

**ANALISIS HIDROLIKA PADA ABUTMENT JEMBATAN AKIBAT PERUBAHAN BENTUK PILAR DENGAN SIMULASI SOFTWARE IRIC NAYS 2D)**

*(The Analysis of Hydraulics on the Bridge Abutments Due to Changes in the form of Pier with Simulation software IRIC nays 2D)*

Septiandi Prabowo<sup>2</sup>, Puji Harsanto<sup>3</sup>, Jaza'ul Ikhsan<sup>4</sup>

**INTISARI**

*Pada masa sekarang, banyak sekali sungai yang memisahkan antar daratan suatu kota di Indonesia, yang mana hal itu akan membuat perjalanan darat terbatas. Oleh karena itu, pada suatu sungai yang memisahkan suatu daratan dibangun jembatan, di mana jembatan tersebut berfungsi untuk menghubungkan suatu daratan yang terpisah.*

*Pada penelitian ini simulasi dibuat dengan menggunakan software iRIC: Nays2DH 1.0 dengan debit yang digunakan adalah 0,005 m<sup>3</sup>/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 adalah nol (=0). Sedangkan untuk lebar pilar yang digunakan adalah 19 cm dan 23 cm dengan bentuk belah ketupat, kotak, lingkaran dan palung.*

*Hasil simulasi menggunakan software IRIC Nays 2D versi 2.3 bahwa dilihat dari 5 titik tinjauan di sekitar abutmen, fluktuasi kecepatan dari dimensi lebar pilar 19 cm dengan lebar saluran 50 cm yang paling besar ada pada pilar kotak dengan nilai 0,4686 m/s<sup>-1</sup>, kecepatan aliran yang terendah ada pada pilar belah ketupat dengan nilai 0.1732 m/s<sup>-1</sup> dan fluktuasi kecepatan dari dimensi lebar pilar 23 cm dengan lebar saluran 50 cm yang paling besar ada pada pilar palung dengan nilai 0,475 m/s<sup>-1</sup> dan kecepatan aliran yang terendah ada pada pilar kotak dengan nilai 0,1373m/s<sup>-1</sup>. Kecepatan yang terjadi adalah rerata berada pada ujung pilarnya untuk kecepatan aliran yang stabil dan elevasi dasar saluran dengan nilai kecil dari awal aliran mengenai pilar hingga akhir pilar adalah bentuk pilar palung.*

**Kata kunci :** abutmen, elevasi, erosi/gerusan, kecepatan, pilar.

<sup>1</sup>Disampaikan pada Seminar Tugas Akhir

<sup>2</sup>Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

NIM : 20120110057, e-mail : [septiandi.prabowo@gmail.com](mailto:septiandi.prabowo@gmail.com)

<sup>3</sup>Dosen pembimbing I

<sup>4</sup>Dosen pembimbing II

**1. PENDAHULUAN**

**1.1 Latar Belakang**

Gerusan dan aliran air yang terjadi disekitar jembatan akan membentuk aliran putar yang ada pada sekitar pilar, aliran tersebut akan masuk kedalam pada sekitar pilar dan akan membentuk kecepatan yang tinggi menjadi rendah, semakin aliran masuk ke dalam sampai dasar dari pilar jembatan kecepatan akan rendah. Pada saat

air mengalir dan membentur suatu bangunan yang ada di tengah sungai maka aliran akan berbelok dan tergerus. Oleh karena itu, kecepatan konsentrasi aliran terhadap tebing jembatan atau abutmen jembatan harus diperhatikan, karena bisa saja hal itu merusak dari abutmen tersebut dan tererosi.

