

**PENGARUH BENTUK PILAR JEMBATAN
TERHADAP GERUSAN LOKAL
MENGUNAKAN SOFTWARE *iRIC: Nays2DH 1.0*
(Model Pilar Berpenampang Belah Ketupat, Kotak, Lingkaran dan Palung)**

Aditya Wibawa Mukti¹, Puji Harsanto², Jazaul Ikhsan³

¹Mahasiswa (NIM 20120110170) ²Dosen Pembimbing 1 Tugas Akhir ³Dosen Pembimbing 2 Tugas Akhir

INTISARI

Pilar merupakan struktur bawah jembatan yang keberadaannya dapat mempengaruhi perubahan pola aliran sungai dan terjadi gerusan lokal yang akan mengganggu kestabilan pilar. Gerusan lokal terjadi oleh perubahan angkutan sedimen yang disebabkan dari perubahan kecepatan aliran akibat adanya pilar jembatan. Semakin berbeda bentuk pilar jembatan maka semakin berbeda pula kecepatan yang terjadi di sekitar pilar jembatan. Perbedaan kecepatan yang terjadi akan menyebabkan perbedaan pola gerusan lokal pada sekitar pilar. Pentingnya mengetahui bentuk pilar jembatan yang dapat meminimalisir gerusan lokal diharapkan mampu menjadi tolak ukur dalam perencanaan bentuk pilar jembatan.

*Pada penelitian ini simulasi dibuat dengan menggunakan software *iRIC: Nays2DH 1.0* dengan debit yang digunakan adalah $0,005 \text{ m}^3/\text{s}$ dengan kurun waktu running 20 detik. Sedangkan dimensi penampang saluran yang digunakan memiliki panjang 5 meter dan lebar 0,5 meter dengan mengadopsi penampang model fisik yang berupa flume. Untuk karakteristik alirannya menggunakan aliran seragam (uniform flow) dengan kemiringan dasar saluran atau slope samadengan 0. Sedangkan untuk lebar pilar yang digunakan adalah 38 kotak dari 100 kotak sumbu x dengan bentuk belah ketupat, kotak, lingkaran dan palung.*

Berdasarkan pengamatan visual di tinjau dari kecepatan aliran (velocity), pola turbulensi (arrow velocity) dan elevasi dasar saluran (elevation) yang diperkuat dengan tinjauan grafik pada 5 potongan melintang dan 3 potongan memanjang di sekitar pilar serta tinjauan 3D menggunakan Surfer 9 sebagai software pendukung, pilar jembatan yang memiliki nilai yang paling optimal adalah pilar jembatan bentuk palung.

Kata kunci : Gerusan, Pilar Jembatan, *iRIC Nays2DH 1.0*

A. PENDAHULUAN

Jembatan merupakan struktur untuk menghubungkan jalan yang terhalang rintangan di bawahnya, baik berupa sungai, jalan, jurang maupun selat. Pada jembatan yang di bawahnya terdapat sungai dengan bentang sungai yang lebar maka diperlukannya pilar jembatan untuk menompangnya. Sungai memiliki pola aliran yang akan berubah apabila terdapat beberapa faktor, salah satunya adalah pembuatan bangunan-bangunan air seperti pilar, abutmen, bendung dan sebagainya. Pilar merupakan struktur bawah jembatan yang keberadaannya dapat mempengaruhi perubahan pola aliran

sungai dan terjadi gerusan lokal yang akan mengganggu kestabilan pilar. Pilar juga berfungsi sebagai penerus beban dari struktur atas jembatan menuju pondasi. Jadi, apabila kestabilan pilar terganggu maka distribusi beban dari struktur atas jembatan menuju pondasi akan terganggu sehingga jembatan tidak berfungsi dengan baik.

Gerusan lokal merupakan kejadian alam yang terjadi akibat aliran air pada dasar sungai. Gerusan lokal biasanya juga terjadi akibat perubahan morfologi sungai dan akibat bangunan-bangunan air yang dibuat manusia seperti pilar jembatan. Pola gerusan lokal pada

pilar jembatan dipengaruhi oleh bentuk pilar yang digunakan. Gerusan lokal terjadi oleh perubahan angkutan sedimen yang disebabkan dari perubahan kecepatan aliran akibat adanya pilar jembatan. Semakin berbeda bentuk pilar jembatan maka semakin berbeda pula kecepatan yang terjadi di sekitar pilar jembatan. Perbedaan kecepatan yang terjadi akan menyebabkan perbedaan pola gerusan lokal pada sekitar pilar. Dampak dari gerusan lokal pada pilar sangat perlu diperhatikan karena akan menurunkan stabilitas keamanan struktur jembatan.

Penelitian mengenai gerusan lokal pada bangunan-bangunan air khususnya pilar jembatan perlu dilakukan. Pentingnya mengetahui bentuk pilar jembatan yang dapat meminimalisir gerusan lokal diharapkan mampu menjadi tolak ukur dalam perencanaan bentuk pilar jembatan. Pada penelitian ini simulasi dibuat dengan menggunakan *software iRIC: Nays2DH 1.0* yang di buat oleh Dr. Yasuyuki Shimizu dan Hiroshi Takebayashi di Hokkaido University, Jepang. Nays2DH 1.0 adalah model komputasi untuk mensimulasikan kedalaman dasar dan erosi di sungai. Untuk kajian bentuk pilar yang akan disimulasikan yaitu bentuk belah ketupat, kotak, lingkaran dan palung.

1. Rumusan Masalah

Penelitian ini diharapkan dapat memiliki suatu kejelasan dalam pengerjaannya, sehingga dibuat rumusan masalah antara lain:

- 1.) Bentuk pilar jembatan apakah yang paling kecil mempengaruhi kecepatan aliran untuk kembali normal ?
- 2.) Bentuk pilar jembatan apakah yang paling kecil mempengaruhi pola kecepatan aliran untuk kembali normal ?
- 3.) Bentuk pilar jembatan apakah yang mempunyai gerusan paling kecil di sekitar pilar jembatan ?

