

**ANALISIS NUMERIK PENGARUH ALIRAN DEBRIS TERHADAP GERUSAN LOKAL
PADA PILAR MENGGUNAKAN SOFTWARE iRIC: Nays 2DH 1.0**
(Studi Kasus Pilar Kapsul dan Pilar Tajam)

*Numeric Analysis of Local Scouring due to debris flow with software iRIC: Nays2DH 1.0
(Case Study Round nose pier and sharp nose pier)*

Faris Triyadhi², Puji Harsanto, Ph.D³, Jazaul Ikhsan, Ph.D⁴

INTISARI

Aliran debris pada umumnya terjadi pada sungai-sungai di daerah pegunungan. Tipe aliran ini merupakan aliran yang sangat berbahaya dan bersifat merusak. Hal ini terjadi karena aliran debris mempunyai kecepatan yang tinggi serta membawa campuran sedimen dan material lainnya. Banyaknya infrastruktur yang dibangun pada daerah sungai dengan pola aliran ini menjadikan perlunya penanganan khusus untuk menjaga keamanan.

Penelitian ini dilakukan di laboratorium dengan simulasi model numerik dengan lebar saluran 0,46 m, dan panjang saluran 5 m dengan kondisi aliran superkritik dan aliran seragam, slope saluran 0,0358 menggunakan debit aliran $Q = 0,0052 \text{ m}^3/\text{detik}$, dengan angka manning 0,0115 dan material yang digunakan berupa pasir dengan nilai $d_{50} = 0,975 \text{ mm}$, dan dilakukan running selama 3 menit.

Hasil penelitian menunjukkan gerusan maksimum terjadi pada sisi samping pilar kapsul dengan kedalaman gerusan 2,5 cm sedangkan kedalaman gerusan pada sisi samping pilar tajam sebesar 2,4 cm. Gerusan tersebut terjadi karena pengaruh perubahan pola aliran di sekitar pilar. Kecepatan aliran terbesar pada pilar kapsul yaitu 90 m/s dan kecepatan aliran terendah pada pilar kapsul sesesar 50 m/s sedangkan kecepatan aliran terbesar pada pilar tajam yaitu 88 m/s dan kecepatan terendah pada pilar tajam bernilai 66 m/s. Dilihat dari kedalaman gerusan, pilar kapsul dan pilar tajam memiliki gerusan yang hampir sama kedalaman gerusannya.

Kata Kunci: aliran debris, gerusan lokal, iRIC: Nays2DH 1.0, model matematik

¹ Disampaikan pada Seminar Tugas Akhir

² Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
NIM: 20130110395, e-mail: faristriyadi@gmail.com

³ Dosen Pembimbing I

⁴ Dosen Pembimbing II

1. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Aliran debris atau lahar dingin yang dikenal pada sungai-sungai gunung berapi merupakan aliran dari campuran air dan sedimen dengan berbagai ukuran. Aliran ini dikenal mempunyai kekuatan untuk menghancurkan dan kecepatan alirannya sangat cepat. Di Indonesia, aliran debris dikenal sebagai Banjir Bandang, merupakan bencana alam yang sangat berbahaya dan bersifat merusak banyak infrastruktur seperti pilar yang ada di jembatan. Gerusan yang

terjadi secara terus menerus menyebabkan tergerusnya dasar sungai. Proses gerusan dapat di akibatkan adanya perubahan morfologi sungai seperti penyempitan saluran sungai, konstruksi bangunan, dan lain-lain. Dalam perancangan konstruksi jembatan harus diperhitungkan beberapa aspek seperti aspek hidraulik sungai dan bentuk pilar yang akan memberikan pola aliran di sekitarnya. Jembatan yang mempunyai bentang panjang memerlukan kekuatan konstruksi, salah

satunya dengan membuat pilar jembatan dimana pilar jembatan akan berhubungan langsung dengan aliran sungai. Adanya pilar jembatan tersebut menyebabkan gerusan lokal di sekitar pilar jembatan. Pilar jembatan berfungsi sebagai tumpuan penyalur beban. Pemilihan bentuk dan juga dimensi pilar jembatan akan membuat pola aliran dan gerusan di sekitar jembatan menjadi berbeda. Dampak gerusan lokal tersebut harus diperhatikan karena dapat menyebabkan penurunan konstruksi jembatan yang mengurangi stabilitas keamanan struktur jembatan. Gerusan lokal pada pilar jembatan ini perlu dipelajari untuk mengetahui bentuk pilar jembatan yang dapat meminimalisasi gerusan lokal yang diharapkan mampu menjadi dasar dalam perencanaan dan perancangan bentuk pilar jembatan. Pada penelitian ini, simulasi menggunakan *software iRIC: Nays2DH 1.0* dengan mengadopsi data yang telah dimodelkan di laboratorium dengan kajian model pilar kapsul dan tajam.

B. Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dilakukannya penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana analisis kecepatan aliran, pola aliran dan juga gerusan lokal terhadap aliran debris disekitar pilar jembatan bentuk kapsul dan tajam menggunakan model matematik?
2. Bagaimana analisis kecepatan aliran, pola aliran dan juga elevasi dasar saluran pada gerusan lokal disekitar pilar jembatan bentuk kapsul dan tajam bila membandingkan antara model matematik dan model fisik?

C. Tujuan Penelitian

Adapun maksud dan tujuan dilakukannya penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. menganalisis kecepatan aliran, pola aliran dan juga gerusan lokal terhadap aliran debris disekitar pilar jembatan bentuk kapsul dan tajam menggunakan model matematik.
2. Membandingkan analisis model matematik dengan model fisik tentang kecepatan aliran, pola aliran dan juga elevasi dasar saluran pada gerusan lokal

disekitar pilar jembatan bentuk kapsul dan belah ketupat.

D. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Memberikan pengetahuan mengenai gerusan lokal yang terjadi pada pilar jembatan dengan bentuk kapsul dan tajam. Pada analisis model matematik
2. Memberikan pengetahuan tentang model matematik menggunakan *software iRIC: Nays2HD 1.0*.

E. Batasan Masalah

Penelitian ini mengarah pada latar belakang dan permasalahan yang telah di rumuskan, maka dibuat batasan-batasan masalah guna membatasi ruang lingkup penelitian, antara lain :

1. Penelitian ini menggunakan *software iRic:Nays2HD 1.0* dengan debit $0.0052 \text{ m}^3/\text{s}$, waktu 3 menit, aliran seragam *Uniform flow*, slope 0.0358, keadaan aliran superkritik dengan nilai $Fr = 1.107$, angka *manning* 0.01151, geometri penampang lebar 0,46 m dan panjang 5m.
2. Simulasi yang akan dilaksanakan adalah bentuk penampang yang diberi penghalang di tengahnya (pilar jembatan).
3. Bentuk pilar yang akan disimulasikan yaitu bentuk kapsul dan belah ketupat.
4. Penelitian ini hanya melihat fenomena gerusan yang terjadi pada sekitar pilar jembatan dengan menggunakan *software iRIC: Nays2HD 1.0*.
5. Untuk mendapatkan gerusan pada pilar jembatan menggunakan debit yang cukup untuk melihat hasilnya, karena jika semakin besar debit, maka gerusan di sekitar pilar yang terjadi akan semakin besar.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Aliran debris atau lahar dingin yang dikenal pada sungai-sungai gunung berapi merupakan aliran dari campuran air dan sedimen dengan berbagai ukuran. Aliran ini dikenal mempunyai kekuatan untuk menghancurkan dan kecepatan alirannya sangat cepat (Kuridin, 1973 dalam Anwar, 2014)

Gerusan adalah proses erosi dan deposisi yang terjadi karena perubahan aliran di sungai. Perubahan ini karena adanya halangan pada aliran sungai yang berupa bangunan sungai seperti pilar jembatan. Bangunan-bangunan ini dipandang dapat merubah geometri alur serta pola aliran, yang selanjutnya diikuti dengan timbulnya

gerusan lokal di sekitar bangunan (Legono,1990 dalam Yunar, 2006).

Menurut Ettema dan Raudkivi (1982) dalam Ariyanto (2009), perbedaan gerusan dapat dibagi menjadi :

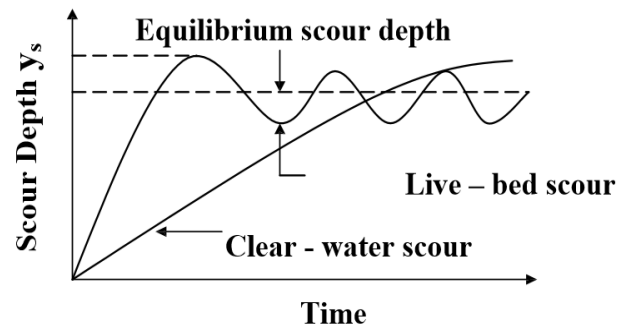
- Gerusan umum (*general scour*). Gerusan yang terjadi akibat dari proses alam dan tidak berkaitan sama sekali dengan ada tidaknya bangunan sungai.
- Gerusan dilokalisir (*constriction scour*). Gerusan yang diakibatkan penyempitan alur sungai sehingga aliran menjadi terpusat.
- Gerusan lokal (*local scour*). Merupakan akibat langsung dari struktur pada alur sungai.
- Pilar merupakan bagian struktur bahwa jembatan yang berfungsi sebagai penumpu dari jembatan tersebut, perubahan pola aliran mengakibatkan adanya gerusan yang terjadi di sekitarnya. Bahwa dengan adanya perbedaan pilar akan menghasilkan gerusan yang berbeda pula, penambahan kedalaman gerusan terjadi pada saat menit-menit awal dengan penambahan yang besar, seiring dengan lamanya waktu kedalaman gerusan tersebut menjadi kecil. Ini menandakan bahwa dengan debit tertentu, semakin lama kedalaman gerusan akan semakin kecil (Rahmadani, 1995 dalam Prabowo, 2016).