Gerusan yang terjadi pada abutmen merupakan gerusan total (*total scour*) yaitu kombinasi antara gerusan lokal (*local scour*)

dan gerusan umum (*general scour*). Bisa juga kombinasi antara gerusan lokal, gerusan umum dan gerusan terlokalisir atau penyempitan (*localized scour / constriction scour*). Gerusan lokal yang terjadi di sekitar abutmen jembatan ataupun pilar disebabkan oleh sistem pusaran air (*vortex system*) karena adanya gangguan pola aliran akibat halangan dan gerusan terlokalisir terjadi karena adanya penyempitan penampang sungai oleh adanya penempatan bangunan hidraulika yaitu pilar. Dengan adanya gerusan yang terjadi pada abutmen, sehingga butuh pemilihan bentuk pilar yang tepat, agar gerusan dan erosi yang terjadi pada abutmen bisa dimimalisir.

Dengan kondisi seperti ini, perlu adanya simulasi aliran yang terjadi pada abutmen akibat perubahan pilar agar pada saat pemilihan pilar, erosi yang terjadi pada abutmen bisa berkurang. Simulasi yang dilakukan menggunakan *IRIC Nays 2D* versi 2.3.

## 1.2 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

- a. Untuk mengetahui perubahan elevasi dasar sungai/saluran yang terjadi di sekitar abutmen akibatnya adanya bangunan struktur yang ada di tengah sungai.
- b. Mengetahui perbandingan diameter pilar dengan lebar sungai yang aman terhadap gerusan lokal.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Gerusan

Gerusan adalah fenomena alam yang disebabkan oleh aliran air yang biasanya terjadi pada dasar sungai yang terdiri dari material *alluvial* namun terkadang dapat juga terjadi pada dasar sungai yang keras. Pengalaman menunjukkan bahwa gerusan dapat menyebabkan terkikisnya tanah di sekitar fondasi dari sebuah bangunan pada aliran air. Gerusan biasanya terjadi sebagai bagian dari perubahan morfologi dari sungai dan perubahan akibat bangunan buatan manusia (Ariyanto,2010)

### 2.2 Pengaruh Bangunan Di Tengah Sungai Terhadap Aliran

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 kedalaman gerusan akan semakin kecil (Rahmadani,1995)

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). Dari bentuk-bentuk abutmen, bentuk abutmen mempunyai karakteristik dan keuntungan masing-masing dalam mempertahankan permasalahan yang dihadapinya.

### 2.3 Simulasi

Aliran yang terjadi pada sungai disertai proses penggerusan dan deposisi dapat diakibatkan kondisi morfologi sungai dan adanya bangunan sungai yang menghalangi aliran. Pada bentuk pilar silinder semakin besar debit yang terjadi maka akan semakin besar pula kecepatan aliran dan kedalaman gerusan yang terjadi. Penambahan kedalaman gerusan pada menit-menit awal terjadi secara cepat pada berbagai debit aliran pada pilar. Perkembangan kedalaman gerusan terhadap waktu pada pilar silinder dengan debit aliran untuk masing-masing pilar bahwa gerusan awal yang terjadi pada umumnya dimulai dari sisi samping pilar bagian depan (Syarvina dan Terunajaya,2013).

Untuk mengendalikan terjadinya gerusan lokal direduksi dengan menempatkan sebuah plat (collar) pada abutmen atau dengan memasang tirai (screen) di bagian hulu abutmen, sedangkan gerusan umum/degradasi direduksi dengan memasang ground sill di hilir abutmen. Berdasarkan kajian persamaan fungsi menunjukkan bahwa terdapat hubungan yang erat antara kedalaman gerusan dengan angka Reynold dan angka Froud aliran. Sehingga kedalaman gerusan sangat dipengaruhi oleh kecepatan aliran, kedalaman aliran, kekentalan aliran (viskositas), gravitasi aliran dan lebar dasar abutmen. Semakin besar kecepatan aliran atau semakin lebar dasar abutmen atau juga semakin tinggi kedalaman aliran akan menyebabkan semakin besarnya kedalaman gerusan (Abdurrosyid dan fatchan, 2007).