2. Tujuan Penelitian

Adapun maksud dan tujuan dilakukannya penelitian ini adalah sebagai berikut :

- 1.) Mengetahui bentuk pilar jembatan yang paling kecil mempengaruhi kecepatan aliran untuk kembali normal.
- 2.) Mengetahui bentuk pilar jembatan yang paling kecil mempengaruhi pola kecepatan aliran untuk kembali normal.
- 3.) Mengetahui bentuk pilar jembatan yang mempunyai gerusan paling kecil di sekitar pilar jembatan.

3. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai :

- 1.) Memberikan pengetahuan mengenai gerusan lokal yang terjadi pada pilar jembatan dengan berbagai bentuk.
- 2.) Mempertimbangkan bentuk pilar yang dapat meminimalisir terjadinya gerusan lokal yang akan dibuat untuk pembangunan jembatan.

4. Batasan Masalah

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

- 1.) Penelitian ini menggunakan *software iRIC: Nays2DH 1.0* dengan debit 0.005 m³/s, waktu 20 detik, aliran seragam, *slope* 0, diameter material dasar 0.55 mm, geometri penampang lebar 0,5m dan lebar 5m.
- 2.) Simulasi yang akan dilaksanakan adalah bentuk penampang yang di beri penghalang di tengahnya (pilar jembatan).
- 3.) Bentuk pilar yang akan disimulasikan yaitu bentuk belah ketupat, kotak, lingkaran dan palung.
- 4.) Penelitian ini hanya melihat fenomena perubahan aliran yang terjadi pada sekitar pilar jembatan dengan pengamatan visual.
- 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.

B. TINJAUAN PUSTAKA

Gerusan (*scouring*) merupakan suatu proses alamiah yang terjadi di sungai sebagai akibat pengaruh morfologi sungai (dapat berupa tikungan atau bagian penyempitan aliran sungai) atau adanya bangunan air (*hydraulic struktur*) seperti pilar jembatan. Pilar merupakan bagian struktur bawah 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 kedalam gerusan tersebut menjadi kecil. Ini menandakan bahwa dengan debit tertentu, semakin lama kedalam gerusan akan semakin kecil (Rahmadani,1995). depan (Syarvina dan Terunajaya,2013) Dalam analisa gerusan yang terjadi pada sekitar pilar dapat dimodelkan dengan dua cara, yaitu permodelan

fisik dan permodelan matematik. Namun, untuk membedakan dengan penelitian sebelumnya penelitian ini dimodelkan dengan model matematik *software IRIC: Nays2DH 1.0*. merupakan salah satu model numerik yang dapat digunakan untuk menghitung kedalaman gerusan.

C. LANDASAN TEORI

1. Sungai

Sungai adalah suatu alur yang panjang di atas permukaan bumi tempat mengalirnya air yang berasal dari hujan dan senantiasa tersentuh air serta terbentuk secara alamiah (Sosrodarsono, 1994). Dalam Daties (2012) disebutkan suatu alur sungai dapat dibagi menjadi tiga bagian. Tiga bagian itu adalah bagian hulu, tengah dan hilir. Tipe aliran dapat juga dibedakan dengan bilangan *Froude*, yaitu :

- a. Aliran kritis, jika bilangan *Froude* sama dengan satu ($Fr=1$) dan gangguan permukaan misal, akibat riak yang terjadi akibat batu yang dilempar ke dalam sungai tidak akan bergerak menyebar melawan arah arus.
- b. Aliran subkritis, jika bilangan *Froude* lebih kecil dari satu ($Fr<1$). Untuk aliran subkritis, kedalaman biasanya lebih besar dan kecepatan aliran rendah (semua riak yang timbul dapat bergerak melawan arus).
- c. Aliran superkritis, jika bilangan *Froude* lebih besar dari satu ($Fr>1$). Untuk aliran superkritis, kedalaman aliran relatif lebih kecil dan kecepatan relatif tinggi (segala riak yang ditimbulkan dari suatu gangguan adalah mengikuti arah arus).

Persamaan untuk menghitung bilangan *Froude* yaitu:

$$Fr = \frac{U}{\sqrt{g \cdot h}}$$

Dimana : Fr = bilangan *Froude*

U = kecepatan aliran (m/dtk)

g = percepatan gravitasi (m/dtk²)

h = kedalaman aliran (m)

Nilai U diperoleh dengan rumus:

$$U = \frac{Q}{A}$$

Dimana : Q = debit aliran (m³/dtk)

A = luas saluran (m²)

Nilai A diperoleh dengan rumus :

$$A = b \cdot h$$

Dimana : h = tinggi aliran (m)

b = lebar saluran (m)

2. 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 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.

3. Gerusan

Gerusan merupakan penurunan dasar sungai karena erosi di bawah permukaan alami ataupun yang di asumsikan. Gerusan adalah proses semakin dalamnya dasar sungai karena interaksi antara aliran dengan material dasar sungai (Legono, (1990) dalam Daties, (2012)).

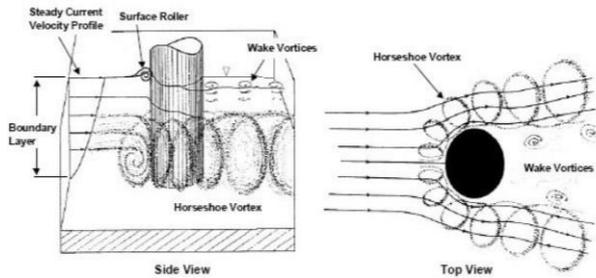
Tipe gerusan yang diberikan oleh Raudkivi dan Ettema adalah sebagai berikut:

- a. Gerusan umum di alur sungai, tidak berkaitan sama sekali dengan ada atau tidak adanya bangunan sungai.
- b. Gerusan dilokalisir di alur sungai, terjadi karena penyempitan aliran sungai menjadi terpusat.
- c. Gerusan lokal disekitar bangunan, terjadi karena pola aliran lokal disekitar bangunan sungai.

