saluran buatan (*artificial*). Saluran alam meliputi semua alur air yang terdapat secara alamiah di Bumi, mulai dari anak selokan kecil di pegunungan, selokan kecil, sungai kecil dan sungai besar sampai ke muara sungai.

Air yang mengalir di dalam sungai akan mengakibatkan proses penggerusan tanah dasarnya. Penggerusan yang terjadi secara terus menerus akan membentuk lubang-lubang gerusan di dasar sungai. Proses gerusan dapat terjadi karena adanya pengaruh morfologi sungai yang berupa tikungan atau adanya penyempitan saluran sungai.

Dalam perancangan konstruksi jembatan harus diperhitungkan beberapa aspek seperti letak jembatan, aspek hidraulik sungai serta bentuk abutmen yang akan memberikan pola aliran di sekitarnya. Struktur jembatan umumnya terdiri dari dua bangunan penting, yaitu struktur bangunan atas dan struktur bangunan bawah. Salah satu struktur utama bangunan bawah jembatan adalah abutmen jembatan yang selalu berhubungan langsung dengan aliran sungai.

Aliran yang terjadi pada sungai biasanya disertai proses penggerusan/erosi dan endapan sedimen/deposisi. Gerusan merupakan suatu proses alamiah yang terjadi di sungai sebagai akibat pengaruh morfologi sungai (dapat berupa tikungan atau bagian penyempitan aliran sungai) atau adanya bangunan air seperti: jembatan, bendung, pintu air, dll.

Adanya bangunan air menyebabkan perubahan karakteristik aliran seperti kecepatan atau turbulensi sehingga menimbulkan perubahan transpor sedimen dan terjadinya gerusan. Adanya abutmen jembatan akan

menyebabkan perubahan pola aliran sungai. Perubahan pola aliran tersebut akan mengakibatkan terjadinya gerusan lokal di sekitar konstruksi abutmen.

Gerusan yang dihasilkan secara langsung akibat adanya suatu bangunan di namakan gerusan lokal. Proses terjadinya gerusan lokal biasanya dipicu oleh tertahannya angkutan sedimen yang dibawa bersama aliran oleh struktur bangunan dan peningkatan turbulensi aliran akibat gangguan suatu struktur.

Abutmen merupakan bangunan jembatan yang terletak di pinggir sungai, yang dapat mengakibatkan perubahan pola aliran. Bangunan seperti abutmen jembatan selain dapat merubah pola aliran juga dapat menimbulkan perubahan bentuk dasar saluran seperti penggerusan.

Debit merupakan salah satu parameter yang mempengaruhi besarnya gerusan lokal yang terjadi di sekitar abutmen jembatan. Debit Semakin besar yang terjadi maka besarnya gerusan yang diakibatkan adanya pengaruh debit juga akan berbeda pula.

Banyak kasus-kasus tentang runtuhnya bangunan jembatan bukan hanya disebabkan oleh faktor konstruksi, namun persoalan gerusan di sekitar abutmen jembatan juga bisa menjadi penyebab lain, hal ini ditunjukkan karena proses gerusan yang terjadi secara terus menerus sehingga terjadi penurunan pada pangkal abutmen.

Dampak dari gerusan lokal harus diwaspadai karena dapat berpengaruh pada penurunan stabilitas keamanan bangunan air. Mengingat kompleks dan pentingnya permasalahan diatas, kajian tentang gerusan lokal di sekitar abutmen jembatan yang terdapat pada sungai akibat adanya pengaruh debit perlu mendapat perhatian secara khusus, sehingga diketahui mengenai pola aliran, pola gerusan dan kedalaman gerusan yang terjadi dan selanjutnya dapat pula dicari upaya pengendalian dan pencegahan gerusan pada abutmen jembatan.

Berdasarkan uraian di atas, maka perlu dilakukan penelitian untuk mempelajari gerusan lokal yang terjadi disekitar abutmen jembatan akibat variasi debit.