3. LANDASAN TEORI

A. Gerusan

Gerusan Lokal yaitu gerusan akibat penggerusan pada dasar atau tebing sungai yang terjadi setempat di sekitar bangunan struktur akibat peningkatan energi dan turbulensi aliran karena gangguan bangunan

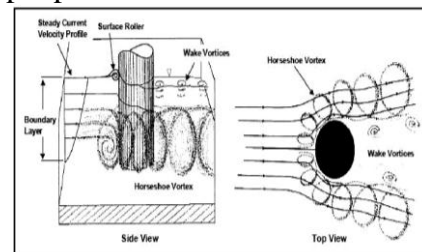
Kesetimbangan kedalaman gerusan dicapai pada daerah transisi antara *live bed scour* dan *clear-water scour*.



Gambar 3.1 Hubungan kedalaman gerusan (y_s) dengan waktu (sumber: Breuser dan raudkivi, 1991:62 dalam Wibowo, 2007)

Pada Grafik diatas menunjukkan bahwa kedalaman gerusan untuk *clear water* dan *live bed scour* merupakan fungsi dari kecepatan geser. Kesetimbangan gerusan yang terjadi dipengaruhi oleh keadaan yang ditinjau yaitu gerusan dengan air tanpa sedimen (*clear water scour*) atau gerusan dengan air dengan sedimen (*live bed scour*). Pada keadaan *clear water scour*, gerakan dasar sungai dianggap hanya terjadi pada sekitar pilar dan cenderung terjadi pada dasar yang kasar.

Menurut Miller (2003) dalam Agustina dan Qudus (2007), jika struktur ditempatkan pada suatu arus air, aliran air di sekitar struktur tersebut akan bertambah, dan gradien kecepatan vertikal (*vertical velocity gradient*) dari aliran akan berubah menjadi gradien tekanan (*pressure gradient*) ini merupakan hasil dari aliran bawah yang membentur bed. Pada dasar struktur, aliran bawah ini membentuk pusaran yang akhirnya menyapu sekeliling dan bagian bawah struktur dengan memenuhi seluruh aliran. Hal ini dinamakan pusaran tapal kuda (*horseshoe vortex*), karena dilihat dari atas bentuk pusaran ini mirip tapal kuda.



Gambar 3.2 Mekanisme Gerusan Akibat Pola Aliran Air di Sekitar Pilar (Miller, 2003 dalam Agustina dan Qudus, 2007)


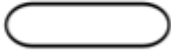
B. Pilar Jembatan

Pilar adalah suatu bangunan bawah yang terletak di tengah – tengah bentang antara dua buah abutment yang berfungsi juga untuk memikul beban – beban bangunan atas dan bangunan lainnya dan meneruskannya ke pondasi serta disebarkan ke tanah dasar yang keras. Pada suatu konstruksi Pada umumnya pilar jembatan dipengaruhi oleh aliran (arus) sungai, sehingga dalam perencanaan perlu diperhatikan dari segi kekuatan dan keamanan dari bahan – bahan hanyutan dan aliran sungai itu sendiri, maka bentuk dan penempatan pilar tidak boleh menghalangi aliran air terutama pada saat banjir.

Pada penelitian ini untuk bentuk pilar tajam/perseg (*rectangular*) menggunakan

perbandingan dimensi 1:1 sedangkan bentuk pilar kapsul (*Lenticular*) menggunakan perbandingan ukuran panjang dan lebar 1:2. Model ini menyerupai bentuk pilar menurut Dietz, 1971 dalam Breuser dan Raudkivi, 1991:73.

Tabel 3.1 Koefisien factor bentuk pilar

Bentuk Pilar	b/l	K_s	Gambar Bentuk Pilar
<i>Rectangular</i>	1:2	1.22	
	1:5	0.99	
<i>Lenticular</i>	1:2	0.80	
	1:3	0.70	

(Sumber : Breuser dan Raudkivi,1991:73)

4.METODE PENELITIAN

A. Studi Literatur

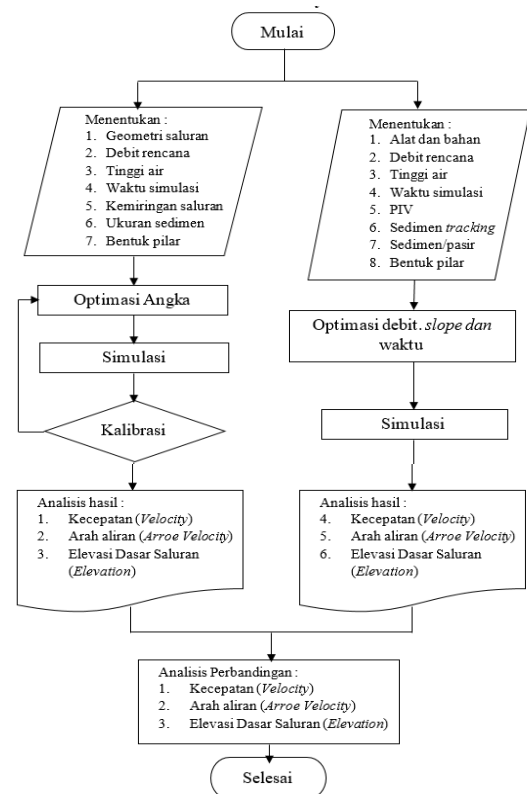
Penelitian ini mengambil sumber dari jurnal-jurnal pendukung kebutuhan penelitian. Jurnal yang digunakan berkaitan dengan pengaruh gerusan lokal terhadap perbedaan bentuk pilar, baik penelitian menggunakan model fisik maupun model numerik. Selain itu, sumber penelitian juga diambil dari beberapa tugas akhir tentang gerusan lokal.