4. Mekanisme Gerusan

Menurut Miller (2003) dalam sucipto (2011), jika struktur ditempatkan pada suatu arus air, aliran air di sekitar struktur tersebut akan bertambah, dan gradient kecepatan vertical (*vertical velocity gradient*) dari aliran akan berubah menjadi gradient 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.

Pada permukaan air, interaksi aliran dan struktur membentuk busur ombak (*bow wave*) yang disebut sebagai gulungan permukaan (*surface roller*). Pada saat terjadi pemisahan aliran pada struktur bagian dalam mengalami *wake vortices*.



Gambar 1 Mekanisme gerusan akibat pola aliran air di sekitar pilar (Sumber : Sucipto, 2011)

5. Persamaan Gerusan untuk Aliran Beraturan

Kedalaman gerusan tergantung dari beberapa variabel (lihat Breuser dan Raudkivi, 1991 dalam Syarvina) yaitu karakteristik zat cair, material dasar, aliran dalam saluran dan bentuk pilar jembatan. Penggerusan pada dasar sungai di bawah pilar akibat adanya aliran sungai yang mengikis lapisan tanah dasar dapat dihitung kedalamannya. Dalam Melville dan Sutherland (1988) dalam Syarvina telah dijelaskan, bahwa kedalaman gerusan dari gerusan lokal, y_{se} , dapat ditulis :

$$y_{se} = KI \cdot K\sigma \cdot Ks \cdot K\alpha \cdot Kdt \cdot Kd$$

dengan,

- y_{se} = Kedalaman gerusan seimbang
- Kd = Faktor ketinggian aliran
- KI = Faktor intensitas aliran
- Ks = Faktor bentuk pilar
- $K\alpha$ = Faktor posisi pilar $[0,78(y_0/b) 0,225]$
- Kdt = Faktor ukuran pilar
- $K\sigma$ = Fungsi dari standar deviasi geometrik distribusi ukuran partikel

6. *IRIC Morpho 2D (Nays 2D)*

Morpho2D adalah metode penganalisa permasalahan perubahan dasar sungai/saluran pada aliran *unsteady* (aliran tidak tetap) perhitungan dua dimensi dalam arah horizontal. Program / metode perhitungan ini dikembangkan oleh Hiroshi Takebayashi dari Kyoto University. Persamaan yang mengatur/digunakan dalam metode tersebut telah ditulis sesuai dengan batas sistem koordinat secara umum. Di tahun 2009, metode perhitungan ini digunakan pada *RIC-Nays Versi 1.0* yang merupakan program *software* yang dikembangkan oleh *RIC*. Beberapa fungsi baru ditambahkan untuk pengembangan dari versi sebelumnya yang kemudian menghasilkan program *iRIC Versi 2.0* pada Maret 2011.

Morpho2D dapat menganalisa aliran tidak seragam dan menghasilkan luaran berupa sebaran material dasar sungai secara horizontal.

Sebagai tambahan, generasi, proses perkembangan dan migrasi/perpindahan pada ambang sungai dapat ditiru/dimodelkan. *Morpho2D* biasanya diaplikasikan/digunakan untuk simulasi sungai-sungai alami. Efek dari vegetasi/tanaman pada perubahan dasar sungai dan proses transportasi sedimen pada dasar sungai yang kasar (contoh: bebatuan) dapat disimulasikan atau dimodelkan.

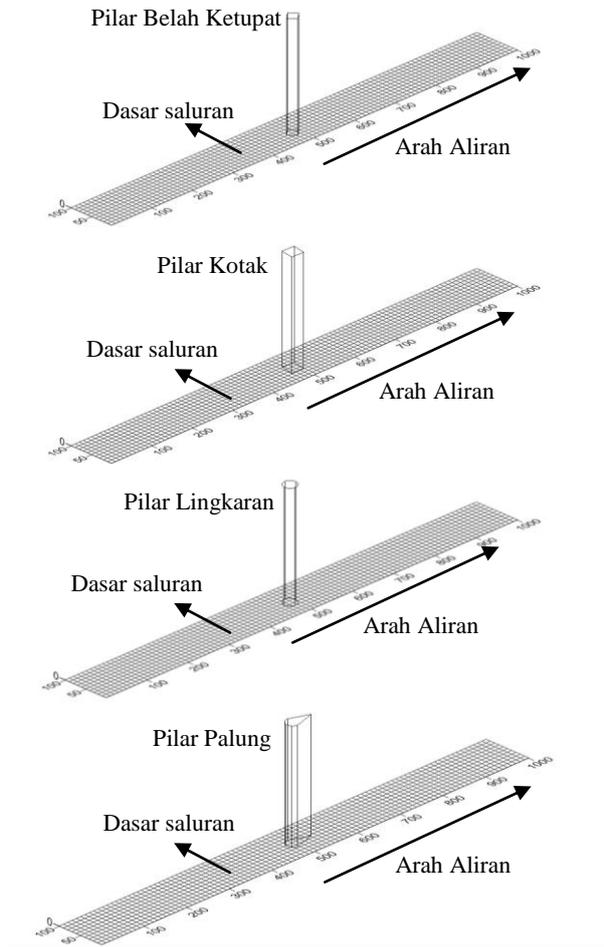
D. METODE PENELITIAN

1. Studi Literatur

Penelitian ini mengambil sumber dari jurnal-jurnal yang mendukung untuk kebutuhan penelitian. Jurnal yang diambil berkaitan dengan pengaruh adanya gerusan lokal terhadap perbedaan bentuk pilar, mulai dari penelitian menggunakan model fisik sampai model matematik. Selain jurnal, sumber penelitian juga diambil dari beberapa karya tugas akhir mengenai gerusan lokal. Sedangkan untuk studi literatur aplikasi yang digunakan berasal dari modul tata cara penggunaan *iRIC Nays2DH 1.0*.