### **Perumusan Masalah**

Berdasarkan uraian latar belakang di atas dapat di ambil suatu rumusan yakni pola gerusan di sekitar abutmen jembatan akibat pengaruh variasi debit.

### **Tujuan Penelitian**

Tujuan yang akan dicapai dalam penelitian ini yaitu untuk:

1. Mengetahui pola gerusan dan kedalaman gerusan yang terjadi disekitar abutmen jembatan akibat pengaruh debit.
2. Mengetahui pengaruh parameter aliran terhadap proses gerusan, serta bentuk hubungan antara parameter-parameter yang berpengaruh tersebut dengan besar gerusan yang terjadi. Sehingga nantinya dapat diketahui pengaruh debit terhadap kedalaman gerusan lokal.

### **Manfaat Penelitian**

Manfaat yang dapat diambil dalam penelitian ini adalah:

1. Hasil dari penelitian diharapkan memberikan manfaat dalam pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi terutama bidang hidrolika yang berkaitan dengan konsep gerusan lokal pada abutmen jembatan
2. Hasil penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai salah satu masukan untuk perencanaan dalam kaitannya dengan perencanaan bangunan air, khususnya keamanan konstruksi abutmen jembatan terhadap gerusan lokal.
3. Hasil penelitian ini diharapkan dapat dijadikan salah satu sumber informasi untuk pengembangan penelitian lebih lanjut.

## **TINJAUAN PUSTAKA**

### **Gerusan**

Proses gerusan dan endapan umumnya terjadi karena perubahan pola aliran terutama pada sungai aluvial. Perubahan pola aliran terjadi karena adanya halangan pada aliran sungai tersebut, berupa bangunan sungai seperti pilar jembatan dan abutmen. Bangunan semacam ini dipandang dapat merubah geometri alur dan pola aliran yang selanjutnya diikuti gerusan lokal disekitar bangunan (Legono,(1990) dalam sucipto, (2004:33)).

Raudkivi dan Ettema (1982) dalam gunawan (2006:10) membedakan tipe gerusan adalah sebagai berikut :

1. Gerusan umum di alur sungai, tidak berkaitan sama sekali dengan ada atau tidaknya bangunan sungai.
2. Gerusan lokal di alur sungai, terjadi karena penyempitan aliran sungai menjadi terpusat

3. Gerusan lokal di sekitar bangunan, terjadi karena pola aliran lokal di sekitar bangunan sungai.

Menurut Laursen (1952) dalam Sucipto (2004:34), sifat alami gerusan mempunyai fenomena sebagai berikut:

1. Besar gerusan akan sama selisihnya antara jumlah material yang di transpor keluar daerah gerusan dengan jumlah material yang di transpor masuk ke dalam daerah gerusan.
2. Besar gerusan akan berkurang apabila penampang basah di daerah gerusan bertambah (misal karena erosi)
3. Untuk kondisi aliran akan terjadi suatu keadaan gerusan yang disebut gerusan batas.

### Mekanisme gerusan

Menurut Yulistianto dkk. (1998) dalam Abdurrasyid (2005:37), gerusan yang terjadi di sekitar abutmen jembatan adalah akibat sistem pusaran (*vortex system*) yang timbul karena aliran dirintangi oleh bangunan tersebut. Sistem pusaran yang menyebabkan lubang gerusan (*scour hole*), berawal dari sebelah hulu abutmen yaitu pada saat mulai timbul komponen aliran dengan arah aliran ke bawah, karena aliran yang datang dari hulu dihalangi oleh abutmen, maka aliran akan berubah arah menjadi vertikal dan menuju dasar saluran dan sebagian berbelok arah menuju depan abutmen selanjutnya diteruskan di hilir. Aliran arah vertikal ini akan terus menuju dasar yang selanjutnya akan membentuk pusaran.

Di dekat dasar saluran komponen aliran berbalik arah vertikal ke atas, peristiwa ini diikuti dengan terbawanya material dasar sehingga terbentuk aliran spiral yang akan menyebabkan gerusan dasar. Hal ini akan terus berlanjut hingga tercapai keseimbangan.