B. Pengumpulan Data

Untuk melaksanakan penelitian ini, simulasi yang digunakan menggunakan *software iRIC*. Fungsi numerik yang digunakan dalam *software iRIC* adalah *Nays2DH 1.0*, dimana fungsi ini bisa mensimulasikan keadaan aliran air ketika ada bangunan pilar jembatan yang berada di tengah sungai. Pada simulasi ini menggunakan data primer, dengan menggunakan nilai debit $0.0052 \text{ m}^3/\text{dtk}$ dengan kurun waktu *running* 3 menit. Sedangkan dimensi penampang saluran yang digunakan memiliki lebar 2.5 meter dan panjang 0.46 meter dengan mengadopsi penampang model fisik yang berupa *flume*. Untuk karakteristik alirannya menggunakan aliran debris dengan kemiringan dasar saluran 0.0358. Keadaan aliran superkritik dengan nilai $Fr = 1.107$, dengan angka *manning* 0.01151. Sedangkan untuk lebar pilar yang digunakan adalah 3 inc dan tinggi pilar 15 cm dengan bentuk kapsul dan belah ketupat.. Pilar yang digunakan berupa pilar kapsul dengan dimensi

pilar yaitu 3 x 6 inc dan pilar tajam dengan dimensi 3 x 3 inc dan tinggi pilar yang digunakan 15 cm.

C. Alur Simulasi Model Numerik

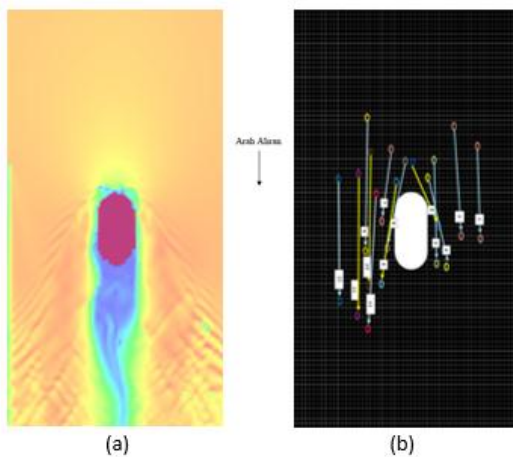


Gambar 4.1 Flowchart simulasi *software iRIC*

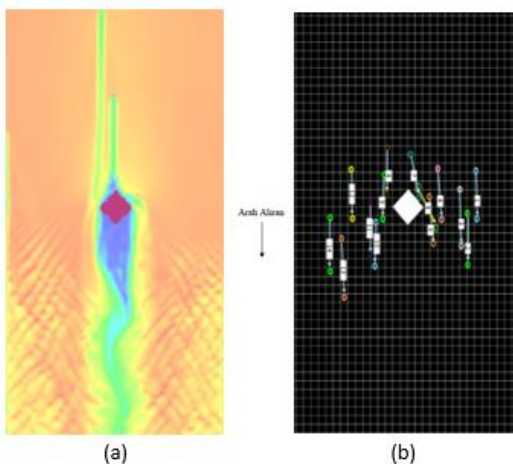
5.HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Analisis Kecepatan Aliran

Kedalaman gerusan lokal maksimum rata-rata di sekitar pilar sangat tergantung pada nilai relatif kecepatan alur sungai. Kecepatan aliran setelah dilakukan simulasi mempunyai karakteristik berbeda pada setiap bentuk pilar. Pada dasarnya kecepatan aliran akan berubah apabila ada suatu perubahan morfologi. Perubahan kecepatan aliran pada saluran memiliki halangan berupa pilar jembatan. Dengan adanya pilar ditengah sungai maka akan merubah aliran sungai, dan akan ada gerusan lokal yang akan terjadi di sekitar bangunan sungai karena aliran menumbur atau menabrak bangunan tersebut. Pada penelitian ini digunakan dimensi lebar pilar sebesar 3 inc dan tinggi 15 cm dengan menggunakan aliran debris.



