



**PENGARUH PENEMPATAN JARAK DUA ABUTMEN JEMBATAN  
TERHADAP KEDALAMAN GERUSAN**

**PROYEK AKHIR**

Diajukan Kepada Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta  
Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan  
Guna Memperoleh Gelar Ahli Madya



Oleh:  
Yitno Hardiyansah  
NIM. 13510134037

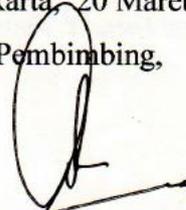
**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
JURUSAN PENDIDIKAN TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA  
2016**

## PERSETUJUAN

Proyek akhir yang berjudul **“Pengaruh Penempatan Jarak Dua Abutmen Terhadap Kedalaman Gerusan”** ini telah disetujui oleh pembimbing untuk diujikan.

Yogyakarta, 20 Maret 2016

Dosen Pembimbing,



Drs. H. Lutjito, M.T.

NIP: 19530528 197903 1 003

HALAMAN PENGESAHAN

PROYEK AKHIR

PENGARUH PENEMPATAN JARAK DUA ABUTMEN JEMBATAN  
TERHADAP KEDALAMAN GERUSAN

*(Disusun oleh)*

Yitno Hardiyansah  
13510134037

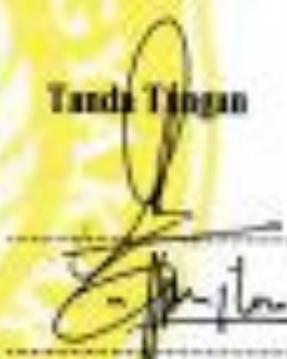
Telah Dipertahankan di depan Tim Pengaji Proyek Akhir Jurusan Pendidikan  
Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Negeri Yogyakarta  
Pada Tanggal

TIM PENGLIJI

Jabatan

Nama Lengkap

Tanda Tangan

- |                     |                          |   |
|---------------------|--------------------------|---|
| 1. Ketua Pengaji    | Des. H. Lutjito, M.T.    |  |
| 2. Pengaji Utama I  | Dedik Purwanto, S.T.M.T. |  |
| 3. Pengaji Utama II | Des. Sudiyo, M.Sc.       |  |

Yogyakarta,

Dekan Fakultas Teknik

Universitas Negeri Yogyakarta



Dr. Much. Brari Triyono, M.Pd.

NIP. 19300210 190003 1 003

## **SURAT PERNYATAAN**

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam Proyek Akhir ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar Ahli Madya atau gelar lainnya di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis oleh orang lain, kecuali tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, 20 Maret 2016

Yang menyatakan,



Yitno Hardiyansah  
NIM. 13510134037

## **MOTTO**

“Ketahuilah bahwa sabar jika dipandang dalam permasalahan seseorang adalah ibarat kepala dari suatu tubuh, jika kepalanya hilang maka keseluruhan tubuh itu akan membusuk, sama halnya jika kesabaran hilang, maka seluruh permasalahan akan rusak”

(Khalifah Ali Bin Abi Talib)

“Gantungkan cita-citamu setinggi langit, jika terjatuh, engkau akan terjatuh diantara bintang”

(Seokarno)

“Kunci sukses adalah dimana orang yang bisa menghargai waktu, maka hargailah waktu seperti kamu menghargai diri kamu sendiri”

(Penulis)

## **PERSEMBAHAN**

*Dengan mengucapkan syukur kepada Allah SWT , cinta dan kasih sayang-Mu telah memberikanku kekuatan dan elah membekaliku dengan ilmu. Atas karunia serta kemudahan yang engkau berikan akhirnya hasil kerja keras ini dapat terselesaikan, Tugas Akhir ini kupersembahkan kepada mereka yang tak pernah henti memberikan doa dan dukungannya untukku:*

### ***Orang Tuaku***

*Sebagai tanda bakti, hormat dan rasa terima kasih. Kupersembahkan karya ini kepada Orang tuaku yang selalu memberikan dukungan tanpa memaksa, selalu mendoakan tanpa diminta, selalu memaafkan setiap kesalahanku dengan penuh cinta dan harapan, selalu mengasih dalam kesahajaan dengan limpahan keteladanan yang terus tertanam dalam tiap langkah hidup ku agar aku menjadi wanita yang hebat.*

### ***Kakak-kakakku***

*Hasti Widayati dan Erwin Merawati, terima kasih selalu memberikan kasih sayang, ilmu, doa serta canda tawa yang menambah semangatku untuk terus meraih cita tanpa mengeluh.*

# **PENGARUH PENEMPATAN JARAK DUA ABUTMEN JEMBATAN TERHADAP KEDALAMAN GERUSAN**

Oleh:  
Yitno Hardiyansah  
13510134037

## **ABSTRAK**

Tugas akhir ini bertujuan untuk mengetahui besar pengaruh penempatan jarak dua abutmen terhadap kedalaman gerusan pada abutmen jembatan dan mengetahui jarak efektif terhadap kedalaman gerusan di sekitar abutmen jembatan, yang dapat mengurangi kedalaman gerusan *maximum*.

Tugas akhir ini menggunakan model abutmen sebagai alat pengamatan tugas akhir dengan parameter kedalaman aliran dan debit air sama. Dengan kedalaman aliran 3.4 cm, ketinggian pasir 10 cm, debit aliran 0.908 lt/det. Benda uji ini menggunakan fiber tipe persegi dengan ujung dibulatkan sebagai alat untuk pengujian. Eksperimen ini menggunakan *standard tilting flume* milik Laboratorium Hidrolika Jurusan Pendidikan Teknik Sipil dan Perencanaan dengan dilengkapi sebuah pompa, percobaan ini dilakukan sebanyak 5 kali dari jarak 2Dp-6Dp untuk mendapatkan data kedalaman gerusan yang paling kecil.

Berdasarkan hasil pengamatan dalam pengujian tugas akhir ini diperoleh hasil jarak abutmen 5Dp adalah jarak yang paling efektif untuk mengurangi kedalaman gerusan dibandingkan dengan pemodelan jarak abutmen yang lain. Hal ini membuktikan bahwa jarak 5Dp antar abutmen adalah jarak yang paling aman untuk mengurangi kedalaman gerusan di sekitar abutmen jembatan.

**Kata Kunci:** Kedalaman Gerusan, Jarak Efektif, Abutmen Jembatan.

## **KATA PENGANTAR**

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan Rahmat dan Hidayah-Nya kepada Penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir dengan judul “Pengaruh Penempatan Jarak Efektif Abutmen Terhadap Gerusan Lokal Pada Jembatan” dimaksudkan untuk memenuhi sebagian syarat penyelesaian studi DIII Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta, Untuk Memperoleh gelar Ahli Madya (A. Md.).

Penyelesaian Tugas Akhir ini berjalan dengan lancar berkat bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Orang Tua yang telah memberikan doa sehingga laporan ini dapat terselesaikan dengan tepat waktu.
2. Dr. Moch. Bruri Triyono Selaku Dekan FT Universitas Negeri Yogyakarta.
3. Drs. Darmono, MT. Selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil dan perencanaan Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.
4. Drs. Lutjito M.T Selaku Dosen pembimbing dalam penyusunan Tugas Akhir.
5. Didik Purwantoro, S.T,M.T.. selaku Pembimbing Akademik dan Perencanaan, serta sebagai dosen penguji.
6. Drs. Sudiyono, M.Sc selaku dosen penguji.
7. Keluarga, sebagai sumber inspirasi yang selalu memberikan semangat, doa, kepercayaan serta dukungannya kepada penulis.

8. Teman-teman yang tidak dapat saya sebutkan satu per satu atas bantuan, kritik dan sarannya.
9. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang telah member bantuan selama penyusunan tugas akhir ini.

Disadari sepenuhnya bahwa tugas akhir ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu saran dan kritik selalu diharapkan demi perbaikan lebih lanjut, sehingga penulis dapat menyusun laporan yang lebih baik dikemudian hari dan semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi pembacanya.

Yogyakarta, 20 Maret 2016  
Penyusun



(Yitno Hardiyansah)

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PERSETUJUAN .....	ii
HALAMAN PENGESAHAN .....	iii
HALAMAN PEERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR .....	iv
MOTTO .....	v
PERSEMBAHAN .....	vi
ABSTRAK .....	vii
KATA PENGANTAR .....	viii
DAFTAR ISI .....	x
DAFTAR TABEL .....	xiii
DAFTAR GAMBAR .....	xv
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
A. Latar Belakang Masalah .....	1
B. Identifikasi Masalah .....	5
C. Pembatasan Masalah .....	5
D. Rumusan Masalah .....	6
E. Tujuan Tugas Akhir .....	6
F. Manfaat Tugas Akhir .....	6
<b>BAB II KAJIAN PUSTAKA</b>	
A. Kajian Teori .....	8
B. Mekanisme Gerusan .....	11

1. <i>Clear water scour</i> .....	11
2. <i>Life bed scour</i> .....	11
C. Faktor –Faktor Yang Mempengaruhi Kedalaman Gerusan .....	13
1. Debit Aliran .....	13
2. Kedalaman Aliran .....	14
3. Kecepatan Geser dan Tegangan Geser .....	14
4. Awal Gerak Butiran .....	14
5. Diameter Ukuran Butir Sedimen .....	16
D. Aliran Pada Air Jernih .....	16
1. Bilangan Froude .....	16
2. Koefisien Kekasaran Dasar .....	16
3. Debit Aliran .....	16
4. Kecepatan Aliran Rata-rata .....	16
5. Persamaan Kedalaman Gerusan .....	16

### **BAB III METODE PENELITIAN**

A. Tempat dan Waktu Penelitian .....	18
B. Objek Kajian .....	18
C. Bahan Penelitian .....	19
1. Pasir .....	19
2. Air .....	20
3. Model Abutmen .....	21
D. Alat Penelitian .....	22
1. <i>Standart Tilting Flume</i> .....	22
2. <i>Point Gauge</i> .....	22
3. <i>Stopwatch</i> .....	23
4. Mistar Ukur .....	23
E. Teknik Pengumpulan Data .....	24
F. Pelaksanaan Penelitian .....	24
1. Tahap Persiapan .....	25
a) Persiapan Alat .....	25

b) Persiapan Alat Bantu Pembacaan.....	25
c) Persiapan Material Dasar.....	25
d) Persiapan <i>Running</i> .....	26
e) Variasi Jarak.....	27
2. Tahap Pelaksanaan.....	27
a) Penelitian Pendahuluan.....	27
b) Pengamatan Gerusan Kondisi <i>Clear Water</i> .....	28
c) Pemasangan Kembali Model Abutmen.....	29
d) Permukaan Saluran Diratakan Kembali.....	29
e) Analisis Hasil.....	29
G. Alur Penelitian.....	30
 <b>BAB IV HASIL PEMBAHASAN</b>	
A. Hasil Pegamatan.....	31
B. Pembahasan.....	31
1. Variasi Penempatan Jarak Autmen.....	32
a) Gerusan Lokal pada Abutmen dengan jarak 2 Dp.....	32
b) Gerusan Lokal pada Abutmen dengan jarak 3 Dp.....	35
c) Gerusan Lokal pada Abutmen dengan jarak 4 Dp.....	38
d) Gerusan Lokal pada Abutmen dengan jarak 5 Dp.....	41
e) Gerusan Lokal pada Abutmen dengan jarak 6 Dp.....	44
2. Jarak Efektif Dua Abutmen Jembatan.....	47
3. Variasi Gabungan Penempatan Jarak Abutmen.....	48
 <b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
A. KESIMPULAN.....	51
B. SARAN.....	51
DAFTAR PUSTAKA.....	51
LAMPIRAN.....	52

## DAFTAR TABEL

Tabel 1. Hasil Penelitian Gerusan Lokal Dua Abutmen Jarak 2 Dp..	20
Tabel 2. Variasi Jarak Model Dua Abutmen .....	27
Tabel 3. Kedalaman Profil Gerusan Dengan Jarak Dua Abutmen 2Dp.....	54
Tabel 4. Kedalaman Profil Gerusan Dengan Jarak Dua Abutmen 3Dp.....	54
Tabel 5. Kedalaman Profil Gerusan Dengan Jarak Dua Abutmen 4Dp.....	55
Tabel 6. Kedalaman Profil Gerusan Dengan Jarak Dua Abutmen 5Dp.....	55
Tabel 7. Kedalaman Profil Gerusan Dengan Jarak Dua Abutmen 6Dp.....	56
Tabel 8. Titik Kontur Profil Gerusan Dengan Jarak Dua Abutmen 2Dp.....	56
Tabel 9. Titik Kontur Profil Gerusan Dengan Jarak Dua Abutmen 3Dp.....	57
Tabel 10. Titik Kontur Profil Gerusan Dengan Jarak Dua Abutmen 4Dp.....	57

Tabel 11. Titik Kontur Profil Gerusan Dengan Jarak Dua	
Abutmen 5Dp.....	58
Tabel 12. Titik Kontur Profil Gerusan Dengan Jarak Dua	
Abutmen 6Dp.....	58

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Hubungan Kedalaman Gerusan Dengan Waktu.....	13
Gambar 2. Hubungan Kedalaman Gerusan Dengan Kecepatan Geser.....	13
Gambar 3. Pasir.....	19
Gambar 4. Gradasi Butiran Pasir.....	20
Gambar 5. Air.....	21
Gambar 6. <i>Model Abutment</i> .....	21
Gambar 7. <i>Standart Tilting Flume</i> .....	22
Gambar 8. <i>Point Gauge</i> .....	23
Gambar 9. <i>Stopwatch</i> .....	23
Gambar 10. Mistar Ukur.....	24
Gambar 11. Jarak Model Abutmen.....	27
Gambar 12. Bagan Alur Penelitian.....	30
Gambar 13. Hubungan Kedalaman Gerusan <i>Maximum</i> Terhadap Waktu Pada Model Abutmen Jarak 2Dp.....	32
Gambar 14. Hubungan Kedalaman Gerusan Dengan Kecepatan Geser Pada Model Abutmen Jarak 2Dp.....	33
Gambar 15. Kontur Pola Gerusan Pada Model Abutmen Jarak 2Dp.....	34