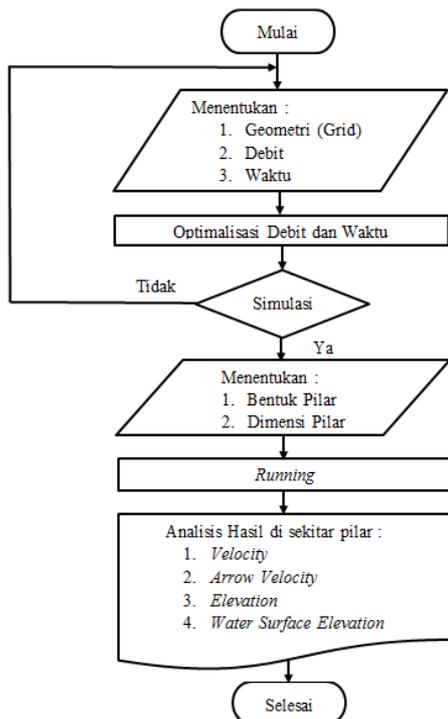
2. Pengumpulan Data

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 sekunder, dengan menggunakan nilai debit dan waktu dengan cara coba – coba (*trial and error*). Data debit yang digunakan adalah $0,005 \text{ m}^3/\text{s}$ dengan kurun waktu *running* 20 detik. Sedangkan dimensi penampang saluran yang digunakan memiliki panjang 5 meter dan lebar 0,5 meter dengan mengadopsi penampang model fisik yang berupa *flume*. Karena ini merupakan penelitian tahap pertama dalam penggunaan *software iRIC Nays2DH 1.0*, untuk karakteristik alirannya menggunakan aliran seragam (*uniform flow*) dengan kemiringan dasar saluran atau *slope* samadengan 0. Sedangkan untuk lebar pilar yang digunakan adalah 38 kotak dari 100 kotak sumbu x dengan bentuk belah ketupat, kotak, lingkaran dan palung. Model simulasi yang akan digunakan dideskripsikan pada Gambar 2.



Gambar 2 Model simulasi penelitian

3. Alur Simulasi iRIC Nays2DH 1.0



Gambar 3 Flowchart simulasi iRIC Nays2DH 1.0

4. Skenario Running

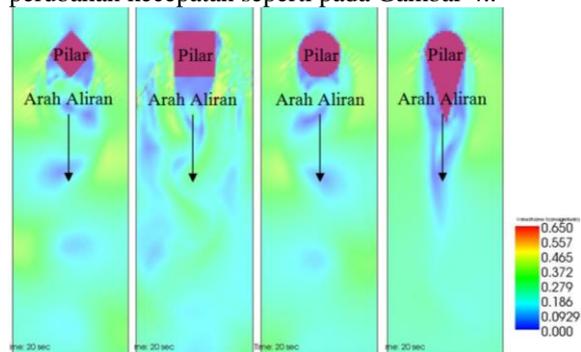
Skenario *running* adalah alur dari sebuah kasus yang ada pada simulasi yang dijalankan. Adapun skenario *running* dari penelitian ini adalah :

- Skenario A: Aliran seragam (*uniform flow*), $Q = 0,005 \text{ m}^3/\text{s}$, *slope* (I_s) = 0, pilar jembatan bentuk belah ketupat, koefisien *manning* = 0,03 dan material dasar d50 (diameter rata-rata) = 0,55 mm.
- Skenario A: Aliran seragam (*uniform flow*), $Q = 0,005 \text{ m}^3/\text{s}$, *slope* (I_s) = 0, pilar jembatan bentuk kotak, koefisien *manning* = 0,03 dan material dasar d50 (diameter rata-rata) = 0,55 mm.
- Skenario A: Aliran seragam (*uniform flow*), $Q = 0,005 \text{ m}^3/\text{s}$, *slope* (I_s) = 0, pilar jembatan bentuk lingkaran, koefisien *manning* = 0,03 dan material dasar d50 (diameter rata-rata) = 0,55 mm.
- Skenario A: Aliran seragam (*uniform flow*), $Q = 0,005 \text{ m}^3/\text{s}$, *slope* (I_s) = 0, pilar jembatan bentuk palung, koefisien *manning* = 0,03 dan material dasar d50 (diameter rata-rata) = 0,55 mm.

E. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Analisa Kecepatan Aliran

Setelah dilakukan simulasi dengan *software iRIC : Nays 2DH 1.0* menggunakan bentuk pilar berupa belah ketupat, kotak, lingkaran dan palung terjadi perubahan kecepatan seperti pada Gambar 4..

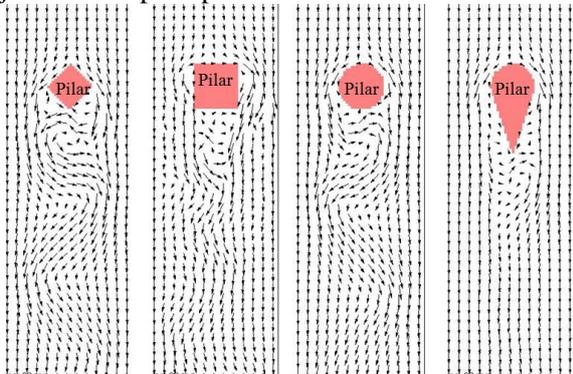


Gambar 4 Hasil simulasi *software iRIC : Nays2DH 1.0* dengan *output velocity* (ms-1) pada waktu ke- 20 detik

Pada Gambar 4 terlihat perbedaan karakteristik perubahan kecepatan pada 4 bentuk pilar yang berbeda. Perubahan kecepatan aliran terjadi melambat pada setiap hilir pilar jembatan. namun percepatan aliran terjadi paling dominan pada pilar jembatan bentuk segi empat dan kotak. Tidak hanya terjadi pada sekitar pilar, akan tetapi terjadi juga sampai mempengaruhi tebing saluran.

2. Analisa Arah Kecepatan Aliran

Dalam simulasi *software iRIC : Nays 2DH 1.0* pada *output* arah kecepatan aliran, dimodelkan dengan menggunakan anak panah (*arrow*). Model *arrow* tersebut menggunakan teori vektor yang mempunyai besaran yang berupa nilai kecepatan aliran dan arah aliran. Arah aliran sangat dipengaruhi oleh bentuk pilar jembatan seperti pada Gambar 5.