Gambar 5.1 Hasil simulasi model matematik (a) model fisik (b) pilar kapsul



Gambar 5.2 Hasil simulasi model matematik (a) model fisik (b) pilar belah ketupat

Pada pilar jembatan yang berbentuk kapsul terjadi perubahan kecepatan aliran mengarah ke hilir saluran, terlihat dari adanya perubahan warna dari oranye menjadi kuning

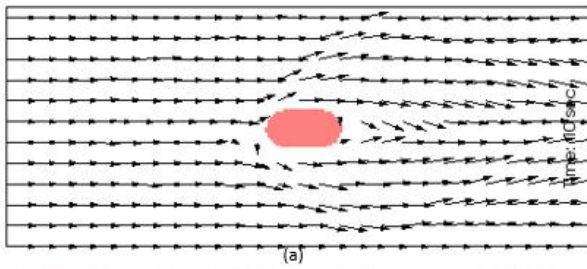
kehijau yang menandakan kecepatan aliran setelah melewati kapsul perlahan kecepatan aliran menjadi normal kembali pada jarak yang sangat jauh. Sisi kanan dan kiri dari pilar mengalami percepatan terlihat dari warna yang memerah di samping kanan dan kiri pilar, kecepatan yang tinggi ini terjadi akibat perubahan morfologi dari saluran.

Sama seperti pilar kapsul pilar jembatan berbentuk belah ketupat terdapat percepatan disamping kanan dan kiri pilar yang dapat dilihat dari adanya perubahan warna dari oranye ke merah. Kemudian terjadi perlambatan kecepatan aliran setelah melewati pilar terlihat warna merah berubah menjadi warna kuning dan hijau pada jarak yang sangat jauh. Namun, perubahan kecepatan menuju hilir sungai pilar kapsul lebih pendek dibandingkan dengan pilar belah ketupat.

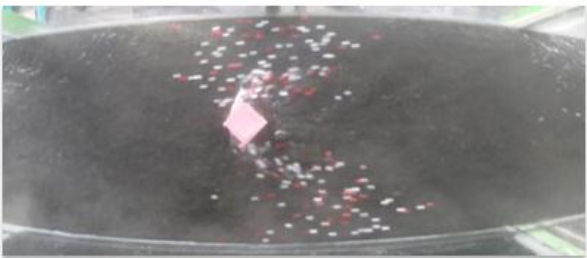
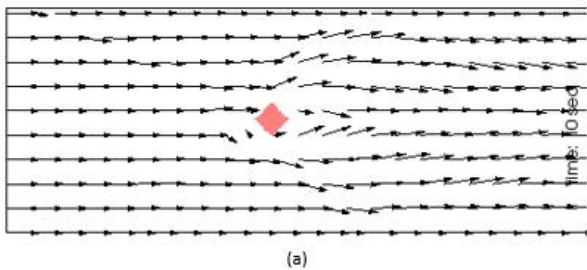
Dibandingkan dengan penelitian model fisik yang dilakukan di Laboratorium Jurusan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, pada pengujian yang sama yaitu mensimulasikan gerusan yang terjadi pada pilar kapsul dan belah ketupat dengan aliran debris yang terjadi di sungai menggunakan flume. Kecepatan aliran yang terjadi pada pilar jembatan berbentuk kapsul dan pilar belah ketupat memiliki pola aliran kecepatan yang sama seperti simulasi yang dilakukan menggunakan pemodelan matematik. Terlihat dari nilai angka kecepatan pada sisi kanan dan kiri pilar mengalami percepatan karena aliran terganggu akibat adanya penyempitan saluran akibat terhalang oleh pilar jembatan.

B. Analisis Pola Aliran

Arah kecepatan aliran pada dasarnya dalam keadaan normal mengalir dari hulu saluran menuju hilir saluran. Dalam teori hidrolika air akan mengalir dari daerah yang memiliki tekanan tinggi menuju daerah yang memiliki tekanan yang rendah. Namun, arah aliran dapat berbelok apabila terjadi perubahan morfologi penampang saluran seperti adanya pilar jembatan. Arah kecepatan aliran sangat penting untuk mengetahui jenis belokan aliran setelah menabrak pilar jembatan. Belokan aliran biasanya berhubungan dengan turbulensi aliran yang nantinya akan berpengaruh terhadap kedalaman dan pola gerusan.



Gambar 5.3 Arah pola aliran model matematik (a) dan model fisik (b) pilar kapsul



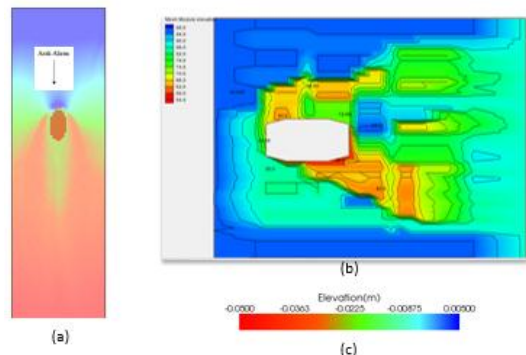
Gambar 5.4 Arah pola aliran model matematik (a) dan model fisik (b) pilar belah ketupat