Gerusan lokal diklasifikasikan menjadi *clear water scour* dan *live bed scour* (Miller 2003). Bila tidak ada perpindahan sedimen pada bed menjauhi struktur, fenomena ini disebut *clear water scour*. Pada kondisi ini, tegangan geser aliran kurang dari yang dibutuhkan untuk perpindahan sedimen (kurang dari tegangan geser kritis). Pada struktur, periode inisial dari erosi diikuti oleh equilibrium (keseimbangan, terjadi pada saat perubahan aliran yang disebabkan lubang gerusan mengurangi besarnya tegangan geser yaitu bila sedimen tidak bisa lagi bergerak dan berpindah dari lubang gerusan).

Chabert dan Engeldiner (1956) dalam Breuser dan Raudkivi (1991:61) menyatakan lubang gerusan yang terjadi pada alur sungai umumnya merupakan korelasi antara kedalaman

gerusan dengan kecepatan aliran sehingga lubang gerusan tersebut merupakan fungsi waktu. Sedangkan Breusers dan Raudkivi (1991:61) menyatakan bahwa kedalaman gerusan maksimum merupakan fungsi kecepatan geser.

### Pola aliran

Menurut Cartens (1976) dalam Rinaldi (2002:10) berdasarkan perbandingan antara panjang abutmen, ( $La$ ) dengan kedalaman aliran ( $Do$ ), akan terjadi 3 tipe interaksi, yaitu:

1.  $Do/La < 0,5$  interaksi kuat, pusaran menyebabkan pemisahan aliran pada sisi kiri dan kanan struktur yang berlangsung tidak berkelanjutan atau hanya sebentar-sebentar.
2.  $0,5 < Do/La < 1,5$  interaksi lemah
3.  $Do/La > 1,5$  tidak ada interaksi, pusaran secara bebas dari sisi kiri dan kanan struktur.

Medan aliran di sekitar abutmen umumnya mempunyai ciri yaitu percepatan aliran di hulu abutmen kemudian melemah di dekat abutmen, atau terjadi perlambatan aliran, selanjutnya aliran dipisahkan oleh sistem vortex. Pada jarak yang cukup jauh dari abutmen ke arah hilir, aliran seragam akan terbentuk kembali.

Pemisahan aliran dan pusaran yang kecil hanya terjadi pada bagian hulu abutmen. Jika sudut antara abutmen dan dinding saluran  $90^\circ$ , maka permukaan air akan bergulung dan pemisahan pusaran yang kecil terjadi pada sudut antara tepi saluran dengan abutmen. Aliran ke bawah pada *vertical-wall abutment* bisa mengakibatkan gerakan spiral yang kuat pada dasar saluran. Jika aliran cukup kuat maka aliran akan menghantam bagian hulu abutmen, dan selanjutnya terjadi lagi pemisahan aliran. Jalur vortex akan menyebabkan terjadinya lobang gerusan pada dasar saluran.

Yang dimaksud dengan gerusan (*scouring*) adalah penurunan dasar tanah sungai akibat aliran air. Makin besar kecepatan air makin dalam gerusan itu. Jenis lapisan dasar *alluvial* dari dasar sungai makin kecil diameternya makin besar gerusan yang terjadi, sehingga dapat disimpulkan bahwa gerusan dapat terjadi bilamana:

- 1) Kecepatan geser dasar ( $\tau_0$ ) lebih besar dari kecepatan geser kritis ( $\tau_{cr}$ ) material dasar sungai.
- 2) Terbelahnya aliran di sekitar pilar jembatan.

Model aliran yang dihasilkan tergantung pada bentuk hambatan, beberapa aliran yang diamati memiliki ciri khas yang umum pada kebanyakan kasus, misal hambatannya adalah *pier* atau *abutment* jembatan termasuk pusaran

permukaan pada hulu sungai, penurunan aliran pada sepanjang permukaan struktur dan ombak, dan pusaran air berbentuk tapal kuda.