Gambar 5 Hasil pola aliran pada masing-masing bentuk pilar pada waktu ke- 20 detik

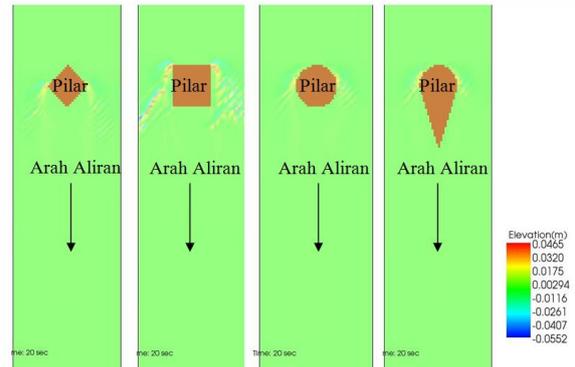
Pada gambar 5 terlihat arah kecepatan aliran sangat dipengaruhi oleh bentuk pilar jembatan dengan lebar yang sama. Ditinjau dari bagian hilir pilar jembatan terlihat semua bentuk pilar mengalami turbulensi. Namun, turbulensi pada hilir pilar jembatan dengan bentuk belah ketupat, kotak dan lingkaran terjadi sangat besar dibandingkan turbulensi yang terdapat pada hilir pilar jembatan dengan bentuk palung. Jika dibandingkan dengan ke empat bentuk pilar pada Gambar 5.2 terlihat jelas bahwa pada pilar jembatan dengan bentuk palung terjadi lebih sedikit aliran yang menabrak pilar.

Ditinjau dari pengaruh perubahan arah kecepatan aliran menjadi normal kembali ke arah hilir saluran, terlihat pada pilar jembatan dengan bentuk palung terjadi sangat pendek diantara ke empat bentuk pilar jembatan. Pada pilar jembatan dengan bentuk belah ketupat, kotak dan lingkaran terjadi pengaruh perubahan arah kecepatan sangat panjang. Namun, pada pilar jembatan dengan bentuk belah ketupat dan lingkaran terjadi juga pengaruh ke arah kiri dan kanan saluran.

3. Analisa Elevasi Dasar

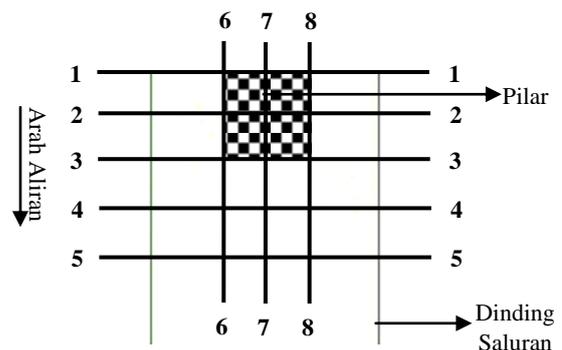
Elevasi dasar saluran pada awalnya bernilai stabil, namun ketika terjadi perubahan morfologi penampang saluran, elevasi dasar akan berubah. Perubahan elevasi dasar saluran dapat berupa penurunan maupun kenaikan, untuk penurunan elevasi dasar saluran akan berhubungan dengan gerusan. Dalam hal ini, perubahan morfologi penampang saluran diakibatkan oleh pembuatan

pilar jembatan dalam 4 bentuk, yaitu belah ketupat, kotak lingkaran dan palung. Perubahan elevasi dasar saluran akan mempunyai karakteristik yang berbeda pada ke empat bentuk pilar tersebut seperti Gambar 16.



Gambar 16 Hasil simulasi *software iRIC: Nays2DH 1.0* dengan *output elevation (m)*

Karena perubahan elevasi dasar saluran terlihat kurang jelas baik penurunan maupun kenaikan elevasinya, maka dilakukan tinjauan dari beberapa potongan di sekitar pilar jembatan. Peninjauan tersebut dilakukan untuk pengakuratan analisis mengenai perubahan elevasi dasar saluran terutama analisis mengenai gerusan di sekitar pilar. Peninjauan dilakukan dengan menggunakan grafik yang dibuat dari *Microsoft Excel* dengan data hasil dari *output software iRIC Nays 2DH 1.0*. Peninjauan ini dilakukan dengan 8 potongan sebagai berikut.

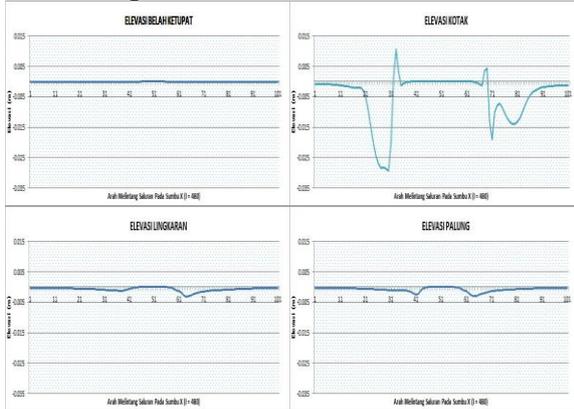


Gambar 17 Tinjauan potongan elevasi dasar

Keterangan gambar

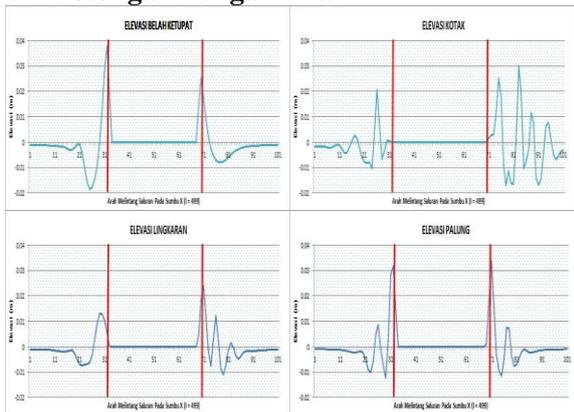
- Potongan 1-1 = Potongan Hulu Pilar
- Potongan 2-2 = Potongan Tengah Pilar
- Potongan 3-3 = Potongan Hilir Pilar 1
- Potongan 4-4 = Potongan Hilir Pilar 2
- Potongan 5-5 = Potongan Hilir Pilar 3
- Potongan 6-6 = Potongan Sisi Kiri Pilar
- Potongan 7-7 = Potongan Tengah Memanjang Pilar
- Potongan 8-8 = Potongan Sisi Kanan Pilar