Dalam simulasi model fisik yang dilakukan di Laboratorium Jurusan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, yang dilakukan menggunakan *flume*. Pola aliran yang dianalisis menggunakan *sediment tracking* kemudian dapat diamati secara visual, menunjukkan pola aliran bagian hulu masih stabil, semakin menuju ke sekitar pilar pola aliran mulai tidak stabil karena terganggu akibat adanya penyempitan saluran akibat terhalang pilar jembatan. Kemudian pola aliran kembali mulai stabil menjauhi daerah pilar ke arah hilir. Bentuk pola aliran yang

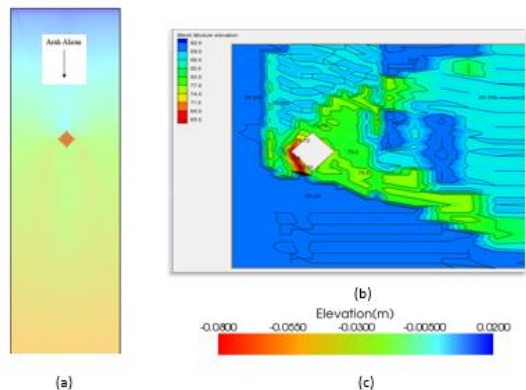
dimodelkan dari model fisik dan model matematis menunjukkan pola aliran yang sama

C. Analisis Elevasi Dasar

Elevasi dasar saluran pada awalnya bernilai stabil, namun ketika terjadi perubahan morfologi penampang saluran, elevasi dasar akan berubah. Perubahan elevasi dasar saluran dapat berupa penurunan maupun kenaikan, untuk penurunan elevasi dasar saluran akan berhubungan dengan pola gerusan. Dalam hal ini, perubahan morfologi penampang saluran diakibatkan oleh pembuatan pilar jembatan dalam bentuk kapsul dan belah ketupat. Dapat diketahui perubahan elevasi dasar tiap pilar akan memiliki karakteristik yang berbeda beda.



Gambar 5.5 Hasil simulasi model matematik (a) model fisik (b) skala kedalaman gerusan (c) bentuk pilar kapsul

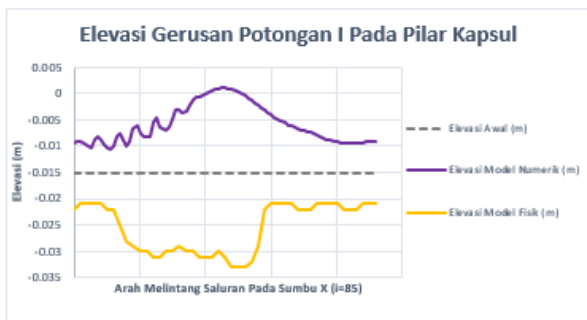


Gambar 5.5 Hasil simulasi model matematik (a) model fisik (b) skala kedalaman gerusan (c) bentuk pilar belah ketupat

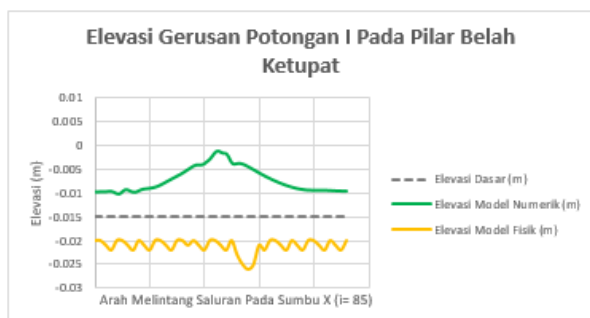
Kedua pilar jembatan berbentuk kapsul dan belah ketupat perubahan elevasi terjadi di sisi kanan dan kiri pilar jembatan dan mempengaruhi tebing saluran. Perubahan terjadi baik berupa penurunan yang ditandai dengan warna hijau maupun kenaikan yang ditandai dengan warna kekuningan. Pola gerusan di sekitar pilar berasal dari aliran yang

berasal dari hulu yang terhalang oleh pilar. Hal ini menyebabkan aliran air terganggu dan menjadi tidak stabil sehingga menimbulkan pusaran yang terjadi akibat kecepatan aliran yang membentur pilar depan dan menjadi gaya tekan di sekitar pilar. Gaya tekan ini mengakibatkan terjadinya aliran bawah (*down flow*) yang dapat mengikis dasar saluran, dan akan menimbulkan gerusan di sekitar pilar.

1. Tinjauan Potongan Hulu Pilar (I)



Gambar 5.6 Grafik elevasi gerusan potongan I pada hulu pilar bentuk kapsul



Gambar 5.7 Grafik elevasi gerusan potongan I pada hulu pilar bentuk belah ketupat

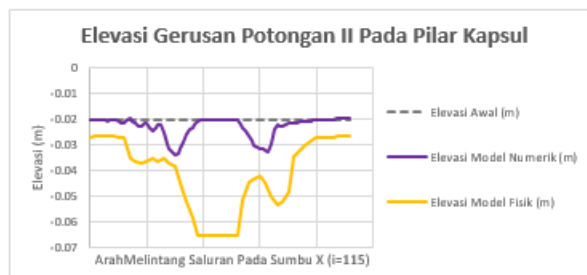
Hasil grafik diatas merupakan hasil dari penelitian model matematik dan model fisik pada untuk pilar kapsul dan pilar belah ketupat, menunjukkan hasil grafik elevasi gerusan dalam simulasi di Laboratorium Jurusan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Gerusan yang dihasilkan dari model fisik untuk pilar kapsul sedalam 2cm dan gerusan yang ada pada pilar tajam sedalam 1cm. Jika dibandingkan hasil simulasi dari *software iRIC: Nays2DH 1.0* dengan model fisik tidak melihat hasil yang sama. Pada *software iRIC* melihat terjadinya sedimentasi di hulu pilar sedangkan model fisik menjelaskan terjadinya gerusan pada hulu pilar.