Gambar 16. Isometri Pola Gerusan Pada Abutmen Jarak 2Dp.....	34
Gambar 17. Hubungan Kedalaman Gerusan <i>Maximum</i> Terhadap Waktu Pada Model Abutmen Jarak 3Dp.....	35
Gambar 18. Hubungan Kedalaman Gerusan Dengan Kecepatan Geser Pada Model Abutmen Jarak 3Dp.....	36
Gambar 29. Kontur Pola Gerusan pada Model Abutmen Jarak 3Dp.....	37
Gambar 20. Isometri Pola Gerusan Pada Model Abutmen Jarak 3Dp.....	37
Gambar 21. Hubungan Kedalaman Gerusan <i>Maximum</i> Terhadap Waktu Pada Model Abutmen Jarak 4Dp.....	38
Gambar 22. Hubungan Kedalaman Gerusan Dengan Kecepatan Geser Pada Model Abutmen Jarak 4Dp.....	39
Gambar 23. Kontur Pola Gerusan Pada Model Abutmen Jarak 4Dp.....	40
Gambar 24. Isometri Pola Gerusan Pada Model Abutmen Jarak 4Dp.....	40
Gambar 25. Hubungan Kedalaman Gerusan Maksimum Terhadap Waktu Pada Model Abutmen Jarak 5Dp.....	41
Gambar 26. Hubungan Kedalaman Gerusan Dengan Kecepatan Geser Pada Model Abutmen Jarak 5Dp.....	42
Gambar 27. Kontur Pola Gerusan Pada Model Abutmen Dengan Jarak 5Dp.....	43

Gambar 28. Isometri Pola Gerusan Pada Model Abutmen Jarak 5Dp.....	43
Gambar 29. Hubungan Kedalaman Gerusan <i>Maximum</i> Terhadap Waktu Pada Model Abutmen Jarak 6Dp.....	44
Gambar 30. Hubungan Kedalaman Gerusan Dengan Kecepatan Geser Pada Model Abutmen Jarak 6Dp.....	45
Gambar 31. Kontur Pola Gerusan Pada Model Abutmen Jarak 6Dp .....	46
Gambar 32. Isometri Pola Gerusan pada Model Abutmen Jarak 6Dp.....	46
Gambar 33. Hubungan Kedalaman Gerusan <i>Maximum</i> Terhadap Waktu .....	48
Gambar 34. Gabungan Hubungan Kedalaman Gerusan <i>Maximum</i> Terhadap Waktu Pada Model Abutmen.....	49
Gambar 35. Gabungan Hubungan Kedalaman Gerusan Dengan Kecepatan Geser .....	4

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **A. Latar Belakang Masalah**

Pelebaran jalan raya untuk melengkapi jalur releksisting. Jalan raya yang melewati alur sungai harus didukung pilar dan abutmen jembatan. Adanya pembangunan jalan raya baru disebelah jalan raya lama memerlukan konstruksi abutmen baru yang ditempatkan di sebelah abutman lama, terutama pada sungai-sungai lebar. Penempatan abutmen baru ini akan mempengaruhi pola aliran sungai yang berakibat pada perubahan gerusan lokal di sekitar abutmen lama. Fokus penelitian ini adalah mengetahui seberapa besar pengaruh penempatan abutmen baru di dekat abutmen lama terhadap pola gerusan lokal yang terjadi.

Pembangunan jembatan baru di dekat jembatan lama besarnya gerusan local yang terjadi di sekitar abutmen jembatan, perlu dilakukan usaha pengendalian yang salah satunya dengan mengurangi efek gerusan yang mungkin timbul dengan menempatkan abutmen dengan jarak tertentu, supaya tidak mengalami kedalaman gerusan yang besar. Pesatnya perkembangan pembangunan di Indonesia saat ini menuntut fasilitas transportasi yang lebih memadai. Untuk menunjang maksud tersebut saat ini sedang dilakukan pembangunan jembatan. Satu jembatan pada satu titik pun tidak cukup untuk menampung banyaknya jumlah pengendara yang semakin bertambah pada

setiap tahunnya, maka dari itu infrastruktur jalan raya juga harus mulai dibenahi karena kurang memadai, maka pembangunan jembatan adalah salah satu kunci untuk mengurai jalan yang semakin macet karena semakin banyaknya kendaraan di jalan raya. Penelitian ini juga bertujuan untuk mempelajari mengenai pengaruh penempatan jarak dua abutmen jembatan terhadap kedalaman gerusan untuk merencanakan pembangunan jembatan baru disebelah jembatan yang lama. Dengan lima percobaan pemodelan abutmen.

Gerusan adalah fenomena alam yang disebabkan oleh aliran air yang mengikis dasar saluran. Gerusan yang terjadi pada pondasi bagian abutmen. Proses gerusan dan endapan umumnya terjadi karena perubahan pola aliran terutama pada sungai *aluvial*. Perubahan pola aliran disebabkan karena adanya halangan pada aliran sungai, yaitu berupa bangunan sungai seperti pilar jembatan, abutmen jembatan, maupun bangunan air lainnya seperti jarak pada abutmen jembatan atau adanya bangunan *ground sill* di bawah jembatan.

Bangunan seperti itu dianggap dapat merubah geometri alur dan pola aliran yang selanjutnya diikuti gerusan lokal disekitar bangunan, kerusakan diakibatkan oleh gerusan disekitar abutmen jembatan disebagian tebing sungai hingga masuk kedalam sungai menyebabkan lebar sungai mengalami penyempitan dan akan menimbulkan pengaruh pada perilaku aliran yang melewatinya. Perubahan perilaku aliran yang di representasikan dalam jarak efektif abutmen yang akan menimbulkan perbedaan pula pada gerusan lokal di sekitar abutmen jembatan.

Pada debit dan kedalaman air yang sama, pengaruh jarak efektif yang akan memperoleh kedalaman gerusan yang paling minimum. Gerusan local pada sekitar abutmen jembatan ini tidak dapat diamati secara langsung. Salah satu metode untuk menyederhanakannya adalah dengan pemodelan. Pemodelan fisik yang sangat membantu dalam memvisualisasikan baik gejala-gejala alam ataupun respon yang diberikan oleh struktur akibat dari fenomena gerusan tersebut.

Gerusan juga dapat dibagi menjadi tiga tipe, yaitu gerusan umum (*general scour*), gerusan lokal (*local scour*), dan gerusan terlokalisir (*contridtion scour*). Gerusan umum adalah gerusan yang terjadi secara alami, terlepas dari keberadaan bangunan struktur apapun, terjadi melintang di sepanjang sungai dan dapat menyebabkan degradasi dasar sungai. Gerusan Lokal adalah gerusan yang terjadi di sekitar pilar jembatan dan abutmen jembatan, sebagai akibat terganggunya pola aliran pada sungai. Sedangkan Gerusan terlokalisir adalah gerusan yang terjadi akibat penempatan bangunan air yang menyebabkan penyempitan penampang sungai. (Anonim, 1986)

Gerusan disekitar abutmen jembatan terjadi akibat sistem pusaran (*vortex system*) yang timbul karena aliran dihalangi 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 sebuah pusaran. Di dekat dasar saluran komponen aliran terbalik 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. (Abdurrasyid, 2005)

Untuk memahami terjadi gerusan di sekitar abutmen, perlu dipelajari proses terjadinya proses terjadinya transportasi sedimen, jenis dan mekanisme terjadinya gerusan serta jenis abutmen yang ditinjau. Secara teoritis saluran stabil adalah suatu keadaan dimana gerusan dan pengendapan tidak terjadi disepanjang sungai atau saluran. Dalam proses mempelajari gerusan, tidak lepas dari karakteristik sedimen yang ada. Lubang gerusan yang terjadi pada alur sungai umumnya merupakan korelasi antara kedalaman gerusan dengan kecepatan aliran sehingga lubang gerusan tersebut merupakan fungsi waktu. (Raudkivi, 1991)

Ketika aliran pada sungai mendekati pilar, akan terjadi penambahan tekanan yang disebabkan naiknya muka air akibat pembendungan oleh abutmen. Penambahan tekanan tersebut menimbulkan terbentuknya aliran ke bawah (*down-flow*) Aliran ke bawah 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 vortek* *Horseshoe vortek* ini bergerak ke hilir sambil membentuk lubang gerusan dan membawa sedimen ke hilir. Proses

pembentukan gerusan pada seluruh sisi pilar dan sisi dalam abutmen tersebut bekerja dengan cepat pada mulanya, dan pada saat mendekati kesetimbangan, prosesnya menjadi sangat lambat fenomena gerusan lokal disekitar abutmen. (Yulistiyanto B, 1997).

## **B. Identifikasi Masalah**

Berdasarkan dari uraian dan latar belakang masalah yang dikemukakan di depan maka dapat diidentifikasi sebagai berikut :

1. Pola aliran akan menyebabkan pusaran di sekitar abutmen jembatan sehingga dapat mengakibatkan gerusan dan ambusnya jembatan karena abutmen pada dasar sungai mengalami penurunan.
2. Terjadi gerusan di sekitar abutmen karena adanya perubahan pola aliran yang disebabkan oleh perbedaan jarak dua abutmen jembatan.
3. Pusaran pada sekitar abutmen akan terus terjadi hingga mencapai keseimbangan, yang sudah tidak dapat menurunkan dasar sungai.
4. Keberadaan abutmen jembatan dapat mengakibatkan perubahan perilaku aliran.

## **C. Pembatasan Masalah**

Permasalahan yang akan dibatasi pada penelitian ini yaitu Penelitian ini hanya memfokuskan apakah pengaruh variasi jarak dua abutmen terhadap gerusan lokal serta jarak efektif dua abutmen jembatan terhadap gerusan lokal pada sekitar abutmen jembatan dengan kedalaman aliran dan debit aliran yang sama.

#### **D. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan diatas, maka rumusan masalah yang akan diuji lebih lanjut dalam penelitian ini adalah:

1. Berapa besar pengaruh variasi jarak dua abutmen jembatan terhadap kedalaman gerusan yang terjadi?
2. Berapa jarak efektif dua abutmen jembatan yang dapat mengurangi kedalaman *maximum*?

#### **E. Tujuan Tugas Akhir**

Berdasarkan rumusan masalah yang dikemukakan di atas maka tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui pengaruh variasi jarak dua abutmen jembatan terhadap kedalaman gerusan.
2. Untuk mengetahui jarak efektif dua abutmen jembatan yang dapat mengurangi kedalaman gerusan *maximum*.

#### **F. Manfaat Tugas Akhir**

1. Manfaat Teoritis

Penelitian ini bermanfaat untuk memberikan kontribusi bagi ilmu pengetahuan dan perencanaan mengenai pembangunan jembatan khususnya mengenai faktor gerusan dalam merencanakan pembangunan jembatan baru disebelah jembatan lama.

2. Manfaat Praktis

- a. Bagi Penulis

- 1) Penelitian ini dapat dijadikan media bagi penulis dalam menerapkan pengetahuan teoritis yang telah diperoleh dari bangku perkuliahan.
  - 2) Mengetahui hasil penelitian mengenai jarak efektif dua abutmen jembatan.
  - 3) Mengetahui hasil penelitian mengenai pengaruh variasi jarak dua abutmen jembatan terhadap kedalaman gerusan.
- b. Bagi Penelitian Selanjutnya

Manfaat dari penelitian proyek akhir ini diharapkan dapat memberi masukan kepada pembaca tentang pengaruh penempatan variasi jarak dua abutmen untuk mengurangi kedalaman gerusan, sehingga dapat merencanakan pembangunan jembatan baru di sebelah jembatan lama supaya tidak mengalami gerusan yang terlalu besar di sekitar abutmen jembatan.

## BAB II

### KAJIAN PUSTAKA

#### A. Kajian Teori

Menurut Graf proses gerusan dan deposisi pada alur sungai, akibat adanya rintangan berupa bangunan yang ada di sungai, yang diikuti dengan perubahan pola aliran sungai, umumnya disebut gerusan local (Breuser dan Raudkivi, 1991). Adanya abutmen di pinggir sungai menyebabkan suatu fenomena aliran yang kompleks dan memiliki pola atau mekanisme gerusan dasar sungai yang lambat laun dapat membahayakan keamanan struktur jembatan. Ketika aliran pada sungai mendekati abutmen, akan terjadi penambahan tekanan yang disebabkan naiknya muka air akibat pembendungan oleh abutmen. Penambahan tekanan tersebut menimbulkan terbentuknya aliran ke bawah (*down-flow*) (Yulistiyanto, 1997).

Proses penggerusan dan transportasi sedimen merupakan 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 menurut tersedianya bahan bangunan. Dengan meningkatnya penambngan pasir pada sungai akan menyebabkan penurunan dasar sungai semakin cepat, gerusan local terjadi disekitar pilar maupun abutmen, sebagai akibat terganggunya pola aliran sungai. Sedangkan

gerusan terlokalisir terjadi karena penempatan bangunan sungai yang menyebabkan penyempitan penampang sungai (Breuser dan Rauddikvi,1981).

Gerusan adalah fenomena alam yang disebabkan oleh aliran air yang disertai pemindahan sedimen sehingga mengikis dasar saluran. Gerusan yang terjadi pada abutmen adalah hal yang biasa terjadi. Gerusan merupakan suatu proses alam yang terjadi di sungai sebagai akibat morfologi sungai (dapat berupa tikungan atau bagian penyempitan aliran sungai) atau adanya bangunan air seperti jembatan, bendung dan pintu air. Proses itu sendiri sangat tergantung pada geometri struktur bawah jembatan. (Breusers dan Raudkivi, 1991).

Menurut Laursen gerusan lokal di sekitar bangunan abutmen jembatan, terjadi karena pola aliran lokal di sekitar bangunan sungai. Sifat alami gerusan adalah sebagai berikut (Sucipto, 2004).

1. Besar gerusan akan sama selisihnya antara jumlah material yang ditranspor keluar daerah gerusan dengan jumlah material yang ditranspor 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 menjadi suatu keadaan gerusan yang disebut gerusan batas.

Dilihat dari kondisi angkutan gerusan dibagi menjadi dua yaitu kondisi *clear water scour* dan kondisi *live bed scour*. Kondisi *clear water scour* adalah kondisi dimana gerusan dengan air bersih terjadi jika material dasar sungai di sebelah hulu gerusan dalam keadaan diam atau tidak terangkut (berpindah).

Sedangkan kondisi *live bed scour* adalah kondisi dimana gerusan yang disertai dengan angkutan sedimen material dasar saluran.

Proses erosi dan pengendapan pada sungai umumnya terjadi karena perubahan pola aliran, terutama pada sungai *alluvial*. Perubahan tersebut terjadi karena adanya rintangan pada aliran sungai, berupa rintangan bangunan sungai seperti abutmen jembatan, pilar jembatan, krib sungai, *revetment*, dan sebagainya. Bangunan semacam ini dipandang dapat mengubah geometri alur serta pola aliran selanjutnya diikuti dengan terjadinya gerusan lokal di dekat bangunan (Joko Legono, 1990).

Abutmen merupakan salah satu bagian konstruksi jembatan yang terletak di pangkal jembatan. Tipe geometri abutmen bermacam-macam, diantaranya *wing-wall abutment* (WW), *Spill-through abutment* (ST), *Semi-circular abutment* (SCE) dan *triangular-shaped abutment* (Breuser dan Reudkivi, 1991)

Menurut Hanwar (1999) macam-macam gerusan adalah sebagai berikut :

1. Gerusan Umum (*general scour*) di alur sungai, tidak terkait dengan adanya atau tidak adanya bangunan sungai. Gerusan ini disebabkan karena energi dalam aliran.
2. Gerusan Terlokalisir (*localized scour/ constriction scour*) di alur sungai, terjadi karena penyempitan alur sungai, sehingga aliran lebih terpusat.
3. Gerusan Lokal (*local scour*) di sekitar bangunan, terjadi karena pola aliran lokal di sekitar bangunan sungai.