### 3. LANDASAN TEORI

#### 3.1 Sungai

Sungai adalah media pengangkut utama yang membawa sedimen dari daratan ke laut, di mana sedimen tadi akan diendapkan atau terus diangkat ke laut. Namun tidak semua sedimen yang dihasilkan ini diangkat ke laut, tetap sebagian akan terendap di daratan di bawah proses sungai itu sendiri. Morfologi menurut Miall (1977) dapat dibagi menjadi 5, yaitu:

- a. Sungai Lurus (*Straight*)
- b. Sungai Sinuous
- c. Sungai Berburai (*Braided*)
- d. Sungai Berliku (*Meandering*)
- e. Sungai Anastomosing

#### 3.2 Pengertian Gerusan

Gerusan adalah erosi pada dasar dan tebing saluran alluvial (Hoffman dan Verheij, 1997). Gerusan merupakan proses semakin dalamnya dasar sungai karena interaksi antara aliran dengan material sungai. Proses penggerusan akan terjadi secara alami, baik secara morfologi sungai seperti tikungan sungai atau penyempitan sungai, atau pengaruh hidraulika yang menghalangi aliran yaitu abutmen jembatan.

Gerusan yang terjadi pada abutmen maupun pilar jembatan adalah merupakan gerusan total (*total scour*), yaitu kombinasi antara gerusan lokal (*local scour*) dan gerusan umum (*general scour*). Bisa juga kombinasi gerusan lokal, gerusan umum dan gerusan terokalisir atau penyempitan (*localized scour/contriction scour*). Gerusan lokal terjadi di sekitar abutmen jembatan atau pilar disebabkan oleh system pusaran air (*vortex system*) karena adanya gangguan aliran akibat rintangan, dan gerusan lokalisir terjadi karena adanya penyempitan penampang oleh adanya penempatan bangunan hidraulika (Yulistiyanto dkk., 1998), sedangkan gerusan umum yang terjadi melintang sungai di sepanjang saluran yang menyebabkan degradasi dasar disebabkan oleh energi dari energy aliran air (Raudkivi dan Ettema, 1983).

#### 3.3 Abutmen

Abutmen adalah struktur di ujung-ujung jembatan yang berfungsi sebagai kaki jembatan yang berfungsi untuk menyalurkan beban, dalam hal ini struktur tersebut masuk ke dalam sungai. Terdapat berbagai jenis abutmen, dimana pemilihan jenis abutmen didasarkan pada analisis kebutuhan kekuatan, analisis kekuatan analisis ekonomi, analisis lingkungan dan analisis lainnya.

#### 3.4 IRIC Nays 2D

Nays 2D 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

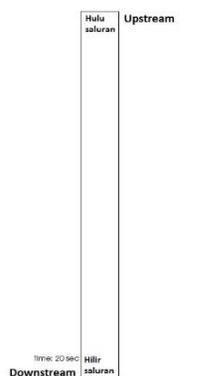
kemudian menghasilkan program *IRIC* Versi 2.0 pada Maret 2011.

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.