Gambar 1. Keadaan gerusan di Sekitar Abutmen Jembatan

## LANDASAN TEORI

### Karakteristik Model

Jika bagian-bagian suatu model mempunyai bentuk yang sama dengan prototypenya, maka kedua sistem tersebut disebut 'similar geometrinya'. Kesamaan geometri ini sering dipertahankan pada model struktur-struktur yang difabrikasi. Tetapi untuk model-model sungai, yang banyak berhubungan dengan alam sering mengalami perubahan dari bentuk yang sebenarnya.

Dalam model yang distorsi, pengurangan skala panjang dan tinggi biasanya tidak sama, sehingga bentuk memanjang dapat similar, tetapi potongan melintang mengalami distorsi. Secara umum, antara model dan prototypenya harus ada hubungan antara bagian demi bagian dan titik demi titik.

Konsep similaritas ini berkembang kepada karakteristik lainnya, disamping geometri dan waktu. Misalnya distribusi massa pada struktur model harus similar dengan prototypenya.

### Hukum Model

Beberapa hal yang dapat dikaji dalam pemodelan ini, adalah:

1. Perilaku aliran pada bangunan yang sedang diuji dan disekitarnya.
2. Memecahkan masalah-masalah yang belum dapat dipecahkan secara matematis.
3. Melakukan perbaikan-perbaikan dimensi (bentuk dan ukuran) bangunan keairan agar diperoleh bentuk yang lebih baik secara hidraulik maupun ditinjau dari estetika
4. Mengkaji parameter-parameter yang berpengaruh yang dominan pada suatu bangunan keairan.
5. Membuatkan sistem perlindungan, berdasarkan pengalaman pemodelan dan total error, untuk keamanan bangunan.

### Hal-Hal yang perlu diperhatikan dalam pemodelan

Besarnya skala yang digunakan dalam pemodelan tergantung pada beberapa hal, antara lain:

1. Ruang yang tersedia (laboratorium); skala besar selalu membutuhkan ruangan yang lebih besar. 1 : 25 pada ruang lebih besar 1 : 50.
2. Ketersediaan air (meliputi range terbesar-terkecil terhadap periode waktu).
3. Tingkat ketelitian yang diperlukan; ketelitian tinggi → perlu skala besar, perlu perawatan yang lebih akurat. Tingkat ketelitian ini tergantung kepada kebutuhan.
4. Kapasitas alat (pompa)
5. Ketersediaan dana dan waktu
6. Jenis variabel yang harus dicatat (diamati)

### Jenis pemodelan

Dibedakan antara *Undistorted model* dan *distorted model*

- *Undistorted model* → skala horizontal = skala vertikal, model-model ini digunakan untuk mengkaji bendungan-bendungan air yang sifatnya makro (detail) memerlukan pengamatan yang teliti dan tidak memerlukan ruang yang besar.
- *Distorted model* → skala horizontal ≠ skala vertikal

Ada petunjuk berdasarkan pengalaman pemodelan di masa lalu. Kebanyakan para peneliti menggunakan formulasi :  $Y = X^{2/3}$

### Bentuk Abutmen

Abutmen jembatan merupakan salah satu bagian konstruksi jembatan yang ditempatkan pada pangkal konstruksi jembatan. Simon dan

Senturk (1992) dalam Hanwar (1999) menyatakan bahwa ada dua bentuk umum abutmen yaitu *vertical wall abutment* dengan *wing* atau *box wall* dan *spill – thourgh abutment*. Kedalaman gerusan untuk *vertical wall abutment* kurang lebih dua kali dibanding dengan *spill through abutment*. Breusers (1991) dalam Hanwar (1999) menyatakan bahwa kedalaman gerusan untuk *wing –wall (WW)*, *spill-through (ST)* dan *vertical wall pointing downstream (TS1)* adalah sekitar 70% dibanding *semi-circular-end-abutment (SCE)*.