## **B. Mekanisme Gerusan**

Gerusan lokal pada umumnya diakibatkan oleh bangunan air, misalnya pilar atau abutmen jembatan. Tiap gerusan memiliki metodenya sendiri. Beberapa mekanisme gerusan adalah sebagai berikut :

### **1. *Clear Water Scour***

Gerusan ini terjadi jika tegangan geser yang terjadi lebih besar daripada tegangan geser kritis. Pergerakan sedimen hanya terjadi pada sekitar abutmen.

### **2. *Life Bed Scour***

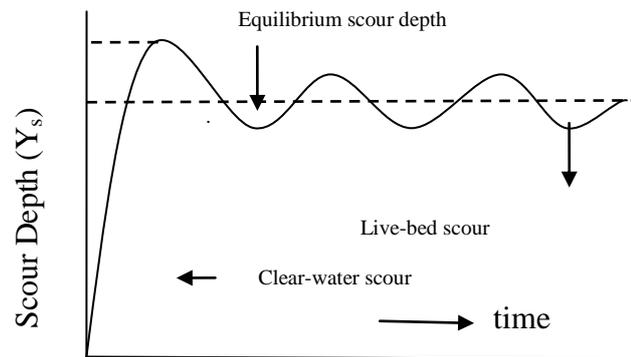
Gerusan ini terjadi disertai dengan adanya angkutan sedimen dari material dasar, akibat aliran dalam saluran yang menyebabkan material dasar bergerak. Hal tersebut menunjukkan bahwa tegangan geser pada dasar saluran lebih besar dari nilai kritiknya. Keseimbangan kedalaman gerusan tercapai jika jumlah material yang terangkat dari lubang gerusan sama dengan material yang disuplai ke lubang gerusan.

Gerusan yang terjadi disekitar penyempitan saluran akibat keberadaan bangunan adalah akibat sistem pusaran (*vortex system*) yang timbul karena terhalangnya aliran akibat penyempitan tersebut. *Vortex system* yang menyebabkan adanya lubang gerusan tersebut dimulai dari sebelah hulu penyempitan (hulu bangunan) yaitu saat mulai munculnya komponen aliran dari arah bawah. Selanjutnya pada bagian bawah komponen tersebut, aliran akan terbalik arah menjadi vertikal yang kemudian diikuti dengan terbawanya material dasar sehingga terbentuk aliran spiral di daerah gerusan.

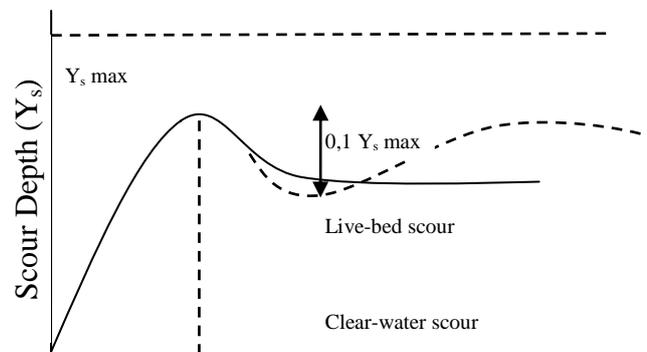
Kondisi aliran yang membentuk pusaran tersebut berdampak terjadinya pengikisan dasar sungai disekitar bangunan, yaitu dengan terbawa atau terangkutnya material dasar sungai di sekitar bangunan yang akan berakibat timbulnya lubang gerusan. Peristiwa ini berlangsung sampai terjadi keseimbangan yang tergantung pada media yang bergerak, kondisi aliran *clear-water* atau *live-bad*.

Menurut Chabert dan Engeldinger (1956) dalam Breuser dan Reudkivi (1991), proses gerusan dimulai pada saat partikel yang terbawa bergerak mengikuti pola aliran dari bagian hulu ke bagian hilir saluran. Pada kecepatan tinggi, partikel yang terbawa akan semakin banyak dan lubang gerusan akan semakin besar baik ukuran maupun kedalamannya. Bahkan kedalaman gerusan *maximum* akan tercapai pada saat kecepatan aliran mencapai kecepatan kritik. Lubang gerusan (*scour hole*) yang terjadi pada alur sungai adalah hubungan antara kedalaman dengan waktu (Gambar 1) dan hubungan antara kedalaman gerusan dengan kecepatan geser (Gambar 2).

Dijelaskan lebih lanjut bahwa kecepatan gerusan relatif tetap meskipun terjadi peningkatan kecepatan yang berhubungan dengan *transport* sedimen, baik yang masuk maupun yang keluar lubang gerusan. Jadi kedalaman rata-rata gerusan pada kondisi seimbang (*equilibrium scour dept*), dengan sendirinya menjadi lebih kecil dengan kedalaman gerusan *maximum*. Keseimbangan kedalaman gerusan biasanya akan tercapai pada aliran yang tinggi dan dalam waktu yang lama.



Gambar 1. Hubungan Kedalaman Gerusan Dengan Waktu (Breuses dan raudkivi, 1991)



Gambar 2. Hubungan Kedalaman Gerusan Dengan Kecepatan Geser (Breuses dan raudkivi, 1991)

### C. Faktor –Faktor Yang Mempengaruhi Kedalaman Gerusan

#### 1. Debit Aliran

Semakin besar debit aliran yang ada maka kedalaman gerusan yang dihasilkan akan semakin besar, keadaan tersebut menandakan bahwa semakin besarnya kecepatan dan tegangan geser pada dasar saluran. Menurut Charbert dan Engeldinger (1956) dalam Breusers dan Reudkivi (1991), kedalaman gerusan *maximum* diperoleh pada kecepatan aliran yang

mendekati kecepatan aliran kritis, sedangkan gerusan dimulai pada saat kira-kira setengah kecepatan kritis.

## 2. Kedalaman Aliran

Kedalaman aliran dibedakan antara kondisi *clear water scour* dengan *life bed scour*. Pengaruh kedalaman gerusan dapat diabaikan untuk  $Y_o/b$  lebih besar dari 2 sampai 3 dengan menggunakan data yang diberikan oleh laursen dan toch, menunjukkan suatu persamaan kedalaman gerusan sebagai fungsi kedalaman aliran. (Raudkivi dkk, 1991).

## 3. Kecepatan Geser dan Tegangan Geser

Menurut Breusers dan Raudkivi (1991) memberikan dimensi analisis untuk menentukan beberapa parameter tak berdimensi dan ditetapkan dalam bentuk diagram pergerakan awal (*incipient motion*). Melalui grafik *Sheilds*, dengan mengetahui bilangan ( $rc$ ) atau diameter butiran ( $d$ ), maka pada nilai tegangan dasar kritis ( $\tau_o$ ) dapat diketahui. Bila tegangan dasar aliran berada di atas nilai kritiknya maka butiran sedimen bergerak, atau dengan kata lain:

$\tau_o < \tau_c$  butiran dasar tidak bergerak

$\tau_o = \tau_c$  butiran dasar mulai akan bergerak

$\tau_o > \tau_c$  butiran dasar bergerak

## 4. Awal Gerak Butiran

Suatu saluran terbuka yang mempunyai sedimen lepas diatur pada kemiringan tertentu dimana aliran seragam terjadi pada debit yang berbeda. Sebagai akibatnya, pada debit yang rendah ketika kedalaman dan tegangan geser kecil, partikel sedimen akan berhenti dan aliran itu sama dengan yang

ada batasan kukuh. Apabila debit secara berangsur bertambah, suatu tahap dicapai apabila sedikit partikel pada dasar yang bergerak secara terputus-putus. Keadaan ini dapat dinamakan keadaan kritis (*critical condition*) keadaan gerak awal (*incipient motion condition*). (Rangga Raju, 1986).

Ilmu pengetahuan mengenai kondisi hidrolis sehubungan dengan keadaan gerak adalah praktik yang sangat penting. Selain dari batasan yang menunjukkan permulaan gerak sedimen, keadaan kritis mempengaruhi desain saluran peka erosi (*erotic chanel*s) yang mengangkut air, dan pada dasarnya mempengaruhi susunan pengendapan lumpur di dalam waduk. Dengan demikian ada manfaat memahami secara seksama kondisi hidraulik yang mengawali gerak pada dasar yang mempunyai sedimen yang diketahui karakternya.

## 5. Diameter Ukuran Butir Sedimen

Kwan (1984) menjelaskan pengaruh ukuran butir sedimen terhadap kedalaman gerusan pada abutmen untuk ukuran seragam. Dari data yang didapat menunjukkan bahwa semakin besar ukuran butir sedimen ( $b/d_{50}$ ) maka kedalaman gerusan ( $Y_s$ ) akan semakin besar. Keadaan ini tidak lagi tampak pada  $b/d_{50} = 50\text{mm}$ , kedalaman gerusan tidak lagi terpengaruh oleh ukuran butiran sedimen. Ettema menjelaskan bahwa terjadinya pengurangan kedalaman gerusan pada ukuran butir sedimen yang relatif besar disebabkan karena butir sedimen berukuran besar tersebut menghalangi proses erosi dasar lubang gerusan dan menghamburkan aliran energi di zona erosi.

## **D. Aliran Pada Air Jernih**

### **1. Bilangan Froude**

Pada hakekatnya perbandingan antara kekuatan untuk menghentikan gerakan partikel dan gaya gravitasi. (Anonim, 2013).

Bilangan froude (Fr) untuk saluran terbuka dinyatakan sebagai berikut :

$Fr < 1$ , aliran yang terjadi adalah aliran sub kritis.

$Fr = 1$ , aliran yang terjadi adalah aliran kritis.

$Fr > 1$ , aliran yang terjadi adalah aliran super kritis.

### **2. Koefisien Kekasaran Dasar**

Perilaku aliran terhadap konfigurasi dasar dapat digambarkan sebagai hubungan besaran manning, koefisien Chezy (C).

### **3. Debit Aliran**

Debit aliran merupakan hubungan perkalian antara kecepatan aliran dengan luas tampang basah saluran. (Ven Te Chow, 1989).

### **4. Kecepatan Aliran Rata-rata**

Menurut Ven Te Chow kecepatan aliran rata-rata merupakan perbandingan antara debit aliran yang melewati saluran (Q) dengan luas tampang basah saluran (A).

### **5. Persamaan Kedalaman Gerusan**

Beberapa penelitian telah mencoba mencari hubungan secara empirik maupun analitik gerusan di sekitan pilar jembatan, yang ditujukan untuk mengetahui gerusan lokal yang baik. Namun sampai saat ini belum

ada literatur yang memberikan perkiraan besarnya gerusan lokal pada bahan dasar kohesif. Tetapi dapat dipastikan bahwa apabila suatu abutmen telah direncanakan aman berdasarkan tinjauan bahan dasar non-kohesif, hasil yang diperoleh sudah cukup aman.

Perkiraan besarnya gerusan lokal pada abutmen jembatan model *spill through* abutmen yang diujikan. Faktor pengali dari model abutmen jenis *spill trough* yaitu  $k_3 = 0,5$ . Beberapa rumus praktis untuk memperkirakan gerusan lokal disekitar abutmen jembatan dalam (Joko Legono,1990).

Penelitian yang dilakukan oleh O.K Saleh dkk (2004) telah menghasilkan kesimpulan bahwa pemasangan groud sill sebagai bangunan penahan gerusan sedimen di hilir aliran telah mampu meningkatkan dalam hal perbaikan pada pola gerusan dan meminimalkan yang terjadi di bagian hulu dari aliran.

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **A. Tempat dan Waktu Penelitian**

Tugas akhir ini dilakukan di Laboratorium Hidrolika Jurusan Pendidikan Teknik Sipil dan Perencanaan, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Yogyakarta. Tugas akhir ini dilaksanakan pada tanggal 17 Juli 2015 dan berakhir pada tanggal 14 Agustus 2015 yang meliputi masa persiapan sampai masa pengambilan data gerusan lokal disekitar abutmen jembatan.

#### **B. Objek Kajian**

Tujuan Tugas akhir yang saya lakukan secara umum adalah untuk mengetahui jarak yang paling terhadap jarak dua abutmen efektif penempatan jarak dua abutmen untuk pembangunan jembatan baru disebelah jembatan lama yang dapat dilihat dari hasil pengamatan gerusan lokal di sekitar abutmen jembatan. Setelah melakukan eksperimen ini, diharapkan dapat merencanakan pembangunan jembatan baru disebelah jembatan lama. Eksperimen ini menggunakan *flume* dengan kedalaman aliran dan debit di dalam *flume* yang seragam dimana kecepatan aliran tidak berubah. Material dasar yang dipakai adalah pasir alami dengan gradasi relatif seragam dengan prosentase agregat yang telah ditentukan. Pasir yang digunakan adalah pasir yang berasal dari sungai Progo yang sudah diayak

### C. Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam Pengujian Pengaruh Penempatan Jarak Abutmen Jembatan adalah sebagai berikut:

#### 1. Pasir

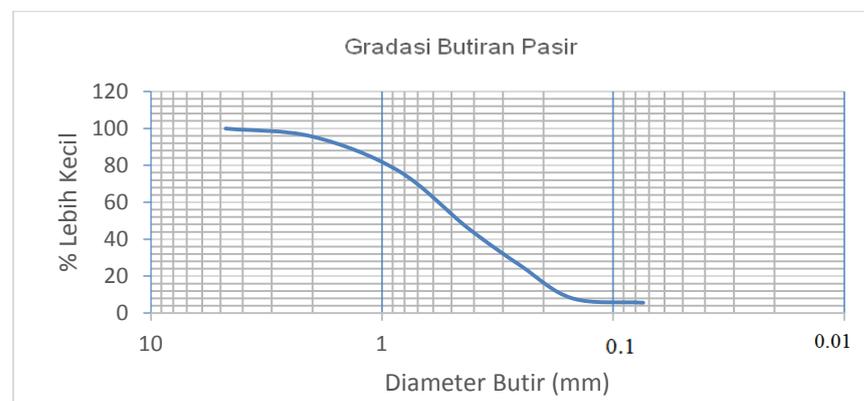
Pasir adalah bahan material butiran. Butiran pasir umumnya berukuran antara 0,0625 sampai 2 milimeter. Materi pembentuk pasir adalah silikon dioksida, tetapi di beberapa pantai tropis dan subtropis umumnya dibentuk dari batu kapur. Jenis pasir yang digunakan dalam penelitian ini adalah pasir sedimen dasar. Pasir alam yang digunakan berasal dari Sungai Progo. Pasir yang digunakan adalah pasir yang sudah diayak dan digradasi, pasir yang digunakan benar-benar pasir yang sudah bebas dari kandungan lumpur dan bersih supaya kondisi aliran *clear water* pasir tersebut digunakan selama pengujian berlangsung. Pengujian pasir dilakukan di Laboratorium Bahan Bangunan, Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Yogyakarta.