2. Tinjauan Potongan Tengah Pilar (II)

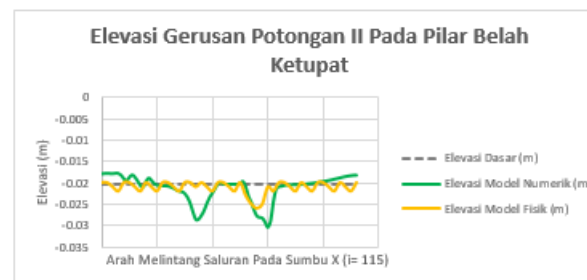
Gambar 5.8 Grafik elevasi gerusan potongan II pada tengah pilar bentuk kapsul

Gambar 5.9 Grafik elevasi gerusan Potongan II pada tengah pilar bentuk belah ketupat

Dapat dilihat hasil dari penelitian model fisik dan numerik bahwa bagian kanan dan kiri pilar mengalami gerusan, terutama di bagian sisi pilar. Dari hasil penelitian model fisik sisi pilar kapsul mengalami gerusan



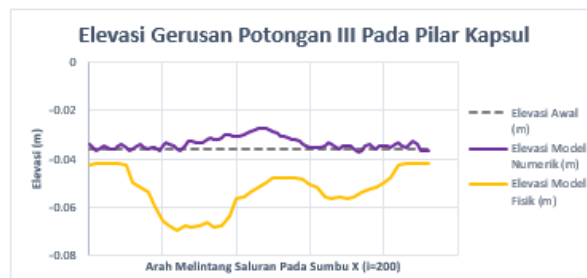
sedalam 3.2cm kemudian dari pilar belah ketupat di sisi pilar terdapat gerusan sedalam



1cm. Hasil ini menunjukkan perbedaan pada penelitian fisik dengan pemodelan numerik.

3. Tinjauan Potongan Hilir Pilar (III)

Hasil dari grafik penelitian model fisik menjelaskan bahwa terjadi gerusan didaerah

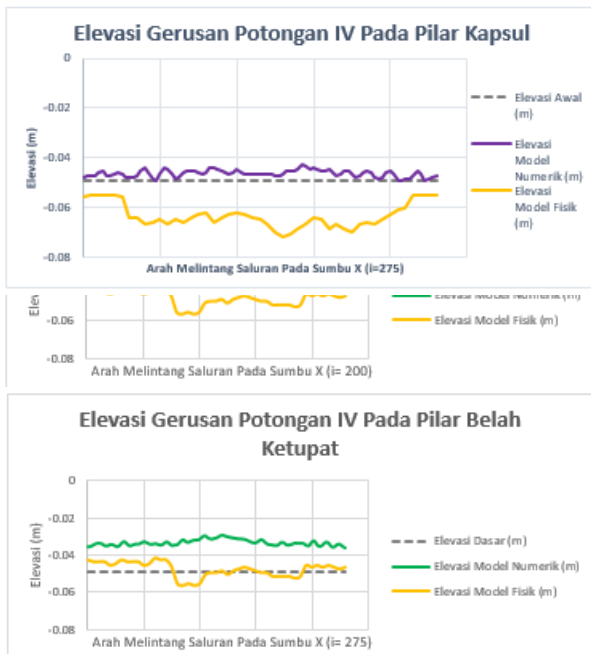


hilir pilar, dan gerusan terdalam dari pilar kapsul sedalam 3cm dan pilar belah ketupat 2cm. Hasil dari model fisik dan numerik memiliki hasil tidak sama. Karena pada model fisik terjadi gerusan sedangkan pada pemodelan numerik terjadi sedimentasi atau timbunan.

Gambar 5.11 Grafik elevasi gerusan potongan III pada hilir pilar bentuk kapsul

Gambar 5.11 Grafik elevasi gerusan potongan III pada hilir pilar bentuk belah ketupat

4. Tinjauan Potongan Hilir Pilar (IV)



Gambar 5.12 Grafik Elevasi Gerusan Potongan IV pada Hilir Pilar bentuk kapsul

Gambar 5.13 Grafik Elevasi Gerusan Potongan IV pada Hilir Pilar bentuk Belah Ketupat

Gambar 5.13 Grafik Elevasi Gerusan Potongan IV pada Hilir Pilar bentuk Belah Ketupat

Jika dibandingkan dengan penelitian model fisik yang dilihat dari grafik, pada hilir pilar masih mengalami gerusan dengan kedalaman gerusan terdalam sebesar 2cm, namun pada pilar tajam gerusan yang dalam hanya ada di sisi kiri saluran. Dapat dilihat pemodelan fisik dan pemodelan numerik dari hasil pengujian menunjukkan hasil yang berbeda.