### Pengukuran Debit

Yang dimaksud dengan debit (*discharge*), atau besarnya aliran sungai (*stream flow*) adalah volume aliran yang mengalir melalui suatu penampang melintang sungai per satuan waktu. Dalam satuan SI besarnya debit dinyatakan dalam satuan meter kubik per detik ( $m^3/det$ ) atau liter per detik ( $l/det$ ). Aliran adalah pergerakan air didalam alur sungai. Pengukuran debit yang dilaksanakan di suatu pos duga air tujuannya terutama adalah untuk membuat lengkung debit dari pos duga air yang bersangkutan. Lengkung debit dapat merupakan hubungan yang sederhana antara tinggi muka air dan debit, dapat pula merupakan hubungan yang kompleks apabila debit disamping fungsi dari tinggi muka air juga merupakan fungsi dari kemiringan muka air, tingkat perubahan muka air dan fungsi dari faktor lainnya.

Rumus umum yang digunakan untuk mengukur debit adalah :

$$Q = V \cdot A$$

dimana,

Q = debit ( $m^3/det$ )

V = kecepatan aliran rata-rata ( $m/det$ )

A = luas penampang melintang saluran ( $m^2$ )

Pengukuran debit dapat dilaksanakan secara langsung (*direct*) atau tidak langsung (*indirect*). Pengukuran debit dikatakan secara langsung apabila kecepatan alirannya diukur secara langsung dengan alat ukur kecepatan aliran.

Kecepatan aliran biasanya diukur dengan menggunakan alat ukur *current meter* atau sering dikenal sebagai pengukuran debit melalui pendekatan *velocity-area method* (metode kecepatan luas) atau *current meter method* (metode alat ukur arus) yang berbentuk propeler.

Alat ini dipakai secara luas oleh teknisi untuk mengukur aliran air secara teliti dan biasanya digunakan untuk mengukur air pada

aliran rendah (Sosrodarsono dan Takeda, 1977). Menurut Kartasapoetra dkk (1994), alat ukur arus (*current meter*) merupakan alat pengukur kecepatan aliran berdasarkan prinsip adanya hubungan linier antara perputaran mangkuk atau baling-baling dengan kecepatan aliran air.

## METODE PENELITIAN

### Survey lokasi

Pengukuran dilakukan di Jembatan Megawati sebagai lokasi sasaran tinjauan penelitian. Dari hasil pengukuran di lapangan diperoleh data sebagai berikut :

- Lebar sungai = 70,0m
- Panjang abutmen = 17,5m
- Lebar Abutmen = 1,85m
- Jarak antar abutmen–pier = 19,0m
- H<sub>1</sub> Untuk Q<sub>1</sub> = 1,932m
- H<sub>2</sub> Untuk Q<sub>2</sub> = 1,228m
- H<sub>3</sub> Untuk Q<sub>3</sub> = 0,524m

### Lokasi Penelitian

Penelitian dilaksanakan di laboratorium Hidrolika Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi Manado. Berdasarkan data lapangan yang diperoleh dari survey langsung ke lapangan, maka dimodelkan dengan skala 1:180 di Laboratorium dan didapat data sebagai berikut :

- Lebar sungai = 70m x 100  
= 7000cm : 180 = 38,9cm ≈ 40 cm
- Panjang Abutmen = 17,5m x 100  
= 1750cm : 180 = 9,72cm ≈ 10 cm
- Lebar Abutmen = 1,85m x 100  
= 185cm : 180 = 1,03cm ≈ 1,1 cm
- Jarak abutmen–pier = 19m x 100  
= 1900cm : 180 = 10,55cm ≈ 11 cm

### Peralatan Penelitian

Saluran terbuka berbentuk persegi panjang dengan dimensi saluran yang dimodelkan dengan skala 1:180 di laboratorium sebagai berikut:

- Lebar (melintang) = 40 cm
- Tinggi = 30 cm
- Panjang = 400 cm
- Kemiringan saluran=0.0175

Saluran tersebut dibuat dari papan yang dirangkaikan sedemikian rupa kemudian diletakkan diatas dua buah drum yang berfungsi sebagai penampung air. Pada bagian pertemuan antara saluran dengan drum diletakkan karet untuk meredam getaran mesin serta mencegah agar tidak terjadi kebocoran.