Gambar 3. Pasir

Tabel 1. Hasil Penelitian Gerusan Lokal Dua Abutmen Jarak 2 Dp

No Ayakan	Ayakan dalam (mm)	berat tertahan (gr)	berat lolos (gr)	% berat lolos $e/w \times 100 \%$
4	5	0	1000	100
10	2	43.8	956.2	95.62
20	0.85	185	771.2	77.12
40	0.425	310.2	461	46.1
60	0.25	205.8	255.2	25.52
100	0.15	175	80.2	8.02
200	0.074	24	56.2	5.62



Gambar 4. Gradasi Butiran Pasir

## 2. Air

Air yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari Laboratorium Hidrolika Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta. Parameter aliran air yang ditetapkan adalah ketinggian muka air dan debit aliran air. Kedalaman aliran air dibuat sama begitu pula dengan debit aliran air juga dibuat sama selama percobaan berlangsung, pasir dalam keadaan diam sehingga dicapai keadaan aliran tanpa angkutan sedimen (*clear water scour*)



Gambar 5. Air

### 3. Model Abutmen

Model abutment yang digunakan adalah tipersegi dengan ujung dibulatkan. Dengan dimensi panjang (sejajar aliran) 0.05 m, lebar (tegak lurus aliran) 0.01 m, dan tinggi abutmen 0.25 m serta kedalaman timbunan pasir adalah 0.1 m. Model abutmen jembatan yang digunakan untuk memvisualisasikan bangunan bawah jembatan yang terletak pada kedua ujung jembatan yaitu dengan bahan fiber glas, yang berfungsi sebagai pemikul seluruh beban hidup, beban kejut, beban sekunder, beban khusus dan beban mati yang terdapat pada Jembatan. Abutment juga berfungsi sebagai tumpuan sendi. Bangunan jembatan dibagi menjadi dua yaitu bagian atas ( Gelagar, lantai kendaraan, trotoar dll) dan bagian bawah jembatan (Abutmen, Pilar dll)



Gambar 6. Model Abutment

#### **D. Alat Penelitian**

Alat yang digunakan dalam Pengujian Pengaruh Penempatan Jarak Abutmen Jembatan adalah sebagai berikut:

##### **5. *Standart Tilting Flume***

*Standart Tilting Flume* adalah peralatan utama yang digunakan pada penelitian ini, dengan panjang 5 m, lebar 0,1 m dan memiliki tinggi 0,32 m yang dilengkapi dengan sebuah pompa untuk mengalirkan air.



Gambar 7 . *Standart Tilting Flume*

##### **6. *Point Gauge***

*Point Gauge* adalah alat ukur yang juga menggunakan dial *gauge*. *Point gauge* sering digunakan untuk mengukur kedalaman aliran serta kedalaman gerusan yang terjadi secara teliti. Pada ujung alat ini berbentuk jarum sehingga ujungnya dapat menyentuh permukaan yang akan di ukur kedalamannya. *Point gauge* tidak dapat digunakan sendiri yang berarti harus dilengkapi peralatan pendukung seperti mistar, sehingga dalamnya gerusan dapat dibaca dari mistar tersebut.



Gambar 8. *Point Gauge*

### 7. *Stopwatch*

*Stopwatch* adalah alat yang digunakan untuk mengukur lamanya waktu yang diperlukan untuk mendapatkan data dalam penelitian. Dalam penelitian ini *stopwatch* digunakan untuk menentukan waktu pengukuran kedalaman gerusan selama *running* penelitian dilakukan.



Gambar 9. *Stopwatch*

### 8. Mistar Ukur

Mistar adalah penggaris yang sering digunakan untuk mengukur benda-benda dalam bidang datar. Mistar ini mempunyai ketelitian 1 mm

fungsi dari mistar adalah mengukur benda-benda dalam bidang datar dengan dimensi kecil karenanya mistar dibuat dengan skala tertentu saja, misalnya 30 cm, 50 cm dan 100 cm. penggaris ini banyak dibuat dari bahan yang lentur seperti plastik dan lain lain. Karena lebih efektif dalam pengukuran kecil, maka banyak orang lebih memilih menggunakan mistar. Mistar ukur disini ditempelkan pada dinding saluran untuk memonitor kedalaman aliran selama running penelitian.



Gambar 10. Mistar Ukur

#### **E. Teknik Pengumpulan Data**

Teknik pengambilan data yang dilakukan dengan mengamati gerusan yang terjadi pada setiap model abutmen yang terjadi sampai dengan gerusan tersebut stabil, percobaan dilakukan sebanyak lima kali. Data yang diambil adalah ketika jarak abutment 2Dp, dengan jarak abutment 3Dp, dengan jarak abutment 4Dp, dengan jarak abutment 5Dp, dan jarak abutment 6Dp. Data gerusan diambil dengan cara mencatat hasil pengukuran kedalaman yang terjadi di sekitar abutmen jembatan. Setiap data yang diambil menggunakan debit dan kedalaman aliran yang sama atau stabil.

#### **F. Pelaksanaan Penelitian**

Ada beberapa persiapan yang harus dilakukan sebelum penelitian dimulai diantaranya adalah sebagai berikut :

### **1. Tahap Persiapan**

Tahapan-tahapan persiapan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

#### **a) Persiapan Alat**

Persiapan komponen alat *sediment-recirculating flume*, seperti pompa bagian penggerak *tilting* dan instrumen panel *control*. Peralatan *flume* perlu dikalibrasi, terutama untuk pembacaan debit aliran. Kalibrasi dilakukan dengan mengalihkan hasil pengukuran kecepatan dengan luas tampang aliran. Data yang kemudian didapat lalu dibandingkan dengan data kalibrasi peralatan.

#### **b) Persiapan Alat Bantu Pembacaan**

Selain peralatan seperti diatas, diperlukan alat bantu pembacaan pada *flume* untuk mempermudah pembacaan pada pelaksanaan penelitian. Pemasangan tanda batas ketinggian pasir sebagai dasar saluran, mistar ukur pada dinding *flume* untuk memonitor ketinggian aliran, memasang milimeter blok untuk mengukur kedalaman gerusan, dan mika transparan untuk pola kontur gerusan dari samping, memberi as pada bagian yg diamati agar tempat salah satu abutmen tidak berubah-ubah ketika dilakukan bongkar pasang.

#### **c) Persiapan Material Dasar**

Material dasar yang telah disiapkan dituang dalam *flume* dari ujung atas balok kayu yang berada di bagian hulu sampai dengan ujung

atas balok kayu yang ada dibagian hilir. Balok kayu ini memiliki ketebalan 10 cm. Material haruslah rata dengan permukaan dari balok tersebut. Ketebalan 10 cm ini diambil dengan memperhitungkan kedalaman gerusan *maximum* yang terjadi termasuk degradasi dasar saluran yang disebabkan oleh aliran.

**d) Persiapan *Running* / *Pengambilan Data***

Setelah *flume* terisi pasir, diratakan dengan permukaan balok dan dipadatkan sehingga diperoleh permukaan yang mendekati datar dan padat. Untuk itu dilakukan beberapa langkah sebagai pendekatan adalah sebagai berikut :

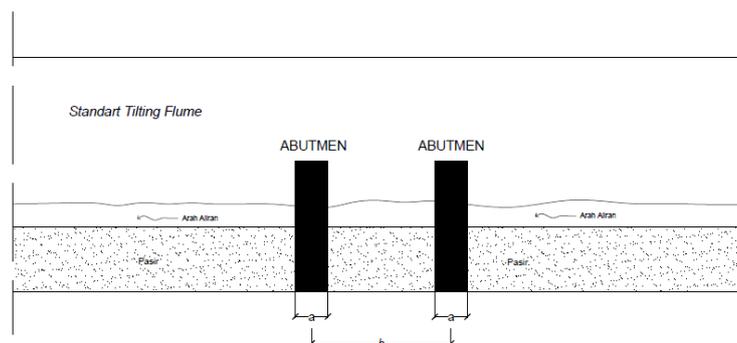
- 1) Dengan memasang benang pada dinding kaca *flume* dengan ketinggian 10 cm dari dasar, supaya elevasi permukaan pasir rata.
- 2) Dengan bantuan kayu dan rol pada *flume* pasir diratakan. Air dialirkan dalam debit kecil, untuk membasahi pasir agar diperoleh kepadatan seragam. Permukaan pasir yang telah teraliri tersebut diperbaiki kembali hingga permukaan rata. Permukaan yang mengalami cekungan / penurunan elevasi karena semakin padat karena air, ditambahkan pasir kembali. Agar permukaan pasir rata dan padat. Setelah itu meratakan lagi dengan bantuan sifat permukaan air yang selalu datar.
- 3) Pengecekan tahap akhir yaitu dialiri kembali dengan debit yang kecil, kemudian mengamati jalannya air. Jika air yang datang secara bersamaan rata kiri dan kanan maka permukaan saluran sudah rata.

### e) Variasi Jarak

Variasi penempatan jarak dua dengan pengukuran kedalaman gerusan di sekitar abutmen untuk masing-masing model jarak dua abutmen yang di bagi menjadi 5 tipe variasi, seperti terlihat pada tabel sebagai berikut :

Tabel 2. Variasi Jarak Model Dua Abutmen

<b>Tipe (a)</b>	<b>Jarak Antar Abutmen (b)</b>
Jarak 2Dp	2x Panjang Model Abutmen
Jarak 3Dp	3x Panjang Model Abutmen
Jarak 4Dp	4x Panjang Model Abutmen
Jarak 5Dp	5x Panjang Model Abutmen
Jarak 6Dp	6x Panjang Model Abutmen



Gambar 11. Jarak Model Abutmen

## 2. Tahap Pelaksanaan

### f) Penelitian Pendahuluan

Tahap ini dilakukan dengan maksud memperoleh referensi awal besarnya gerusan yang terjadi di sekitar aburment tanpa adanya gerakan sedimen dasar. Tahap ini merupakan inti dari penelitian yang dilakukan. Selanjutnya dialirkan air ke dalam saluran *flume*. Dengan debit yang

sama. *Running* tahap ini dilakukan dengan bentuk abutmen tipe seperti yang telah disampaikan dalam prosedur persiapan *running* diatas, setelah itu dilakukan pengukuran ragam kedalaman aliran yang terbentuk disekitar abutmen. Proses terjadinya gerusan disekitar abutmen diamati kedalamannya dan dicatat dalam selang waktu yang telah ditentukan yaitu selama 120 menit, dengan rincian waktu 0 – 60 menit dicatat selang waktu 5 menit, dan 60 – 120 menit dicatat dengan selang waktu 10 menit. Pada menit ke 120 saat mencapai kedalaman gerusan maksimal atau relatif stabil, dan pompa dimatikan.

g) **Pengamatan Gerusan Kondisi *Clear Water***

Tahap ini dilakukan dengan maksud memperoleh referensi awal besaran gerusan yang terjadi disekitar abutmen pada kondisi tanpa pergerakan sedimen.

- 1) Mal pengukur kedalaman gerusan dipasang pada tempat yang telah ditentukan, mal ditempatkan berada di AS kedua model abutmen yang sudah terpasang di dalam *flume*.
- 2) Pengamatan gerusan dimulai dengan mengukur elevasi dasar disekitar abutmen. Pengukuran dilakukan dilakukan pada titik-titik pengamatan yang telah ditetapkan yaitu sepanjang daerah abutmen.
- 3) Mengamati kontur gerusan dan kontur permukaan disekitar abutmen setelah turunnya muka air. Sebanyak 108 titik setiap pemodelan yang di uji coba di lab.

4) Dengan menggunakan mal yang telah dibuat bulat dengan jarak 2x2 cm, gunakan *point gauge* untuk mengukur tinggi elevasi.

**h) Pemasangan Kembali Model Abutmen**

Setelah selesai pengamatan gerusan kondisi clear water kemudian salah satu abutmen diambil untuk dipindah jarak yang telah ditentukan (Jarak 2 abutmen model selanjutnya) kembali dipasang pada flume dan pasir kembali ditatakan dengan ketinggian 10 cm.

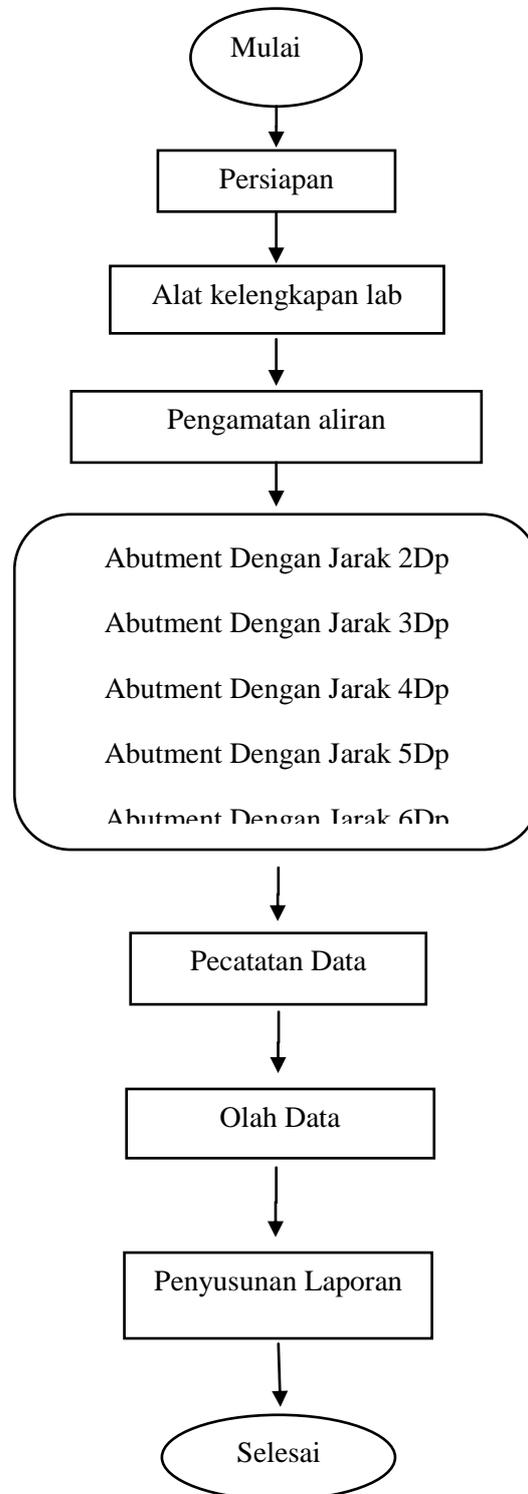
**i) Permukaan Saluran Diratakan Kembali**

Setelah selesai pemasangan model abutmen, kemudian pasir dipadatkan dan melakukan percobaan lagi sesuai dengan jarak abutmen yang telah direncanakan. dan kembali meratakan permukaan pasir dengan ketinggian 10 cm.