a. Potongan Hulu Pilar



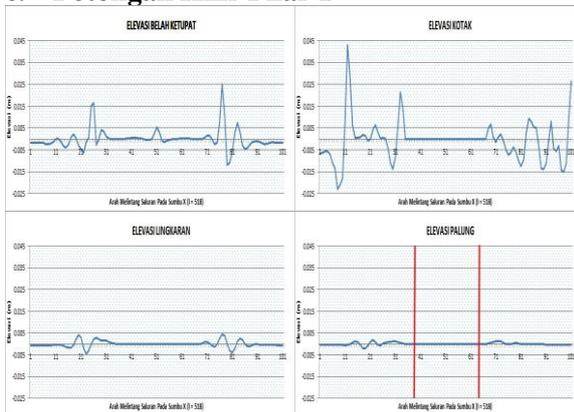
Gambar 18 Grafik elevasi dasar saluran potongan hulu pilar pada ke empat bentuk

b. Potongan Tengah Pilar



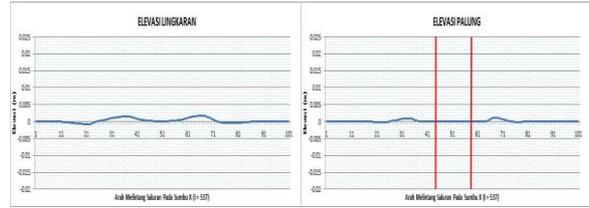
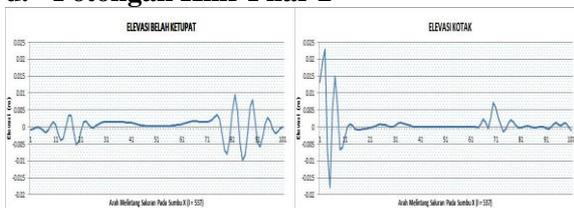
Gambar 19 Grafik elevasi dasar saluran potongan tengah pilar pada ke empat bentuk

c. Potongan Hilir Pilar 1



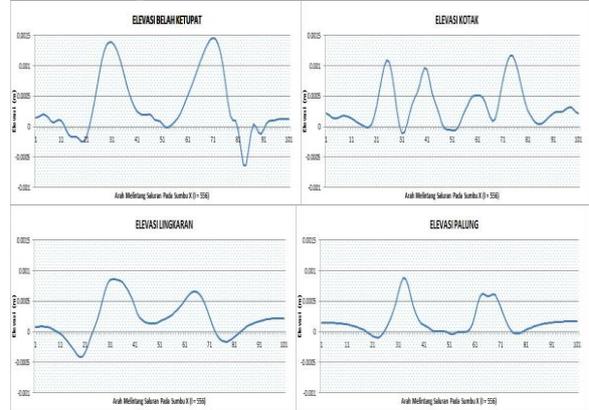
Gambar 20 Grafik elevasi dasar saluran potongan hilir pilar 1 pada ke empat bentuk

d. Potongan Hilir Pilar 2



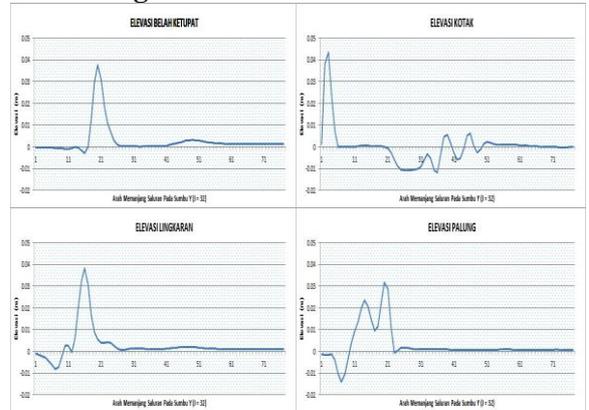
Gambar 21 Grafik elevasi dasar saluran potongan hilir pilar 2 pada ke empat bentuk

e. Potongan Hilir Pilar 3



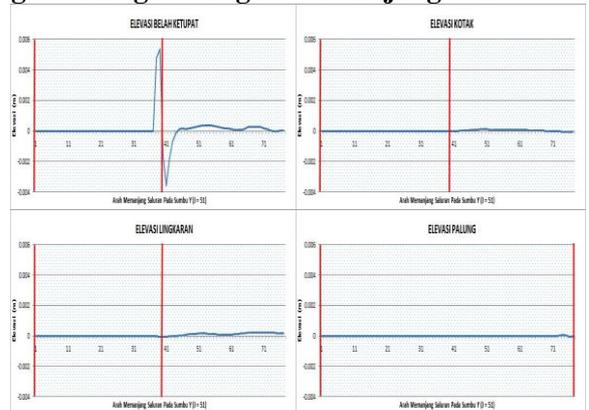
Gambar 22 Grafik elevasi dasar saluran potongan sisi kiri pilar pada ke empat bentuk

f. Potongan Sisi Kiri Pilar



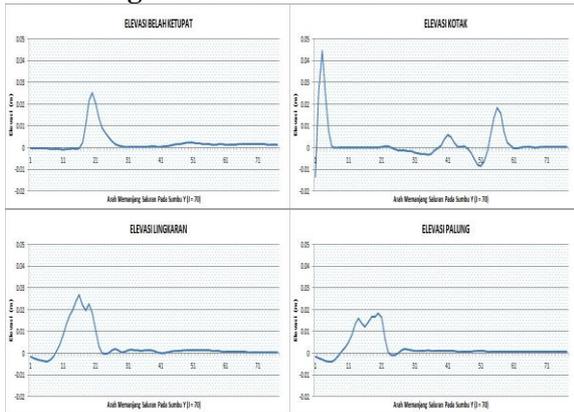
Gambar 23 Grafik elevasi dasar saluran potongan sisi kiri pilar pada ke empat bentuk