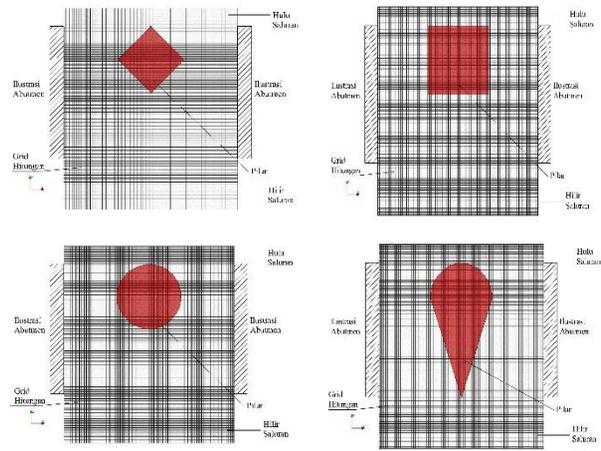
#### 4. METODE PENELITIAN

##### 4.1 Pengumpulan Data

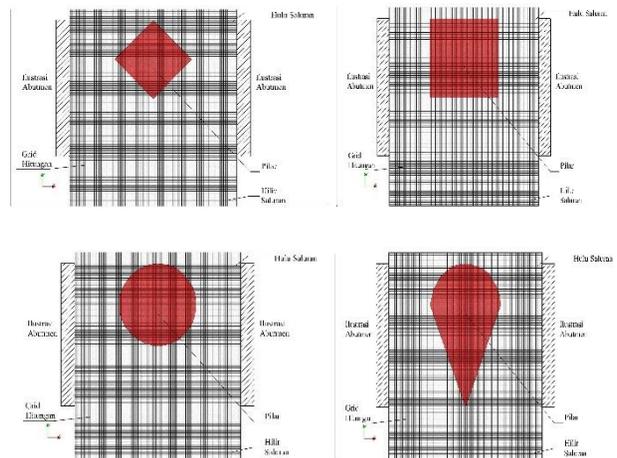
Untuk melaksanakan penelitian ini, simulasi yang digunakan menggunakan *software IRIC*. Pada *software* ini fungsi numerik yang digunakan adalah *Ny2D*, dimana fungsi ini bisa mensimulasikan keadaan aliran air ketika ada bangunan pilar jembatan yang berada di tengah sungai. Pada simulasi ini menggunakan 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. dengan debit  $0,005 \text{ m}^3/\text{s}$  aliran pada simulasi ini, dimensi penampang yang digunakan adalah panjang 5 meter dan lebar 0,5 meter. Untuk dimensi pilar yang digunakan adalah diameter pilar 19 cm dan 23 cm. Berikut adalah gambar saluran dan bentuk-bentuk pilar adalah sebagai berikut:



Gambar 1 Tampak atas penampang saluran

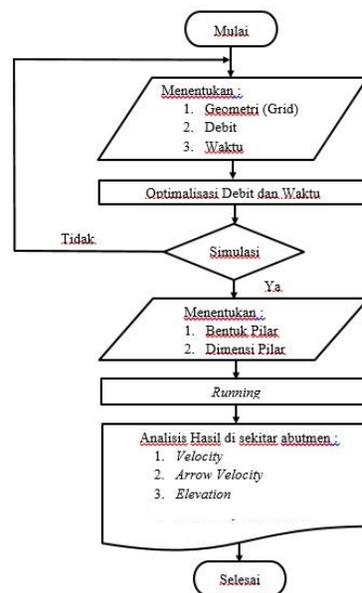


Gambar 2 Empat bentuk pilar dengan dimensi lebar pilar 19 cm



Gambar 2 Empat bentuk pilar dengan dimensi lebar pilar 23 cm

##### 4.2 Bagan Alir Penelitian



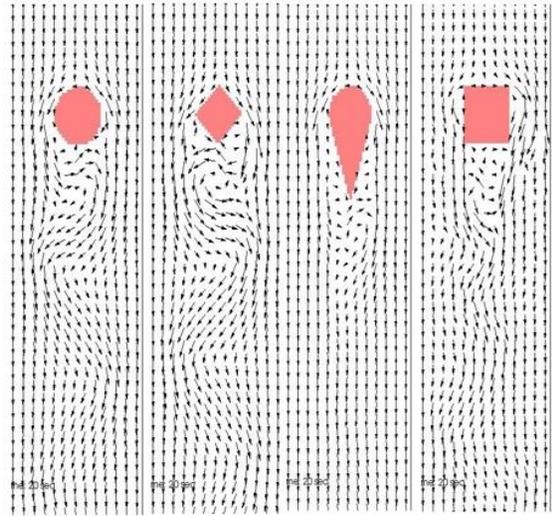
Gambar 4 Flowchart simulasi IRIC

## 5. HASIL DAN PEMBAHASAN

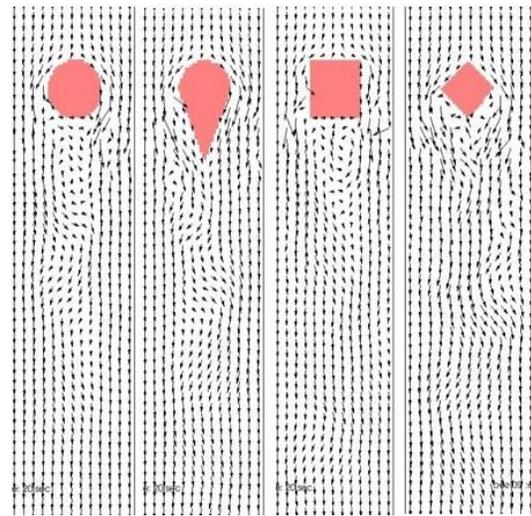
Berdasarkan hasil simulasi yang dibuat, bahwa adanya pengaruh dari fluktuasi elevasi dasar saluran dan fluktuasi kecepatan di sekitar abutmen. begitu juga pada saat dipotong pada daerah di sekitar abutmen pada detik ke-20 (terakhir) juga menunjukkan adanya perubahan pada keempat pilar dengan karakter kenaikan dan penurunan yang berbeda.

Berdasarkan fluktuasi kecepatan dari 5 titik tinjauan di sekitar abutmen, dari dimensi lebar pilar 19 cm dengan lebar saluran 50 cm yang paling besar ada pada pilar kotak dengan nilai  $0,4686 \text{ m/s}^{-1}$ , kecepatan aliran yang terendah ada pada pilar belah ketupat dengan nilai  $0,1732 \text{ m/s}^{-1}$  dan fluktuasi kecepatan dari dimensi lebar pilar 23 cm dengan lebar saluran 50 cm yang paling besar ada pada pilar palung dengan nilai  $0,475 \text{ m/s}^{-1}$  dan kecepatan aliran yang terendah ada pada pilar kotak dengan nilai  $0,1373 \text{ m/s}^{-1}$ . Kecepatan yang terjadi adalah merata berada pada ujung pilarnya untuk kecepatan aliran yang stabil dan elevasi dasar saluran dengan nilai kecil dari awal aliran mengenai pilar hingga akhir pilar adalah bentuk pilar palung.

Berdasarkan fluktuasi elevasi dasar saluran dari 5 titik tinjauan di sekitar abutmen, dari dimensi lebar pilar 19 cm dengan lebar saluran 50 cm yang paling besar, penambahan elevasi dasar saluran yang tertinggi ada pada titik E pada pilar kotak dengan nilai 0,00203 meter, elevasi dasar saluran yang terendah atau terkikisnya muka dasar saluran ada pada titik E pada pilar kotak dengan nilai -0,01465 meter dan fluktuasi kecepatan dari dimensi lebar pilar 23 cm dengan lebar saluran 50 cm yang paling besar penambahan elevasi dasar saluran yang tertinggi ada pada titik D pada pilar kotak dengan nilai 0,0287 meter dan elevasi dasar saluran yang terendah atau terkikisnya muka dasar saluran ada pada titik D pada pilar palung dengan nilai -0,0257 meter.



Gambar 5 Arah aliran pada dimensi lebar pilar 19 cm



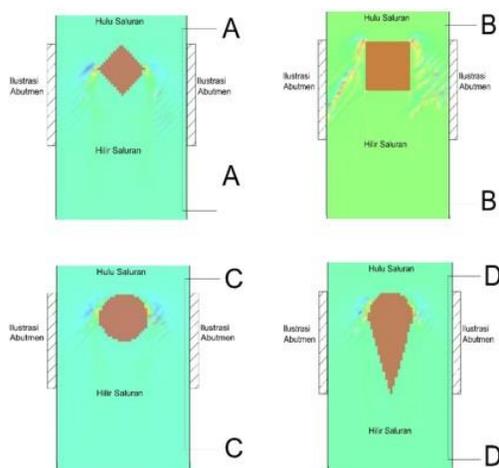
Gambar 6 Arah aliran pada dimensi lebar pilar 23 cm