**j) Analisis Hasil**

Pada beberapa hasil penempatan jarak abutme, dari hasil perolehan data aliran, gerusan dan pencatatan waktu, maka diperoleh data gerusan maksimum, kontur gerusan, dan panjang gerusan. Selanjutnya dilakukan analisis data dengan tujuan untuk mencari hubungan antara parameter-parameter yang diperoleh dan mendapatkan penempatan sayap pelindung yang paling optimal. Analisis data dilakukan dengan menggunakan Program Microsoft Excel dan Surver.

### G. Alur Penelitian



Gambar 12. Bagan Alur Penelitian

## **BAB IV**

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

#### **A. Hasil Pengamatan**

Mengenai jarak efektif dua abutmen terhadap gerusan lokal di sekitar abutmen jembatan. Dengan mempertimbangkan beberapa hal seperti debit dan kedalaman aliran maka didapat hasil laboratorium melalui pemodelan fisik abutmen dengan mengubah jarak dua abutmen paling efektif pada abutmen jembatan. Adapun hasil pengamatan kedalaman gerusan dapat dilihat pada lampiran.

Hasil dari pengamatan kedalaman gerusan yang terjadi pada menit-menit awal mengalami gerusan yang cukup besar dikarenakan kondisi aliran dalam keadaan belum stabil. Pada menit-menit akhir tidak mengalami gerusan atau bisa dikatakan dengan stabil karena keadaan gerusan sudah mencapai kesetimbangan, jadi tidak mengalami gerusan kembali atau stabil.

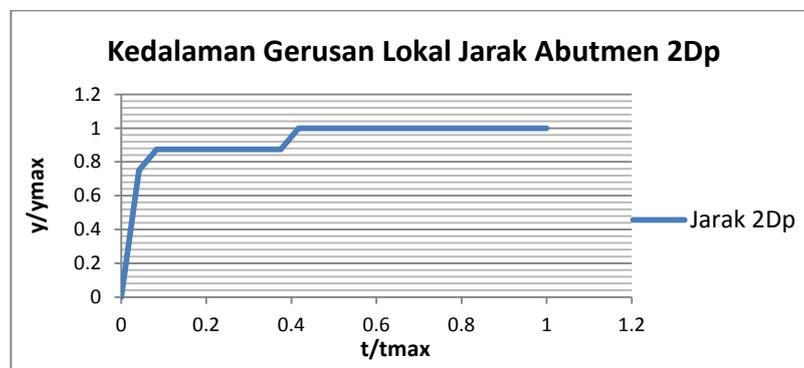
#### **B. Pembahasan**

Seperti yang telah ditulis pada bab sebelumnya yaitu pada rumusan masalah akan membahas pengaruh variasi jarak dua abutmen jembatan terhadap gerusan lokal yang terjadi serta jarak efektif dua abutmen jembatan dengan kedalaman aliran dan debit yang sama atau stabil. Pada pengamatan pemodelan abutmen, kita dapat memperoleh gerusan *maximum* terjadi pada bagian hulu abutmen.

#### 4. Variasi Penempatan Jarak Abutmen

##### a) Jarak Abutmen 2Dp

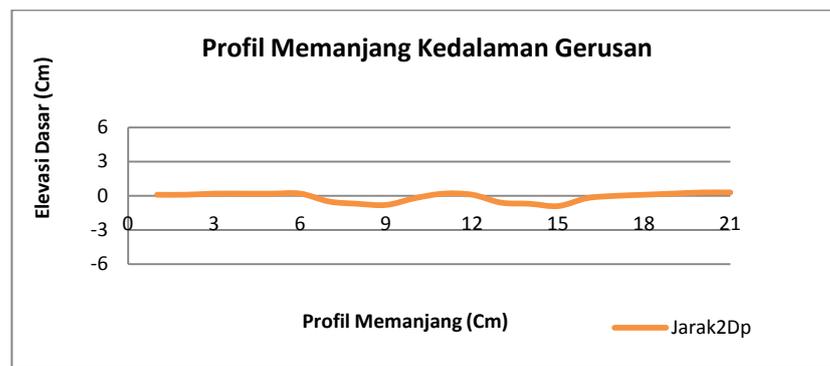
Pada pengamatan pemodelan abutmen jarak abutmen 2 Dp, kita dapat memperoleh gerusan maksimum terjadi pada bagian hulu abutmen pada menit ke 55 dengan kedalaman gerusan -8 mm. Setelah menit ke 55 data yang didapat tidak mengalami perubahan sampai menit ke 120, hal ini berarti gerusan telah berada pada batas maksimum dan keadaan gerusan telah mencapai kesetimbangan. Untuk hubungan antara gerusan maksimum ( $y/y_{max}$ ) dengan waktu ( $t/t_{max}$ ) untuk debit yang sama yaitu ( $Q$ ) = 0,908 lt/det tersebut digambarkan pada grafik sebagai berikut:



Gambar 13. Hubungan Kedalaman Gerusan *Maximum* Terhadap Waktu Pada Model Abutmen Jarak 2Dp.

Grafik di atas menunjukkan bahwa pada menit-menit pertama terlihat gerusan yang cukup besar. Hal ini terjadi karena aliran air yang belum stabil dan menyebabkan gelombang yang cukup untuk mengangkat sedimen. Setelah menempuh 55 menit aliran mulai stabil atau telah mencapai titik kesetimbangan yang mengakibatkan gerusan

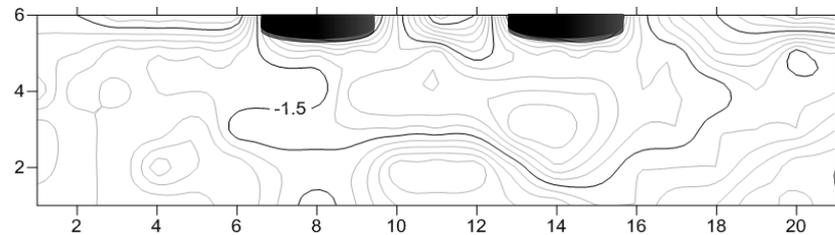
yang terjadi di sekitar abutmen jembatan semakin kecil bahkan tidak lagi mengalami pertambahan kedalaman gerusan terhadap waktu pada model dua abutmen jarak 2Dp.



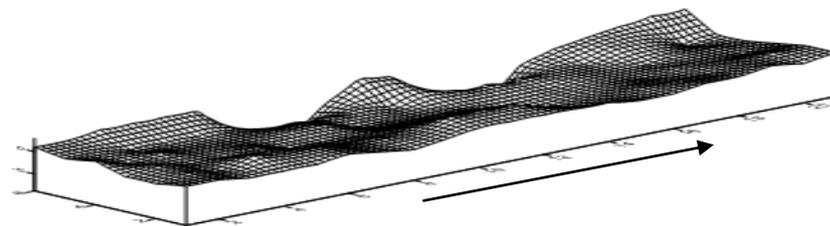
Gambar 14. Hubungan Kedalaman Gerusan Dengan Kecepatan Geser Pada Model Abutmen Jarak 2Dp.

Setelah running selesai dilakukan selama 120 menit, maka dilakukan pengukuran kontur, bentuk dan tampak. Pengukuran ini dilakukan dengan alat yang bernama *point gauge* yang berfungsi untuk mengukur kedalaman gerusan yang terjadi di sekitar abutmen. Pengambilan koordinat kontur yaitu untuk X searah aliran, sedangkan Y tegak lurus aliran (horizontal) dan Z tegak lurus arah aliran (vertikal). Kedalaman gerusan (arah Z) diukur dengan interval jarak sebesar 2 cm untuk arah X maupun arah Y. Hasil pembacaan *point gauge* menghasilkan titik-titik kedalaman (arah Z) setiap koordinat arah X arah Y dipermukaan material dasar dengan pola gerusan yang berbeda untuk setiap variasi pemodelan. Selanjutnya data-data yang telah terbaca diolah untuk mendapatkan gambar kontur dan isometri gerusan dengan menggunakan

program Surver. Hasil pengukuran dan pengamatan model abutmen jarak 2Dp dengan debit ( $Q$ )= 0,908 lt/det adalah sebagai berikut :



Gambar 15. Kontur Pola Gerusan Pada Model Abutmen Jarak 2Dp



Gambar 16. Isometri Pola Gerusan Pada Abutmen Jarak 2Dp

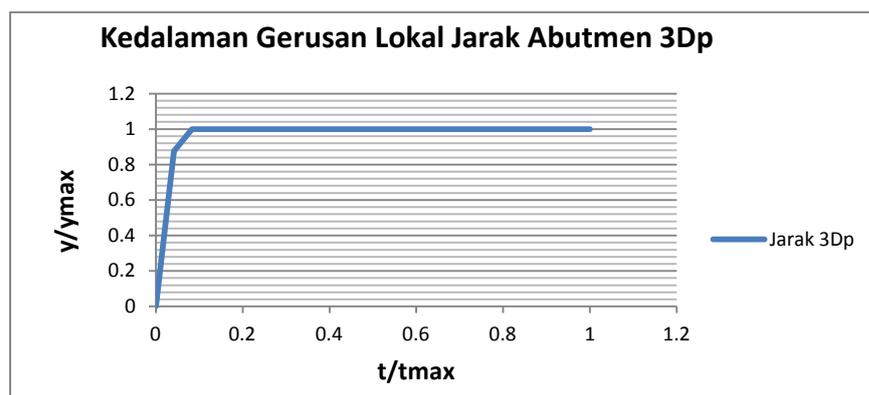
Keterangan

-  : Posisi abutmen dari tampang atas  
 : Arah Aliran

Berdasarkan hasil pengukuran *point gauge* kedalaman gerusan didapat gambar kontur dari isometri seperti gambar di atas. Pola gerusan yang terjadi di sekitar abutmen berawal dari aliran yang berasal dari hulu yang terhalang adanya abutmen jembatan. Hal ini menyebabkan timbulnya pusaran yang terjadi akibat aliran yang membentur abutmen jembatan dan menjadi gaya tekan pada permukaan bagian depan abutmen. Gaya tekan tersebut menghasilkan aliran bawah yang mengikis dasar saluran sehingga jadilah gerusan lokal di sekitar abutmen jembatan. Hal ini juga menyebabkan terjadinya penumpukan material dasar sedimen dibagian hilir abutmen.

### b) Jarak Abutmen 3Dp

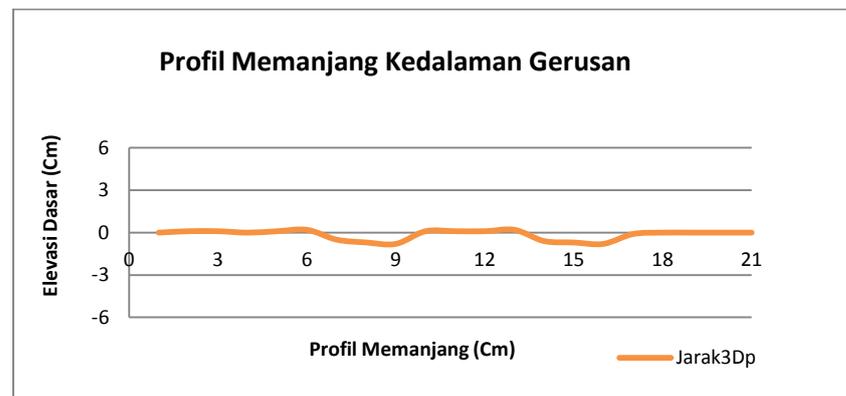
Pada pengamatan pemodelan abutmen jarak abutmen 3 Dp, kita dapat memperoleh gerusan *maximum* terjadi pada bagian hulu model abutmen pada menit ke 10 dengan kedalam gerusan -8 mm. Setelah menit ke 10 data yang didapat tidak mengalami perubahan sampai menit ke 120, yang berarti gerusan telah berada pada batas maksimum dan keadaan gerusan telah mencapai kesetimbangan. Untuk hubungan antara gerusan maksimum (  $Y/Y_{max}$  ) dengan waktu (  $t/t_{max}$  ) untuk debit yang sama yaitu (  $Q$  ) = 0,908 lt/det tersebut digambarkan pada grafik sebagai berikut :



Gambar 17. Hubungan Kedalaman Gerusan *Maximum* Terhadap Waktu Pada Model Abutmen Jarak 3Dp

Grafik di atas menunjukkan bahwa pada menit-menit pertama terlihat gerusan yang cukup besar disekitar abutmen. Hal ini terjadi karena aliran air yang belum stabil dan menyebabkan gelombang yang cukup besar untuk menggerakkan sedimen. Setelah menempuh 10 menit aliran mulai stabil atau telah mencapai titik kesetimbangan yang mengakibatkan gerusan yang terjadi di sekitar abutmen jembatan semakin kecil bahkan

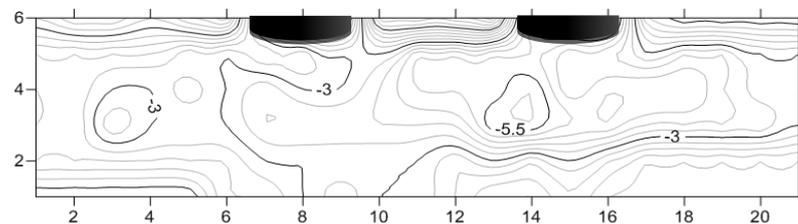
tidak lagi mengalami penambahan kedalaman gerusan. Akan tetapi pada tipe pemodelan menggunakan jarak 3 Dp ini hasil yang didapat sama dengan pemodelan dengan jarak 2 Dp. Gerusan yang terjadi pada pemodelan ini memiliki kedalaman gerusan yang sama dibandingkan dengan abutmen dengan jarak 2 Dp. Kedalaman gerusan maksimum pada abutmen dengan jarak abutmen 3 Dp adalah -8 mm hasilnya sama dengan kedalaman gerusan maksimum pada model abutmen jarak 2 Dp yaitu -8 mm.



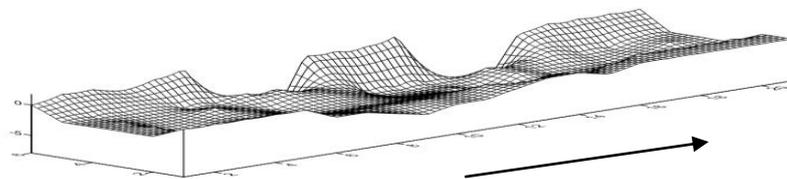
Gambar 18. Hubungan Kedalaman Gerusan Dengan Kecepatan Geser Pada Model Abutmen Jarak 3Dp.