Air masuk melalui slang penghisap kedalam mesin pemompa air kemudian dialirkan melalui pipa paralon dengan ukuran  $\varnothing = 1.25$  inch dan slang panjang dengan ukuran yang sama yang menuju ke bak penampungan, pipa ini berfungsi sebagai buangan yang dilengkapi dengan katup yang dapat dibuka atau ditutup sesuai dengan ketinggian air yang diinginkan di mercu Thomson yang terletak di bagian hilir dari saluran.

Drum penampungan air di bagian hilir pada salah satu sisinya dibuat lubang dan ditempatkan talang kecil menuju ke bak penampungan sehingga sirkulasi aliran air dapat terjadi dengan baik.

Agar variasi debit dan kedalaman aliran yang diinginkan dapat dikendalikan, maka air yang masuk diatur dengan menggunakan katup dari jet pump. Pada bagian hilir aluran dipasang sebuah sarung yang berfungsi sebagai tangkapan material / pasir.

**ANALISIS DAN PEMBAHASAN**

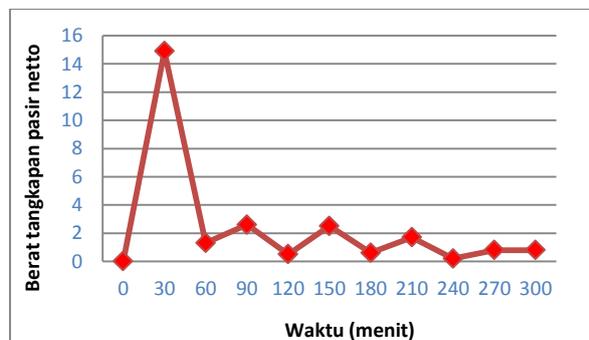
**Analisis Hasil Eksperimen Laboratorium**

*Analisa keseimbangan gerusan akibat debit aliran untuk  $Q_1$ .*

Aliran pada Abutmen Berdasarkan Skala Model

Tabel 1. Hasil Keseimbangan Gerusan Akibat Debit Max ( $Q_1 = 1,434$  ltr/det)

$Q_1 =$	1,434 ltr/det
H =	0.0644 m
B =	0.4 m
$t_{pasir} =$	0.1
$D_{50} =$	2.4 mm
Mulai pembacaan =	12.20



Gambar 1. Grafik Hubungan Antara Berat Tangkapan Pasir Dan Waktu Pengamatan

Gambar Kontur

Gambar kontur dibuatkan setelah keseimbangan dicapai kemudian dikeluarkan air perlahan-lahan dengan interval kontur 0,3 cm dihitung dari kondisi permukaan pasir sebelum tergerus sampai kedalaman gerusan maksimum dicapai.

Dari hasil keseimbangan gerusan yang dicapai maka gambar kontur (pola dan kedalaman gerusan) dapat dilihat pada gambar berikut



Gambar 2. Kontur Abutmen Berdasarkan Skala Model untuk  $Q_1$  (1,434 ltr/det)

Tabel 2. Hasil Kedalaman dan Panjang Gerusan Abutmen sebelah Kanan Hulu ( $Q_1$ ) Berdasarkan Skala Model

Gerusan dan Endapan (cm)			Panjang Gerusan diukur di Abutmen (cm)		
Depan	Samping	Belakang	Depan	Samping	Belakang
-1,6	-1,1	+0,1	2	7,5	

Tabel 3. Hasil Kedalaman dan Panjang Gerusan Abutmen sebelah Kiri Hulu ( $Q_1$ ) Berdasarkan Skala Model