6.PENUTUP

A.Kesimpulan

Berdasarkan data serta hasil analisa dan pembahasan yang dilakukan pada pilar jembatan bentuk kapsul dan tajam dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Berdasarkan simulasi dengan *software iRIC : Nays2DH 1.0* didapatkan hasil :
 - a. Pada *output velocity* (ms-1) menggunakan skala yang sama antar ke dua pilar jembatan, bentuk pilar jembatan yang mempunyai kecepatan paling besar di sekitar pilar adalah pilar jembatan bentuk kapsul.
 - b. Pada *output arrow velocity* (ms-1) menggunakan skala yang sama antar ke dua pilar jembatan, bentuk pilar jembatan yang mempengaruhi pola turbulensi aliran paling besar disekitar pilar adalah pilar jembatan bentuk kapsul.
 - c. Pada *output elevation* (m) menggunakan skala yang sama antar ke dua pilar jembatan, bentuk pilar jembatan yang mempunyai gerusan paling kecil di sekitar pilar jembatan adalah pilar bentuk tajam. Analisa tersebut diperkuat dengan tinjauan grafik pada potongan melintang di tengah pilar.
2. Berdasarkan hasil perbandingan antara analisa model matematik menggunakan *software iRIC : Nays2DH 1.0* dengan analisa model fisik didapatkan hasil :
 - a. Pada *output velocity* (ms-1) antara model fisik dan model numerik mempunyai persamaan.
 - b. Pada *output arrow velocity* (ms-1) antara model fisik dan model matematik mempunyai pola aliran yang hampir sama.
 - c. Pada *output elevation* (m) antara model fisik dan model numerik mempunyai perbedaan pada Hulu dan hilir pemodelan numerik terjadi sedimentasi sedangkan pada pemodelan fisik terjadi gerusan. Pada potongan melintang di tengah pilar sama sama terjadi gerusan, namun dengan nilai kedalaman gerusan yang berbeda.

B.Saran

Karena penelitian ini merupakan penelitian tahap pertama dalam analisa pengaruh bentuk pilar terhadap gerusan lokal menggunakan *software iRIC Nays2DH 1.0* dan penelitian tahap pertama dalam membandingkan hasil analisa dengan penelitian model fisik, maka ada beberapa saran untuk memperlengkap penetian ini, diantaranya sebagai berikut:

1. Perlu adanya variasi data, seperti gradasi sedimen, merubah aliran menjadi tidak seragam.
2. Untuk penelitian model fisik berikutnya bisa menemukan cara yang lebih efektif dalam pemodelan untuk menyamakan keadaan aliran debris di alam
3. Manning disekitar pilar bisa di bedakan agar lebih menyerupai keadaan yang ada di lapangan.
4. Penelitian berikutnya bisa membandingkan pemodelan Numerik dengan keadaan yang ada di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

Agustina dan Kudus. 2007. *Mekanisme Perilaku Gerusan Lokal pada Pilar Tunggal dengan Variasi Diameter*. Jurnal teknik Sipil dan Perencanaan. Nomor 2 Volume 9 – Juli 2007, hal: 133 - 144

Breuser. H.N.C. and Raudkivi. A.J. 1991. *Scouring. IAHR Hydraulic Structure Design Manual*. Rotterdam : AA Balkema

Ikhsan dan Hidayat. 2006. *Pengaruh Bentuk Pilar Jembatan Terhadap Potensi Gerusan Lokal*. Jurnal Ilmiah Semesta Teknika, Vol.9, No.2, 2006: 124-132

Halim, Fuad. 2014. *Pengaruh Debit Terhadap Pola Gerusan Di Sekitar Abutmen Jembatan (Uji Laboratorium Dengan Skala Model Jembatan Megawati)*. Jurnal Ilmiah Media Engineering Vol.41 No.1, Maret 2014 (32-40) ISSN: 2087-9334

Legono, D. 1990. *Gerusan pada Bangunan Sungai*. PAU Ilmu-Ilmu Teknik UGM, Yogyakarta

Raudkivi, A.J. and Ettema, R. 1983. *Clear-Water Scour at Cylindrical Piers*. *Journal of Hydraulic Engineering*, Vol. 109, No. 3, pp. 338-350, ASCE, New York.

Yunar, Alifi, 2006,). *Karakteristik Gerusan Pilar Segi Empat Ujung Bulat pada Kondisi Terjadi Penurunan Dasar Sungai dengan Proteksi Tirai*. Jurnal SMARTEK. Palu: UNTAD

Wibowo, Okky Martanto. *Pengaruh Arah Aliran Terhadap Gerusan Lokal Di Sekitar Pilar Jembatan*. *Teknik Sipil S1*. Jurusan : Teknik Sipil