g. Potongan Tengah Memanjang Pilar



Gambar 24 Grafik elevasi dasar saluran potongan memanjang tengah pilar pada ke empat bentuk

h. Potongan Sisi Kanan Pilar



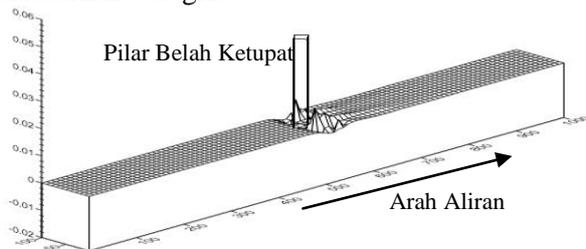
Gambar 25 Grafik elevasi dasar saluran

potongan sisi kanan pilar pada ke empat bentuk

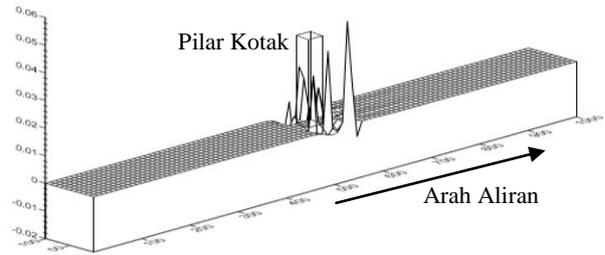
Grafik potongan tersebut memiliki sumbu x yang berupa jarak potong dan sumbu y yang berupa elevasi dasar (m), setiap satu potongan grafik memiliki batas nilai elevasi muka air yang sama, agar terlihat jelas perbedaan elevasi muka air yang dihasilkan dari ke empat bentuk pilar tersebut. Terdapat juga garis tebal di tengah grafik yang menunjukkan pilar jembatan. Dari pengamatan visual ke delapan grafik potongan tersebut, terlihat elevasi dasar yang memiliki nilai yang paling stabil atau memiliki amplitudo yang rendah adalah pilar jembatan bentuk palung. Selain itu, pilar jembatan bentuk palung memiliki nilai gerusan atau penurunan elevasi dasar yang paling kecil dari ke empat pilar.

4. Analisa Elevasi Dasar dengan Software Surfer 9

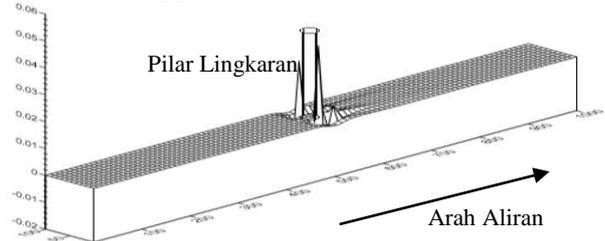
Untuk memperkuat pengamatan secara visual, maka dilakukan analisis menggunakan software pendukung *Surfer 9* dengan input data dari hasil *export iRIC Nays 2DH 1.0*. *Surfer 9* merupakan salah satu perangkat lunak produk *Golden Software, Inc.* untuk pembuatan peta kontur dan pemodelan tiga dimensi yang didasarkan atas grid.



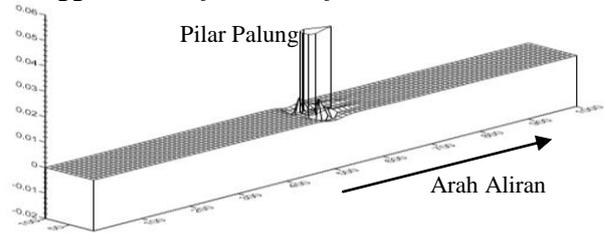
Gambar 26 Tampilan elevasi dasar dengan pilar jembatan bentuk belah ketupat dalam bentuk 3D menggunakan software *Surfer 9*



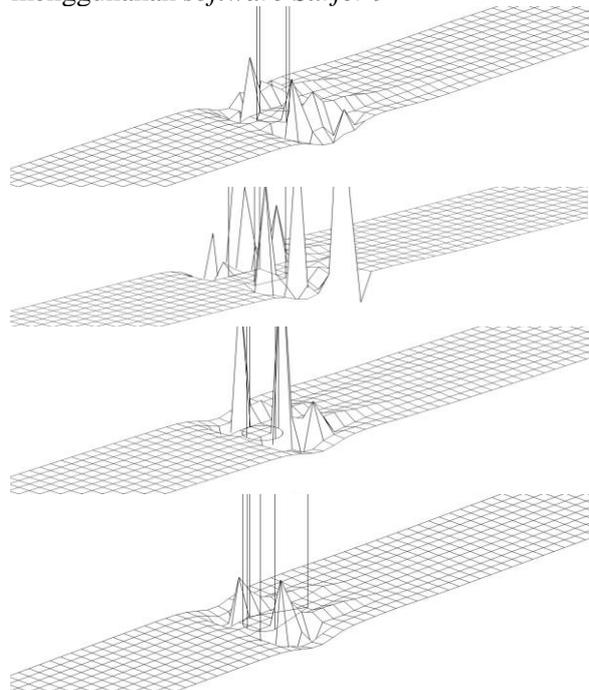
Gambar 27 Tampilan elevasi dasar dengan pilar jembatan bentuk kotak dalam bentuk 3D menggunakan software *Surfer 9*



Gambar 28 Tampilan elevasi dasar dengan pilar jembatan bentuk lingkaran dalam bentuk 3D menggunakan software *Surfer 9*



Gambar 29 Tampilan elevasi dasar dengan pilar jembatan bentuk palung dalam bentuk 3D menggunakan software *Surfer 9*



Gambar 30 Tampilan elevasi dasar ke empat bentuk pilar setelah diperbesar menggunakan software *Surfer 9*

Elevasi dasar saluran dengan tampilan *Surfer 9* lebih terlihat jelas jika dibandingkan dengan tampilan pada *iRIC Nays 2DH 1.0*. Pada tampilan *Surfer 9*, dapat terlihat elevasi dasar saluran pada pilar jembatan bentuk kotak sangat tidak stabil dan mempengaruhi pilar jembatan. Ketika elevasi dasar saluran mengalami penurunan pada sekitar pilar, maka pilar tersebut mengalami gerusan lokal. Gerusan lokal yang paling besar terjadi pada pilar jembatan bentuk kotak. Tidak hanya terjadi gerusan paling tinggi di sekitar pilar, bentuk kotak pun mempengaruhi perubahan elevasi dasar sampai menuju dinding saluran.