Gerusan dan Endapan (cm)			Panjang Gerusan diukur di Abutmen (cm)		
Depan	Samping	Belakang	Depan	Samping	Belakang
-0,3	+0,3	+0,4	1		



Gambar 4. Kontur Abutmen untuk  $Q_2$  Berdasarkan Skala Model

***Analisa keseimbangan gerusan akibat debit aliran untuk  $Q_2$***

**Aliran pada Abutmen Berdasarkan Skala Model**

Tabel 4. Hasil Keseimbangan Gerusan Akibat Debit Max ( $Q_2 = 0,7032$  ltr/det)

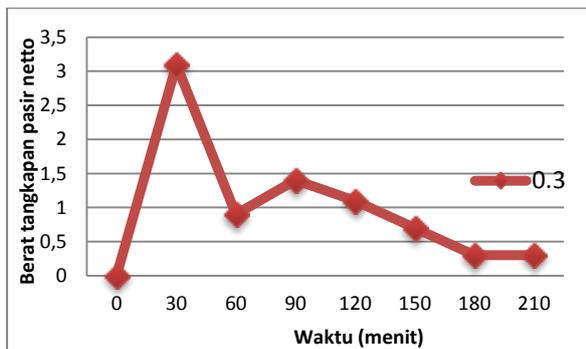
$Q_1 =$	0,7032 ltr/det
H =	0.04912 m
B =	0.4 m
$t_{\text{pasir}} =$	0.1
$D_{50} =$	2.4 mm
Mulai pembacaan =	12.00

Tabel 5. Hasil Kedalaman dan Panjang Gerusan Abutmen sebelah Kanan Hulu ( $Q_2$ ) Berdasarkan Skala Model

Gerusan dan Endapan (cm)			Panjang Gerusan diukur di Abutmen (cm)		
Depan	Samping	Belakang	Depan	Samping	Belakang
-0,2	-0,3	+0,5	1	2	

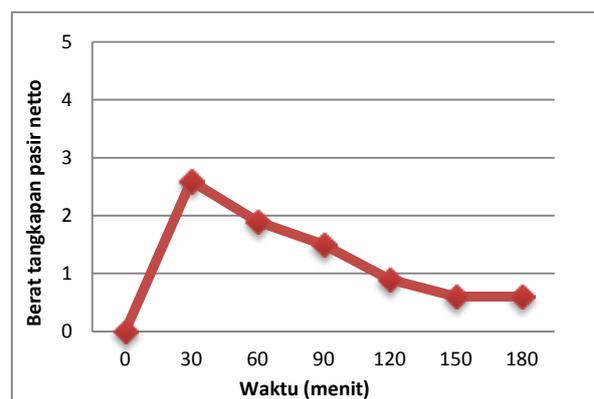
Tabel 6. Hasil Kedalaman dan Panjang Gerusan Abutmen sebelah Kiri Hulu ( $Q_2$ ) Berdasarkan Skala Model

Gerusan dan Endapan (cm)			Panjang Gerusan diukur di Abutmen (cm)		
Depan	Samping	Belakang	Depan	Samping	Belakang
-1,2	-0,9	+0,2	2,5	7	



Gambar 3. Grafik Hubungan Antara Berat Tangkapan Pasir dan Waktu Pengamatan  
Sumber : Hasil Penelitian

**Aliran pada Abutmen Pembanding**



Gambar 5. Grafik Hubungan Antara Berat Tangkapan Pasir Dan Waktu Pengamatan  
Sumber : Hasil Penelitian

**Gambar Kontur**

Berdasarkan kontur hasil penelitian pada Gambar 4. maka diperoleh kedalaman gerusan seperti pada Tabel 5 dan Tabel 6.