Setelah running selesai dilakukan selama 120 menit, maka dilakukan pengukuran kontur, bentuk dan tampak. Pengukuran ini dilakukan dengan alat yang bernama *point gauge* yang berfungsi untuk mengukur kedalaman gerusan yang terjadi di sekitar abutmen. Pengambilan koordinat kontur yaitu untuk X searah aliran, sedangkan Y tegak lurus aliran (horizontal) dan Z tegak lurus arah aliran (vertikal). Kedalaman gerusan (arah Z) diukur dengan interval jarak sebesar 2 cm untuk arah X maupun arah Y. Hasil pembacaan *point gauge* menghasilkan

titik-titik kedalaman (arah Z) setiap koordinat arah X arah Y dipermukaan material dasar dengan pola gerusan yang berbeda untuk setiap variasi pemodelan. Selanjutnya data-data yang telah terbaca diolah untuk mendapatkan gambar kontur dan isometri gerusan dengan menggunakan program Surver. Hasil pengukuran dan pengamatan pemodelan abutmen jarak 3Dp dengan debit (Q)= 0,908 lt/det adalah sebagai berikut :



Gambar 29. Kontur Pola Gerusan pada Model Abutmen Jarak 3Dp



Gambar 20. Isometri Pola Gerusan Pada Model Abutmen Jarak 3Dp

#### Keterangan

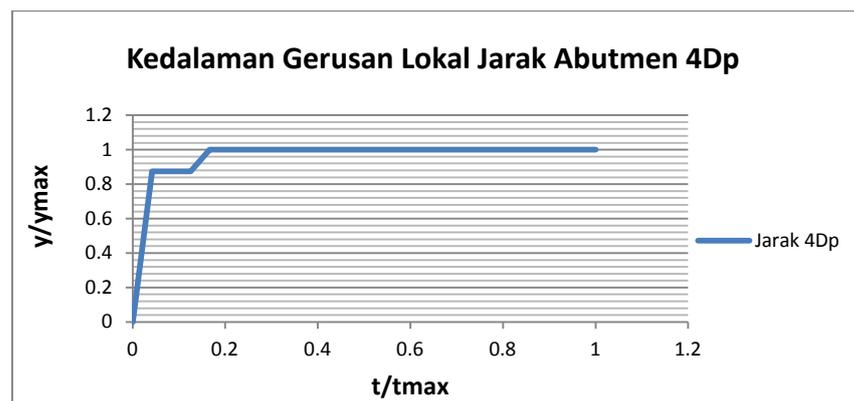
-  : Posisi abutmen dari tampak atas
-  : Arah Aliran

Berdasarkan hasil pengukuran *point gauge* kedalaman gerusan didapat gambar kontur dari isometri seperti gambar di atas. Pola gerusan yang terjadi di sekitar abutmen berawal dari aliran yang berasal dari hulu yang terhalang adanya abutmen jembatan. Hal ini menyebabkan timbulnya pusaran yang terjadi akibat aliran yang membentur abutmen jembatan dan menjadi gaya tekan pada permukaan bagian depan abutmen. Gaya tekan

tersebut menghasilkan aliran bawah yang mengikis dasar saluran sehingga jadilah gerusan lokal di sekitar abutmen jembatan. Hal ini juga menyebabkan terjadinya penumpukan material dasar sedimen dibagian hilir abutmen.

c) **Jarak Abutmen 4Dp**

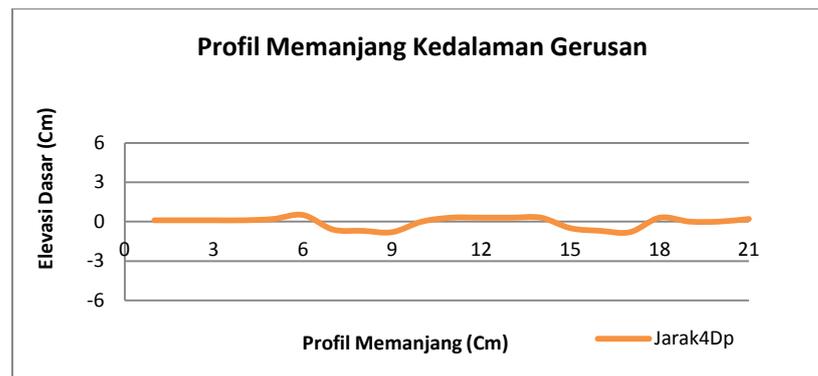
Pada pengamatan pemodelan abutmen jarak abutmen 4 Dp, kita dapat memperoleh gerusan *maximum* terjadi pada bagian hulu bagian abutmen pada menit ke 15 dengan kedalaman gerusan -8 cm. Setelah menit ke 15 data yang didapat tidak mengalami perubahan sampai menit ke 120, hal itu berarti gerusan telah berada pada batas *maximum* dan keadaan gerusan telah mencapai kesetimbangan. Untuk hubungan antara gerusan *maximum* ( $y/y_{max}$ ) dengan waktu ( $t/t_{max}$ ) untuk debit yang sama yaitu ( $Q$ )= 0,908 lt/det tersebut digambarkan pada grafik sebagai berikut.



Gambar 21. Hubungan Kedalaman Gerusan *Maximum* Terhadap Waktu Pada Model Abutmen Jarak 4Dp

Grafik di atas menunjukkan bahwa menit-menit pertama terlihat gerusan yang cukup besar di sekitar abutmen. Hal ini terjadi karena aliran

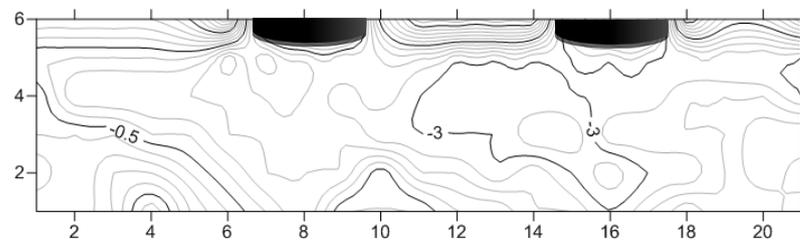
air yang belum stabil dan menyebabkan gelombang yang cukup untuk menggerakkan sedimen. Setelah menempuh 15 menit aliran mulai stabil atau telah mencapai titik kesetimbangan yang mengakibatkan gerusan yang terjadi di sekitar lokal abutmen jembatan semakin kecil bahkan tidak lagi mengalami pertambahan kedalaman gerusan. Pada tipe pemodelan ini terlihat kedalaman gerusan terlihat stabil, dimana pada 15 menit awal kedalaman gerusan relatif besar dan setelah menit ke 15 sampai dengan akhir yaitu menit ke 120 kedalaman gerusan tidak mengalami perubahan yaitu -8 mm.



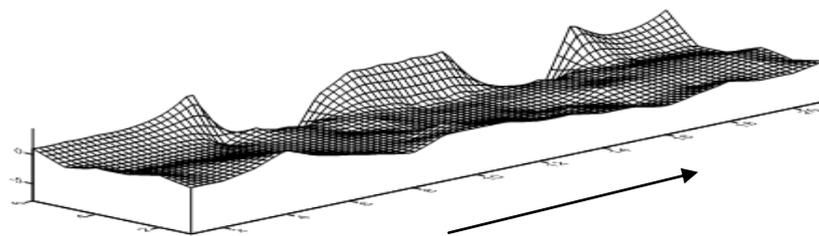
Gambar 22. Hubungan Kedalaman Gerusan Dengan Kecepatan Geser Pada Model Abutmen Jarak 4Dp.

Setelah running selesai dilakukan selama 120 menit, maka dilakukan pengukuran kontur, bentuk dan tampak. Pengukuran ini dilakukan dengan alat yang bernama *point gauge* yang berfungsi untuk mengukur kedalaman gerusan yang terjadi di sekitar abutmen. Pengambilan koordinat kontur yaitu untuk X searah aliran, sedangkan Y tegak lurus aliran (horizontal) dan Z tegak lurus arah aliran (vertikal). Kedalaman gerusan (arah Z) diukur dengan interval jarak sebesar 2 cm

untuk arah X maupun arah Y. Hasil pembacaan *point gauge* menghasilkan titik-titik kedalaman (arah Z) setiap koordinat arah X arah Y dipermukaan material dasar dengan pola gerusan yang berbeda untuk setiap variasi pemodelan. Selanjutnya data-data yang telah terbaca diolah untuk mendapatkan gambar kontur dan isometri gerusan dengan menggunakan program Surver. Hasil pengukuran dan pengamatan pemodelan abutmen Jarak 4Dp dengan debit (Q)= 0,908 lt/det adalah sebagai berikut :



Gambar 23. Kontur Pola Gerusan Pada Model Abutmen Jarak 4Dp



Gambar 24. Isometri Pola Gerusan Pada Model Abutmen Jarak 4Dp

Keterangan

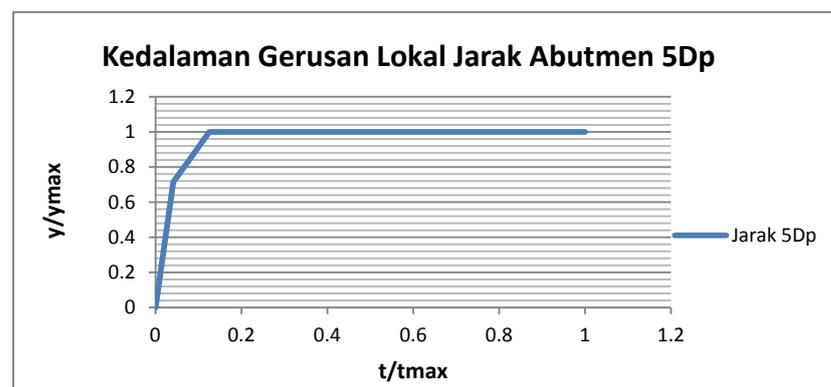
-  : Posisi abutmen dari tampang atas  
 : Arah Aliran

Berdasarkan hasil pengukuran *point gauge* kedalaman gerusan didapat gambar kontur dari isometri seperti gambar di atas. Pola gerusan yang terjadi di sekitar abutmen berawal dari aliran yang berasal dari hulu yang terhalang adanya abutmen jembatan. Hal ini menyebabkan timbulnya

pusaran yang terjadi akibat aliran yang membentur abutmen jembatan dan menjadi gaya tekan pada permukaan bagian depan abutmen. Gaya tekan tersebut menghasilkan aliran bawah yang mengikis dasar saluran sehingga jadilah gerusan lokal di sekitar abutmen jembatan. Hal ini juga menyebabkan terjadinya penumpukan material dasar sedimen dibagian hilir abutmen.

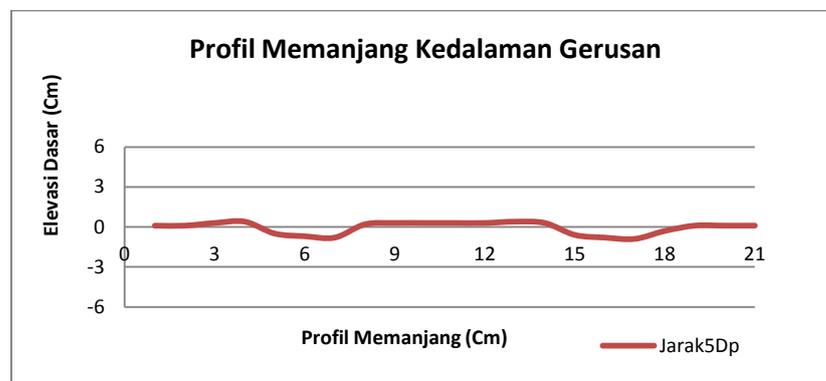
#### d) Jarak Abutmen 5Dp

Pada pengamatan pemodelan abutmen jarak abutmen 5 Dp, kita dapat memperoleh gerusan *maximum* terjadi pada bagian hulu sungai pada menit ke 15 dengan kedalaman -7 mm. Setelah menit ke 15 data yang didapat tidak mengalami perubahan sampai menit ke 120, hal itu berarti gerusan telah berada pada batas *maximum* dan keadaan gerusan telah mencapai kesetimbangan. Untuk hubungan antara gerusan *maximum* ( $y/y_{max}$ ) dengan waktu ( $t/t_{max}$ ) untuk debit yang sama yaitu ( $Q$ )= 0,908 lt/det tersebut digambarkan pada grafik sebagai berikut :



Gambar 25. Hubungan Kedalaman Gerusan Maksimum Terhadap Waktu Pada Model Abutmen Jarak 5Dp

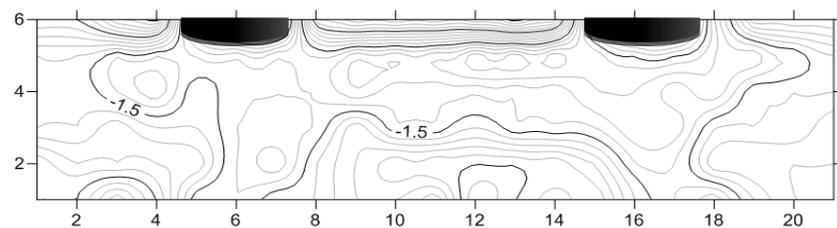
Grafik di atas menunjukkan bahwa menit-menit pertama terlihat mengalami gerusan yang cukup besar di sekitar abutmen. Hal ini terjadi karena aliran air yang belum stabil dan menyebabkan gelombang yang cukup untuk menggerakkan sedimen. Setelah menempuh 10 menit aliran mulai stabil atau telah mencapai titik kesetimbangan yang mengakibatkan gerusan yang terjadi di sekitar local abutmen jembatan semakin kecil bahkan tidak lagi mengalami penambahan kedalaman gerusan. Pada tipe pemodelan ini terlihat kedalaman gerusan terlihat stabil, dari 110 menit terakhir, dan pada 10 menit awal kedalaman gerusan relatif besar dan setelah menit ke 10 sampai dengan akhir yaitu menit ke 120 mencapai kedalaman gerusan *maximum* yaitu -8 mm



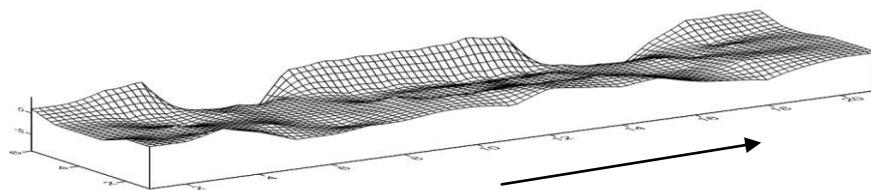
Gambar 26. Hubungan Kedalaman Gerusan Dengan Kecepatan Geser Pada Model Abutmen Jarak 5Dp.