Pada pilar bentuk belah ketupat dan lingkaran, terjadi pula perubahan elevasi dasar saluran. Namun, perubahan elevasi pada ke dua bentuk pilar tersebut tidak sebesar pada pilar jembatan bentuk kotak. Elevasi dasar pada pilar jembatan bentuk lingkaran umumnya terjadi berupa kenaikan elevasi yang cukup tinggi. Berbeda dengan pilar jembatan bentuk belah ketupat perubahan elevasi umumnya terjadi berupa penurunan yang akan berpotensi terjadi gerusan lokal.

Sedangkan pada pilar jembatan bentuk palung, elevasi dasar saluran terjadi sangat kecil di sekitar pilar jembatan. Perubahan elevasi dasar hanya terjadi pada sisi kanan dan kiri di hulu pilar saja. Pada bagian hilir pilar jembatan, hampir sama sekali tidak terjadi perubahan elevasi dasar. Dalam hal ini terlihat jelas bahwa, pilar jembatan bentuk palung merupakan bentuk yang memiliki nilai gerusan yang paling kecil diantara ke empat bentuk pilar jembatan.

F. KESIMPULAN DAN SARAN

1. Kesimpulan

Berdasarkan data serta hasil analisis dan pembahasan dapat disimpulkan sebagai berikut :

- 1.) Berdasarkan simulasi dengan *software iRIC Nays2DH 1.0* pada *output velocity* (ms-1), bentuk pilar jembatan yang paling kecil mempengaruhi kecepatan aliran untuk kembali normal adalah pilar jembatan bentuk palung.
- 2.) Berdasarkan simulasi dengan *software iRIC Nays2DH 1.0* pada *output arrow velocity* (ms-1), bentuk pilar jembatan yang paling kecil mempengaruhi pola turbulensi aliran untuk kembali normal adalah pilar jembatan bentuk palung.
- 3.) Berdasarkan simulasi dengan *software iRIC Nays2DH 1.0* pada *elevation* (m), bentuk pilar jembatan yang mempunyai gerusan

paling kecil di sekitar pilar jembatan adalah pilar jembatan dengan bentuk palung. Analisa tersebut diperkuat dengan tinjauan grafik pada 5 potongan melintang dan 3 potongan memanjang di sekitar pilar jembatan. Selain itu, digunakan tinjauan 3D menggunakan *software Surfer 9* untuk semakin memperkuat analisa gerusan yang terjadi di sekitar pilar jembatan.

- 4.) Berdasarkan pengamatan visual di tinjau dari kecepatan aliran, pola turbulensi aliran (arah aliran), elevasi muka air dan elevasi dasar saluran, pilar jembatan bentuk kotak merupakan bentuk yang paling tidak baik untuk dijadikan pilar jembatan, karena akan dengan mudah menurunkan daya dukung dan stabilitas keamanan struktur jembatan.

2. Saran

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

- 1.) Perlu ada perbandingan hasil antara model matematik menggunakan *software iRIC Nays2DH 1.0* dengan model fisik menggunakan *flume* di laboratorium agar mengetahui tingkat keakuratan analisis data.
- 2.) Dalam pembuatan geometri menggunakan *software iRIC Nays2DH 1.0*, diperlukannya analisis dengan data geometri sungai yang sudah ada untuk mengetahui gerusan dan transpot sedimen sungai tersebut.
- 3.) Untuk proses *running* pada *software iRIC Nays2DH 1.0* perlu ditambahkan variasi data, seperti debit, kemiringan saluran dan waktu *running*.

G. DAFTAR PUSTAKA

- Syarvina, S. (2013). *Mekanisme Gerusan Lokal Pada Pilar Silinder Tunggal Dengan Variasi Debit*. Jurnal Teknik Sipil USU, 2(3).
- Ariyanto, A. (2014). *Analisis Bentuk Pilar Jembatan Terhadap Potensi Gerusan Lokal (Studi kasus Model Pilar Penampang Persegi Panjang dan Ellips)*. Jurnal APTEK, 2(1), 41-51.
- Rahmadani, S. (2014). *Mekanisme Gerusan Lokal Dengan Variasi Bentuk Pilar (Eksperimen)*. Jurnal Teknik Sipil USU, 3(2).

- Mulyandari, R. (2010). *Kajian Gerusan Lokal Pada Ambang Dasar Akibat Variasi Q (Debit), I (Kemiringan) Dan T (Waktu)*. (Doctoral dissertation, Universitas Sebelas Maret).
- Ikhsan, J. (2007). *Pengaruh Bentuk Model Pilar Jembatan Terhadap Kedalaman Gerusan Lokal*. Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- Daties, Y. (2012). *Kajian Perubahan Pola Gerusan pada Tikungan Sungai Akibat Penambahan Debit*. Jurusan Sipil Universitas Hasanuddin.
- Sucipto. (2011). *Pengaruh Kecepatan Aliran Terhadap Gerusan Lokal pada Pilar Jembatan dengan Perlindungan Groundsill*. Jurusan Teknik Sipil UNNES.
- Istiarto, (2002). *Geometri dan Kapasitas Tampang Sungai*, Perumka-FT UGM, Yogyakarta
- Syarvina & Terunajaya. (2013). *Mekanisme gerusan lokal pada pilar silinder tunggal dengan variasi debit*. Skripsi. Medan: USU
- Ariyanto,A. (2002). *Analisis Bentuk Pilar Jembatan*, no. 1982: 41–51.