Gambar Kontur



Gambar 6. Kontur Abutmen Pemanding Untuk  $Q_2$  ( $0,7032 \text{ m}^3/\text{det}$ )

Tabel 7. Hasil Kedalaman dan Panjang Gerusan Abutmen sebelah Kanan Hulu ( $Q_2$ )

Gerusan dan Endapan (cm)			Panjang Gerusan diukur di Abutmen (cm)		
Depan	Samping	Belakang	Depan	Samping	Belakang
-0,6	-0,3	+0,9	3,5	2,8	

Tabel 8. Hasil Kedalaman dan Panjang Gerusan Abutmen sebelah Kiri Hulu ( $Q_2$ )

Gerusan dan Endapan (cm)			Panjang Gerusan diukur di Abutmen (cm)		
Depan	Samping	Belakang	Depan	Samping	Belakang
-1,4	-0,9	+0,9	2,5	7	

**PENUTUP**

**Kesimpulan**

1. Pola Gerusan

- Dari hasil kajian eksperimen di laboratorium menunjukkan bahwa pola gerusan yang terjadi pada Abutmen berbagai kedalaman aliran relatif sama meskipun dengan lebar dan kedalaman gerusan yang berbeda.
- Semakin besar debit yang melewati abutmen jembatan, maka pola gerusan yang terbentuk semakin mengecil, kedalaman gerusan di sekitar *abutmen* jembatan semakin dalam dan jarak atau panjang gerusan semakin jauh ke arah hilir. Sebaliknya semakin kecil debit aliran yang melewati abutmen jembatan maka pola gerusan yang terbentuk semakin melebar, kedalamannya semakin kecil dengan jarak atau panjang gerusan ke arah hilir semakin pendek.
- Dengan perlakuan 2 variasi debit yang berbeda menunjukkan bahwa semakin besar debit maka waktu yang dibutuhkan untuk mencapai kondisi keseimbangan gerusan semakin lama.

2. Kedalaman Gerusan

- Gerusan maksimum untuk variasi kedalaman aliran 3,7 cm, 4,9 cm dan 6,4 cm terjadi pada sisi depan *Abutmen* sebelah hulu.
- Pengendapan terjadi pada bagian belakang *Abutmen* sebelah hilir.
- Kedalaman gerusan :
  - Untuk  $Q_1$  model didapat -1,6 cm setara dengan 48 cm di lapangan
  - Untuk  $Q_1$  perbandingan didapat -1,8 cm setara dengan 54 cm di lapangan
  - Untuk  $Q_2$  model didapat -1,2 cm setara dengan 30 cm di lapangan
  - Untuk  $Q_2$  perbandingan didapat -1,4 cm setara dengan 35 cm di lapangan

**Saran**

1. Untuk penelitian sebaiknya kecepatan yang digunakan mendekati kecepatan kritik.
2. Untuk penelitian lanjutan, perlu dilakukan penelitian menggunakan bentuk abutmen yang lain yang berdasarkan skala model dengan pengaruh pasang surut air laut sehingga dapat diketahui perbandingan kedalaman gerusan dan Pola alirannya

3. Perlu dilakukan juga penelitian mengenai cara pengendalian gerusan di sekitar abutmen, baik pada kondisi *clear-water scour* maupun *live-bed scour*.

Program Pasca Sarjana ITB Jurusan Teknik Sumber Daya Air Bandung

#### DAFTAR PUSTAKA

Chang, H. Howard, 1987. *Fluvial Processes in River Engineering*, A Wiley Interscience Publication San Diego State University New York.

Joesron Loebis, Soewarno, Suprihadi B, 1993. *Hidrologi Sungai*, Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum,

Soekarno, Indratmo, 1992. *Materi Kuliah Morphologi dan Hidraulika Sungai*,

Simon, D. B., & Senturk, F., 1977. *Sediment Transport Technology*, Water Resources Publication Fort Colline, Colorado 80552. USA.

Sosrodarsono Suyono, Tominaga Masteru, 1984. *Perbaikan dan Pengaturan Sungai*, Pradaya Paramita Jakarta,

Soewarno, 1995. *Hidrologi - Aplikasi Metode Statistik untuk Analisa Data*, Jilid 1, Nova 1995,

Triatmodjo, Bambang, 2008. *Hidrologi Terapan*, Beta Offset Yogyakarta.