Pada Gambar (5) dan (6) pada adalah arah aliran yang terjadi pada penampang sungai. Ini menunjukkan bahwa pada dimensi pilar 23 cm pada kotak tampak lebih berpengaruh dibandingkan dengan dimensi pilar 19 cm terhadap arah belokan aliran yang terjadi di sekitar pilar yang mengarah pada abutmen atau tepi sungai. Untuk bentuk pilar yang paling berpengaruh adalah pada pilar yang berbentuk kotak karena sampai menumbur dari tebing penampang sungai. Pada pilar berbentuk lingkaran adalah pilar yang sedikit atau tidak terlalu berbahaya untuk belokan arah aliran karena efek dari belokan karena bentuk pilar lingkaran ini menghasilkan kecepatan yang cepat tetapi arah aliran atau gerusan yang terjadi di

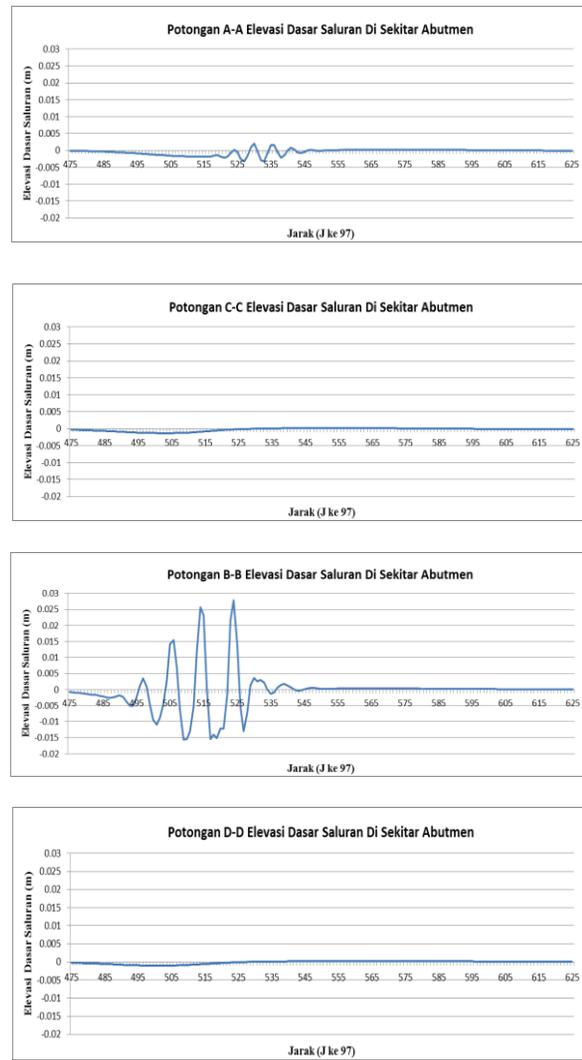
sekitar abutmen kecil, tidak seperti pilar dengan bentuk kotak.

Dengan adanya perbedaan bentuk pilar ini, akan sangat mempertimbangkan bentuk dari pilar yang akan direncanakan pada saat membuat struktur jembatan. Oleh karena itu, dengan adanya perbedaan pilar ini bisa mengetahui bentuk pilar dan dimensi seperti apa yang harus direncanakan pada awal perencanaan. Terlihat pada bentuk pilar palung dan lingkaran hanya perbedaan sedikit pada belokan aliran pada tebing sungai atau abutmen jembatan. Pada bagian ujung dari pilar berbentuk palung membantu aliran yang datang dari hulu untuk menetralkan belokan aliran beserta kecepatan aliran. Semakin besar membuat sudut maka akan semakin besar pula potensi aliran atau belokan aliran yang akan mengganggu struktur bawah jembatan yaitu abutmen. Begitu pula dengan besarnya pusaran air (*vortex*) terhadap kedalaman gerusan yang terjadi, tampak seperti pada pilar belah ketupat bahwa pada setelah aliran melalui pilar akan membentuk aliran yang berputar. Ini dikarenakan adanya penyempitan sudut karena pada awal sudut melebar dan langsung membentuk sudut sempit.