Setelah running selesai dilakukan selama 120 menit, maka dilakukan pengukuran kontur, bentuk dan tampak. Pengukuran ini dilakukan dengan alat yang bernama *point gauge* yang berfungsi untuk mengukur kedalaman gerusan yang terjadi di sekitar abutmen. Pengambilan koordinat kontur yaitu untuk X searah aliran, sedangkan Y

tegak lurus aliran (horizontal) dan Z tegak lurus arah aliran (vertikal). Kedalaman gerusan (arah Z) diukur dengan interval jarak sebesar 2 cm untuk arah X maupun arah Y. Hasil pembacaan *point gauge* menghasilkan titik-titik kedalaman (arah Z) setiap koordinat arah X arah Y dipermukaan material dasar dengan pola gerusan yang berbeda untuk setiap variasi pemodelan. Selanjutnya data-data yang telah terbaca diolah untuk mendapatkan gambar kontur dan isometri gerusan dengan menggunakan program Surver. Hasil pengukuran dan pengamatan pemodelan abutmen Jarak 5Dp dengan debit (Q)= 0,908 lt/det adalah sebagai berikut :



Gambar 27. Kontur Pola Gerusan Pada Model Abutmen Dengan Jarak 5Dp



Gambar 28. Isometri Pola Gerusan Pada Model Abutmen Jarak 5Dp

Keterangan

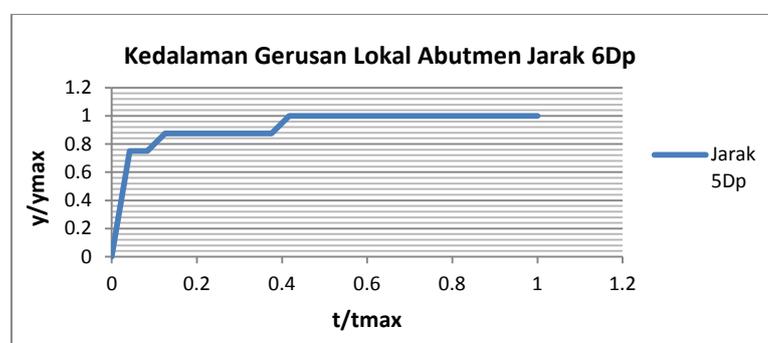
-  : Posisi abutmen dari tampang atas  
 : Arah Aliran

Berdasarkan hasil pengukuran *point gauge* kedalaman gerusan didapat gambar kontur dari isometri seperti gambar di atas. Pola gerusan yang terjadi di sekitar abutmen berawal dari aliran yang berasal dari hulu

yang terhalang adanya abutmen jembatan. Hal ini menyebabkan timbulnya pusaran yang terjadi akibat aliran yang membentur abutmen jembatan dan menjadi gaya tekan pada permukaan bagian depan abutmen. Gaya tekan tersebut menghasilkan aliran bawah yang mengikis dasar saluran sehingga jadilah gerusan lokal di sekitar abutmen jembatan. Hal ini juga menyebabkan terjadinya penumpukan material dasar sedimen dibagian hilir abutmen.

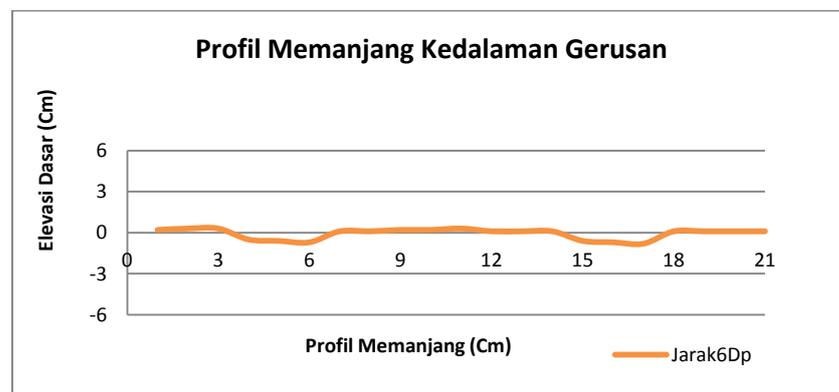
e) **Jarak Abutmen 6Dp**

Pada pengamatan pemodelan abutmen jarak abutmen 6 Dp, kita dapat memperoleh gerusan *maximum* terjadi pada bagian hulu abutmen pada menit ke 50 dengan kedalaman gerusan -8 mm. Setelah menit ke 50 data yang didapat tidak mengalami perubahan sampai dengan menit ke 120, hal ini berarti gerusan telah berada pada batas *maximum* dan keadaan gerusan telah mencapai pada titik kesetimbangan. Untuk hubungan antara gerusan *maximum* (  $y/y_{max}$  ) dengan waktu (  $t/t_{max}$  ) untuk debit yang sama yaitu (Q)= 0,908 lt/det tersebut digambarkan pada grafik sebagai berikut:



Gambar 29. Hubungan Kedalaman Gerusan *Maximum* Terhadap Waktu Pada Model Abutmen Jarak 6Dp

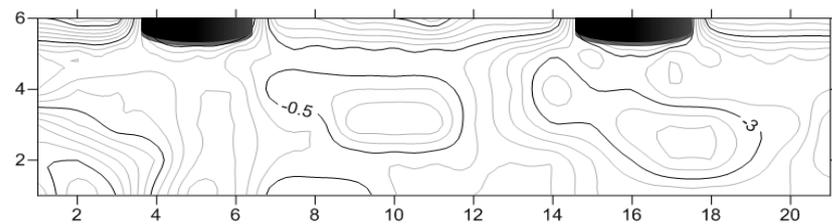
Grafik di atas menunjukkan bahwa pada menit-menit pertama terlihat gerusan yang cukup dalam di sekitar abutmen jembatan. Hal ini terjadi karena adanya gelombang yang cukup besar yang dihasilkan oleh aliran air yang belum stabil sehingga membuat sedimen berpindah tempat. Setelah menempuh 50 menit kedalaman gerusan sudah mulai mengalami kestabilan. Pada menit-menit pertama kedalaman gerusan mengalami perubahan yang cukup besar. Pada tipe pemodelan ini terlihat kedalaman gerusan terlihat stabil, dimana pada 10 menit dan 45 menit awal kedalaman gerusan mengalami perubahan sedikit dan setelah menit ke 50 sampai dengan menit ke 120 kedalaman gerusan juga sama yaitu -8 mm.



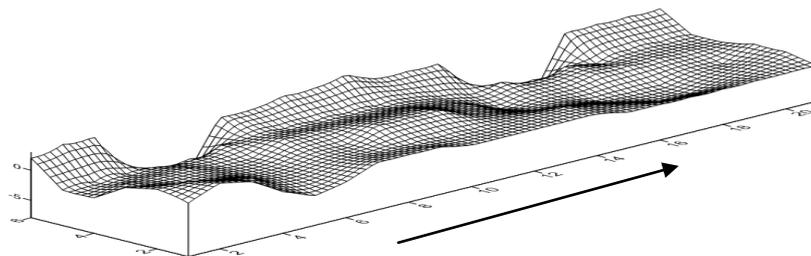
Gambar 30. Hubungan Kedalaman Gerusan Dengan Kecepatan Geser Pada Model Abutmen Jarak 6Dp.

Setelah running selesai dilakukan selama 120 menit, maka dilakukan pengukuran kontur, bentuk dan tampak. Pengukuran ini dilakukan dengan alat yang bernama *point gauge* yang berfungsi untuk mengukur kedalaman gerusan yang terjadi di sekitar abutmen. Pengambilan koordinat kontur yaitu untuk X searah aliran, sedangkan Y

tegak lurus aliran (horizontal) dan Z tegak lurus arah aliran (vertikal). Kedalaman gerusan (arah Z) diukur dengan interval jarak sebesar 2 cm untuk arah X maupun arah Y. Hasil pembacaan *point gauge* menghasilkan titik-titik kedalaman (arah Z) setiap koordinat arah X arah Y dipermukaan material dasar dengan pola gerusan yang berbeda untuk setiap variasi pemodelan. Selanjutnya data-data yang telah terbaca diolah untuk mendapatkan gambar kontur dan isometri gerusan dengan menggunakan program Surver. Hasil pengukuran dan pengamatan pemodelan abutmen jarak 6Dp dengan debit (Q)= 0,908 lt/det adalah sebagai berikut :



Gambar 31. Kontur Pola Gerusan Pada Model Abutmen Jarak 6Dp



Gambar 32. Isometri Pola Gerusan pada Model Abutmen Jarak 6Dp

Keterangan

-  : Posisi abutmen dari tampang atas  
 : Arah Aliran

Berdasarkan hasil pengukuran *point gauge* kedalaman gerusan didapat gambar kontur dari isometri seperti gambar di atas. Pola gerusan

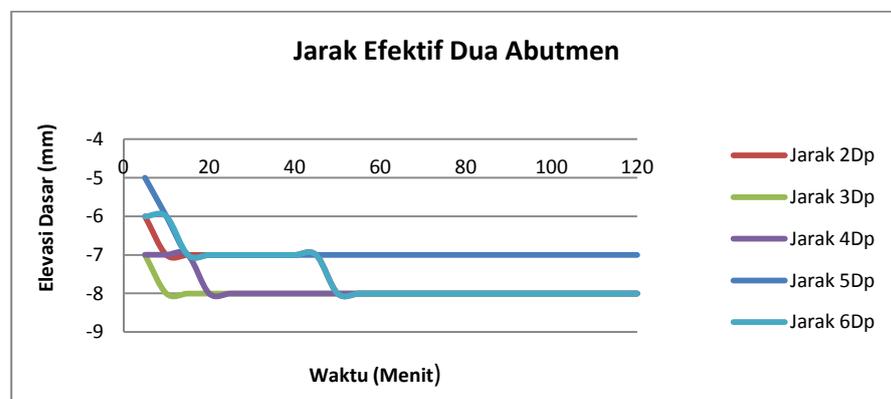
yang terjadi di sekitar abutmen berawal dari aliran yang berasal dari hulu yang terhalang adanya abutmen jembatan. Hal ini menyebabkan timbulnya pusaran yang terjadi akibat aliran yang membentur abutmen jembatan dan menjadi gaya tekan pada permukaan bagian depan abutmen. Gaya tekan tersebut menghasilkan aliran bawah yang mengikis dasar saluran sehingga jadilah gerusan lokal di sekitar abutmen jembatan. Hal ini juga menyebabkan terjadinya penumpukan material dasar sedimen dibagian hilir abutmen.

#### **5. Jarak Efektif Dua Abutmen Jembatan**

Pada pengamatan pemodelan jarak abutmen, kita dapat memperoleh gerusan yang paling *minimum* yaitu pada pemodelan jarak 5Dp terjadi pada Titik A. Kedalaman profil gerusan dengan jarak dua abutmen 5Dp pada menit ke 15 sudah mencapai kedalaman maksimal dengan kedalaman -7 mm. Setelah menit ke 15 data yang didapat tidak mengalami perubahan sampai menit ke 120, hal itu berarti gerusan telah berada pada batas *maximum* dan keadaan gerusan telah mencapai kesetimbangan. Penelitian ini menghasilkan gerusan yang cukup besar di sekitar abutmen pada menit-menit pertama. Hal ini terjadi karena aliran air yang belum stabil dan menyebabkan gelombang yang cukup untuk menggerakkan sedimen.

Setelah running selesai dilakukan selama 120 menit setiap kali percobaan, maka dilakukan pengukuran kontur, bentuk dan tampak. Pengukuran ini dilakukan dengan alat yang bernama *point gauge* yang

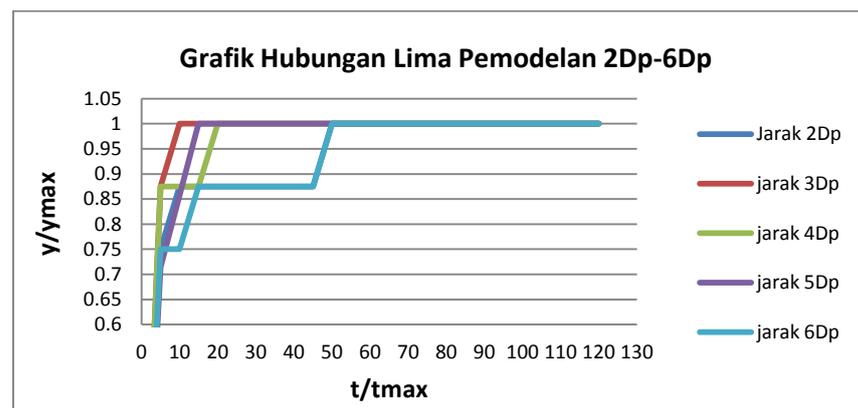
berfungsi untuk mengukur kedalaman gerusan yang terjadi di sekitar abutmen. Pengambilan koordinat kontur yaitu untuk X searah aliran, sedangkan Y tegak lurus aliran (horizontal) dan Z tegak lurus arah aliran (vertikal). Kedalaman gerusan (arah Z) diukur dengan interval jarak sebesar 2 cm untuk arah X maupun arah Y. Hasil pembacaan *point gauge* menghasilkan titik-titik kedalaman (arah Z) setiap koordinat arah X arah Y dipermukaan material dasar dengan pola gerusan yang berbeda untuk setiap variasi pemodelan. Selanjutnya data-data yang telah terbaca diolah untuk mendapatkan gambar kontur dan isometri gerusan dengan menggunakan program Surver. Dan jarak abutmen 5Dp mengalami kedalaman gerusan -7mm hasil ini menunjukkan gerusan paling minimum dibandingkan dengan pemodelan yang lain.



Gambar 33. Hubungan Kedalaman Gerusan *Maximum* Terhadap Waktu

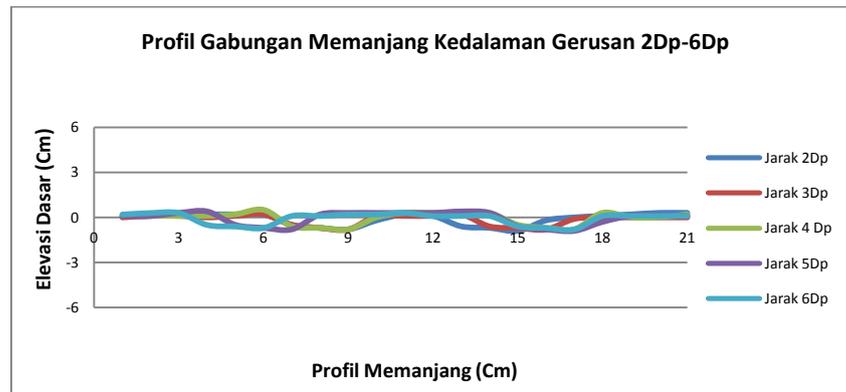
## 6. Variasi Gabungan Penempatan Jarak Abutmen

Berikut ini adalah gabungan grafik antara kedalaman gerusan maksimum ( $Y/Y_{max}$ ) kelima pemodelan dengan waktu untuk debit yang sama yaitu ( $Q$ )= 0,908 lt/det.