### 5.1 Pengaruh perubahan elevasi dasar saluran pada empat bentuk pilar dengan dimensi lebar pilar 19 cm terhadap abutmen.



Gambar 7 Empat jenis pilar yang dipotong di sekitar abutmen

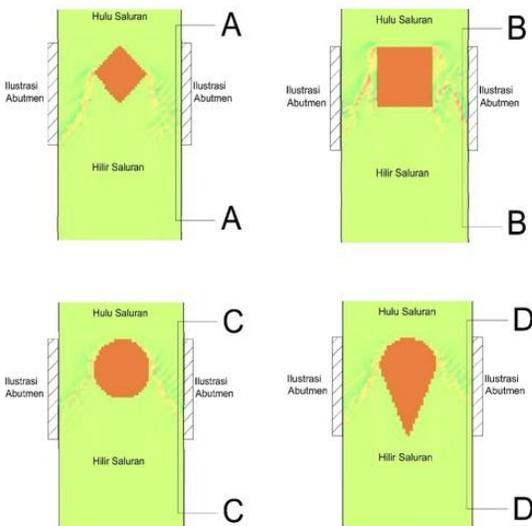


Gambar 8 Elevasi dasar saluran empat potongan pilar dengan dimensi lebar pilar 19 cm

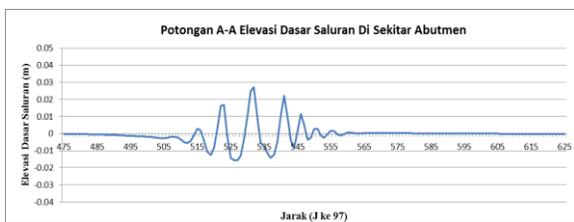
Pada Gambar (8), (9), (10), dan (11) adalah grafik keadaan elevasi dasar sungai yang dilihat secara memanjang yang di lihat pada aliran sebelum mengenai pilar dan sesudah mengenai pilar, disini bisa di lihat adanya perbedaan elevasi dasar sungai dari masing-masing pilar. Pada pilar belah ketupat elevasi dasar sungai cenderung kecil tetapi naik turun pada bagian sejajar pilar, berbeda dengan bentuk pilar kotak yang dari awal sudah terjadi naik turunnya elevasi dasar saluran. Pada bagian pilar palung dan lingkaran elevasi dasar saluran yang terjadi sangat kecil dan tidak terjadinya naik turun.

Elevasi yang terjadi pada pilar kotak ini menyebabkan gerusan pada abutmen, karena perubahan elevasi dasar yang terjadi sudah mulai dari awal terkena pilar. jika dibandingkan dengan bentuk pilar yang lain, bentuk pilar kotaklah yang mempunyai nilai yang paling besar untuk perubahan elevasi dasar saluran. Dari ke-empat pilar yang paling kecil perubahan elevasi dasar salurannya adalah bentuk pilar palung, perubahan yang terjadi hanya konstan, tidak naik turun seperti pada pilar kotak dan belah ketupat.