Gambar 34. Gabungan Hubungan Kedalaman Gerusan *Maximum* Terhadap Waktu Pada Model Abutmen

Dapat dibuktikan pada grafik diatas dengan 5 kali percobaan variasi jarak abutmen, jarak abutmen 5Dp mengalami gerusan paling kecil -7mm sedangkan jarak percobaan yang lain mencapai kedalaman gerusan hingga -8mm. Hal ini membuktikan bahwa semakin jauh jarak antar abutmen tidak menjadi jaminan kedalaman gerusan semakin kecil. Pada grafik ini dapat dilihat pengaplikasian jarak abutmen tidak selalu mengurangi kedalaman gerusan. Akan tetapi dapat dipastikan pemberian jarak atau spasi antar abutmen dapat mengurangi kedalaman gerusan di sekitar abutmen jembatan.



Gambar 35. Gabungan Hubungan Kedalaman Gerusan Dengan Kecepatan Geser

Dari perbandingan pola gerusan pada grafik hubungan kedalaman gerusan dengan kecepatan geser pada model dua abutmen jarak 2Dp-6Dp dapat dibuktikan pada grafik diatas dengan 5 kali percobaan variasi jarak abutmen, jarak abutmen 5Dp mengalami gerusan paling kecil -7mm sedangkan jarak percobaan yang lain mencapai kedalaman gerusan hingga -8mm. Hal ini membuktikan bahwa semakin jauh jarak antar abutmen tidak menjadi jaminan kedalaman gerusan semakin kecil. Pada grafik ini dapat dilihat pengaplikasian jarak abutmen tidak selalu mengurangi kedalaman gerusan. Akan tetapi dapat dipastikan pemberian jarak atau spasi antar abutmen dapat mengurangi kedalaman gerusan di sekitar abutmen jembatan.

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **A. Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, maka dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Pengaruh penempatan jarak abutmen untuk mengurangi kedalaman gerusan yang terjadi di sekitar abutmen jembatan. Penempatan jarak efektif dua abutmen tidak begitu mempengaruhi kedalaman gerusan yang terjadi di sekitar abutmen. Variasi jarak pemodelan abutmen sedikit berpengaruh dengan kedalaman gerusan lokal pada abutmen jembatan, sedikit berpengaruh dengan kedalaman gerusan pada sekitar abutmen jembatan.
2. Dengan 5 kali percobaan variasi jarak dua abutmen, jarak abutmen 5Dp mengalami gerusan paling kecil -7mm sedangkan pemodelan jarak yang lain mencapai kedalaman gerusan hingga -8mm. Hal ini membuktikan bahwa semakin jauh jarak antar abutmen tidak menjadi jaminan kedalaman gerusan semakin kecil.

#### **B. Saran**

Berdasarkan hasil dan pembahasan pada bab sebelumnya, maka saran yang dapat disampaikan penulis adalah sebagai berikut :

1. Perlu dilakukan penelitian lanjutan mengenai gerusan lokal dan pengaruh penempatan jarak dua abutmen untuk mendapatkan hasil yang sempurna.
2. Melakukan penelitian lanjutan mengenai gerusan lokal dengan model abutmen yang berbeda.
3. Perlu dilakukan penelitian lanjutan mengenai bangunan pengaman abutmen jembatan.

Dapat dibuktikan pada grafik diatas. Pada grafik ini dapat dilihat pengaplikasian jarak abutmen tidak selalu mengurangi kedalaman gerusan. Akan tetapi dapat dipastikan pemberian jarak atau spasi antar abutmen dapat mengurangi kedalaman gerusan di sekitar jembatan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Breuser, H.N.C., dan Raud kivi, A.J (1991).”*Scouring*:. Rotterdam: A.A.Balkema
- Direktur Jendral Pengairan, (1986), “**Standar Perencanaan Irigasi**”, Jakarta  
Direktur Jendral Pengairan.
- Jaji Abdurrosyid dan Achmad Karim Fatchan (2009), “**Scour Near Spill-Through Type Abutment Clear-Water Scour Condition For Multi-Section Channels**”. *Jurnal Teknik Sipil ITS*. Hal 28-35
- Joko Nugroho, dkk (2011).”**Perbandingan Gerusan Lokal Yang Terjadi di Sekitar Abutmen Dinding Vertikal Tanpa Sayap dan dengan Sayap pada Saluran Lurus, Tikungan 90°, dan 180° (Kajian Laboratorium)**”. *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan Insitut Teknologi Bandung*. Halaman 41-54
- Lutjito (2010), “**Hidrolika Saluran Terbuka**” *Pendidikan Teknik Sipil dan Perencanaan FT UNY Yogyakarta*
- Lutjito dan Sudiyono AD (2012), “**Pengendalian Gerusan Di Sekitar Abutmen Jembatan**”. *Jurnal Pendidikan Teknik Sipil dan Perencanaan FT UNY Yogyakarta*. Hal 55-64
- Ranga Raju, K.G., (1986),”**Aliran Melalui Saluran Terbuka,**” University Of Roorkee.
- Rawiyah Th. Husnan, dan Bambang Yulistiyanto (2007), “**Gerusan Lokal disekitar Dua Abutmen Jembatan**”. *Jurnal Dinamika Teknik Sipil UGM Yogyakarta* .
- Sucipto (2010). “**Analisis Gerusan Lokal di Sekitar Semi-Circular-End Abutment dengan Perlindungan Groudsill Pada Froud Number (Fr) 0,2**”. *Jurnal Teknik Sipil dan Perencanaan UNNES*

# LAMPIRAN

**Tabel 3. Kedalaman Profil Gerusan Dengan Jarak Dua Abutmen 2Dp**

Jarak Abutmen a: 2Dp				
No	Waktu	A	B	C
	Menit	dy (mm)	dy (mm)	dy (mm)
1	5	-6	2	4
2	5	-7	2	4
3	5	-7	2	4
4	5	-7	2	4
5	5	-7	2	4
6	5	-7	2	4
7	5	-7	2	4
8	5	-7	2	4
9	5	-7	2	4
10	5	-8	2	4
11	5	-8	2	4
12	5	-8	2	4
13	10	-8	2	4
14	10	-8	2	4
15	10	-8	2	4
16	10	-8	2	4
17	10	-8	2	4
18	10	-8	2	4

**Tabel 4. Kedalaman Profil Gerusan Dengan Jarak Dua Abutmen 3Dp**

Jarak Abutmen a: 3Dp				
No	Waktu	A	B	C
	Menit	dy (mm)	dy (mm)	dy (mm)
1	5	-7	2	0
2	5	-8	2	0
3	5	-8	2	0
4	5	-8	2	0
5	5	-8	2	0
6	5	-8	2	0
7	5	-8	2	0
8	5	-8	2	0
9	5	-8	2	0
10	5	-8	2	0
11	5	-8	2	0
12	5	-8	2	0
13	10	-8	1	0
14	10	-8	1	0
15	10	-8	1	0
16	10	-8	1	0
17	10	-8	1	0
18	10	-8	1	0

**Tabel 5. Kedalaman Profil Gerusan Dengan Jarak Dua Abutmen 4Dp**

Jarak Abutmen a: 4Dp				
No	Waktu	A	B	C
	Menit	dy (mm)	dy (mm)	dy (mm)
1	5	-7	3	3
2	5	-7	3	3
3	5	-7	3	3
4	5	-8	3	3
5	5	-8	3	3
6	5	-8	3	3
7	5	-8	3	3
8	5	-8	3	3
9	5	-8	3	3
10	5	-8	3	3
11	5	-8	3	3
12	5	-8	2	3
13	10	-8	2	3
14	10	-8	2	2
15	10	-8	2	2
16	10	-8	2	2
17	10	-8	2	2
18	10	-8	2	2

**Tabel 6. Kedalaman Profil Gerusan Dengan Jarak Dua Abutmen 5Dp**

Jarak Abutmen a: 5Dp				
No	Waktu	A	B	C
	Menit	dy (mm)	dy (mm)	dy (mm)
1	5	-5	3	3
2	5	-6	3	3
3	5	-7	3	3
4	5	-7	3	3
5	5	-7	3	3
6	5	-7	3	3
7	5	-7	3	3
8	5	-7	3	3
9	5	-7	3	3
10	5	-7	3	3
11	5	-7	3	3
12	5	-7	3	3
13	10	-7	3	3
14	10	-7	3	3
15	10	-7	3	3
16	10	-7	3	3
17	10	-7	3	3
18	10	-7	3	3

**Tabel 7. Kedalaman Profil Gerusan Dengan Jarak Dua Abutmen 6Dp**

Jarak Abutmen a: 6Dp				
No	Waktu	A	B	C
	Menit	dy (mm)	dy (mm)	dy (mm)
1	5	-6	4	4
2	5	-6	3	4
3	5	-7	3	4
4	5	-7	3	4
5	5	-7	3	4
6	5	-7	3	4
7	5	-7	3	4
8	5	-7	3	4
9	5	-7	3	4
10	5	-8	3	4
11	5	-8	3	4
12	5	-8	3	4
13	10	-8	3	3
14	10	-8	3	3
15	10	-8	3	3
16	10	-8	3	3
17	10	-8	3	3
18	10	-8	3	3

**Tabel 8. Titik Kontur Profil Gerusan Dengan Jarak Dua Abutmen 2Dp**

Percobaan I Jarak Abutmen a: 2Dp						
NO	A	B	C	D	E	F
1	0	-1	-1	1	0	1
2	0	0	0	-1	0	1
3	-1	-1	-1	0	-1	2
4	-1	1	-1	-1	-1	2
5	-1	0	0	-1	-1	2
6	0	0	-2	-1	-1	2
7	-1	-1	-2	-1	-2	-5
8	-2	-1	-2	-1	-2	-7
9	-1	-1	-2	-3	-2	-8
10	0	1	-2	-3	-2	-2
11	0	1	-2	-3	-3	2
12	0	1	-2	-3	-1	1
13	0	-1	-4	-3	-2	-6
14	0	-3	-4	-3	-2	-7
15	-1	-2	-3	-3	-2	-9
16	-1	-1	-2	-2	-2	-2
17	0	-1	-2	-2	-2	0
18	0	-1	-1	-2	0	1
19	1	0	-1	-1	0	2
20	0	1	-1	-1	-2	3
21	1	1	0	-1	-1	3

**Tabel 9. Titik Kontur Profil Gerusan Dengan Jarak Dua Abutmen 3Dp**

Percobaan I Jarak Abutmen a: 3Dp						
NO	A	B	C	D	E	F
1	0	-2	-2	-2	-2	0
2	0	-2	-2	-2	-2	1
3	0	-2	-4	-3	-2	1
4	0	-2	-3	-3	-2	0
5	0	-2	-3	-2	-3	1
6	-1	-2	-3	-3	-3	2
7	-2	-3	-4	-4	-2	-5
8	-3	-3	-4	-3	-2	-7
9	-4	-3	-4	-3	-3	-8
10	-3	-3	-4	-4	-3	1
11	-3	-3	-4	-5	-5	1
12	-2	-2	-4	-5	-5	1
13	-1	-3	-6	-5	-5	2
14	-1	-2	-6	-6	-5	-6
15	-2	-3	-5	-4	-4	-7
16	-1	-2	-5	-5	-4	-8
17	-1	-1	-4	-5	-3	-1
18	-1	-1	-4	-5	-4	0
19	-1	-1	-4	-4	-4	0
20	-1	-1	-4	-3	-3	0
21	-1	-1	-3	-3	-3	0

**Tabel 10. Titik Kontur Profil Gerusan Dengan Jarak Dua Abutmen 4Dp**

Percobaan I Jarak Abutmen a: 4Dp						
NO	A	B	C	D	E	F
1	0	1	0	0	-1	1
2	0	0	0	-2	-1	1
3	1	1	0	-2	-1	1
4	3	1	-1	-2	-1	1
5	1	0	-1	-2	-1	2
6	0	-1	-2	-2	-3	5
7	-1	-2	-2	-2	-1	-6
8	-2	-2	-2	-2	-2	-7
9	0	-2	-2	-3	-2	-8
10	0	0	-3	-2	-2	0
11	0	-2	-3	-3	-2	3
12	-1	-2	-3	-3	-3	3
13	-1	-3	-3	-3	-3	3
14	-2	-2	-4	-3	-3	3
15	-2	-3	-4	-3	-3	-5
16	-3	-4	-2	-3	-3	-7
17	-2	-3	-2	-3	-3	-8
18	-1	-3	-2	-2	-3	3
19	-2	-2	-2	-2	-3	0
20	-2	-1	-1	-2	-3	0
21	-1	-2	-1	-3	-3	2

**Tabel 11. Titik Kontur Profil Gerusan Dengan Jarak Dua Abutmen 5Dp**

Percobaan I Jarak Abutmen a: 5Dp						
NO	A	B	C	D	E	F
1	1	1	-1	-1	-1	1
2	1	0	-1	-1	-1	1
3	3	0	0	-2	-2	3
4	1	0	-1	-3	-2	4
5	-2	0	-1	-1	-2	-5
6	-2	-2	-2	-2	-2	-7
7	-1	-3	-2	-2	-2	-8
8	-1	-1	-2	-2	-2	2
9	0	1	0	-3	-3	3
10	0	1	-2	-2	-3	3
11	-1	1	-2	-2	-3	3
12	2	1	-1	-2	-4	3
13	1	1	-2	-2	-4	4
14	0	1	-2	-2	-4	3
15	1	0	-2	-3	-3	-6
16	-1	-2	-3	-3	-4	-8
17	-2	-2	-3	-2	-4	-9
18	-3	0	-1	-3	-3	-3
19	-1	0	-1	-1	-3	1
20	0	0	-1	-1	-2	1
21	0	0	0	-1	-1	1

**Tabel 12. Titik Kontur Profil Gerusan Dengan Jarak Dua Abutmen 6Dp**

Percobaan I Jarak Abutmen a: 6Dp						
NO	A	B	C	D	E	F
1	1	2	1	-2	-2	2
2	3	2	0	-1	-2	3
3	2	1	-1	-1	-2	3
4	-1	0	-1	-1	-2	-5
5	-3	-2	-2	-2	-2	-6
6	-2	-2	-2	-2	-1	-7
7	0	-1	-1	0	-1	1
8	0	-1	-1	0	-1	1
9	0	-1	1	0	-1	2
10	-1	-1	1	0	-1	2
11	-1	-1	1	0	-1	3
12	-1	-1	-1	-1	-1	1
13	-1	-1	-2	-2	-2	1
14	-1	-1	-3	-4	-3	1
15	-2	-2	-3	-3	-2	-6
16	-2	-3	-4	-3	-3	-7
17	-2	-4	-4	-2	-2	-8
18	-2	-4	-4	-2	-3	1
19	-2	-3	-3	-2	-2	1
20	-2	-2	-3	-2	-2	1
21	-2	-1	-1	-2	-2	1