**5.2 Pengaruh perubahan elevasi dasar saluran pada empat bentuk pilar dengan dimensi lebar pilar 23 cm terhadap abutmen.**



Gambar 9 Empat jenis pilar yang dipotong di sekitar abutmen

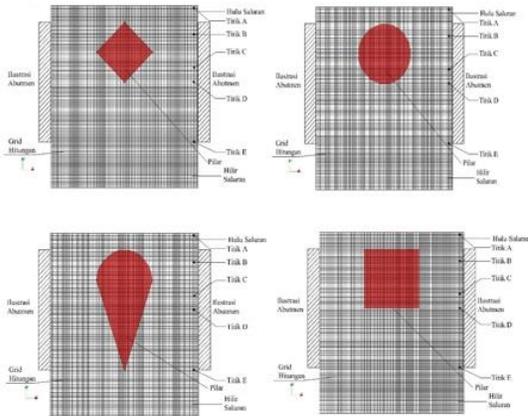


Gambar 10 Elevasi dasar saluran empat potongan pilar pada dimensi lebar pilar 23 cm

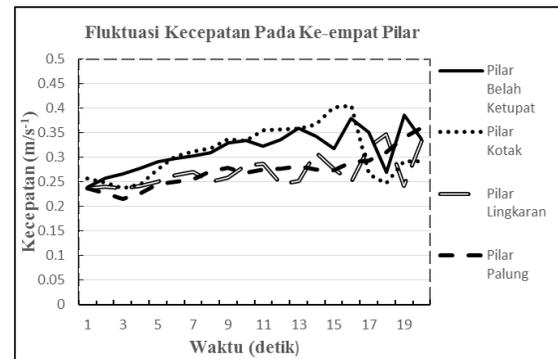
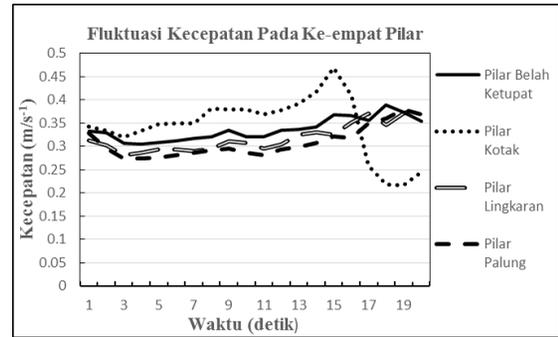
Pada Gambar (8) pada saat dimensi pilar 19 cm dengan dimensi pilar 23 cm pola dari elevasi berbeda, ini dikarenakan dimensi pilar yang diperbesar. Terlihat pada Gambar (10), jika dibandingkan dengan dimensi pilar yang lebih besar terhadap lebar saluran maka elevasi dasar saluran semakin membesar dengan bertambahnya dimensi pilar.

Adanya bentuk pilar dengan dimensi yang besar terhadap lebar saluran juga akan mempengaruhi arah aliran yang terjadi pada abutmen. pada pilar kotak terjadi perubahan elevasi dasar saluran yang besar dari pada dengan bentuk pilar yang lain. Pada pilar ini bisa menimbulkan arah aliran yang berbelok dengan kecepatan yang tinggi pada tebing sungai atau abutmen jembatan. Berbeda pula dengan bentuk pilar lainnya, seperti bentuk pilar belah ketupat memiliki penambahan elevasi dasar yang besar disbanding dengan pilar palung dan lingkaran, tetapi pada saat pengurangan/terkikisnya elevasi dasar saluran yang terjadi adalah yang paling kecil diantara ke-empat pilar. Untuk elevasi dasar saluran pada pilar lingkaran dan palung selalu memiliki nilai yang hampir selalu sama pada saat penambahan dari elevasi dasar maupun pengurangan dari elevasi dasar salurannya.

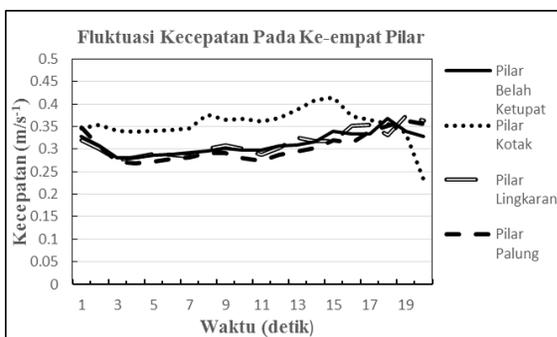
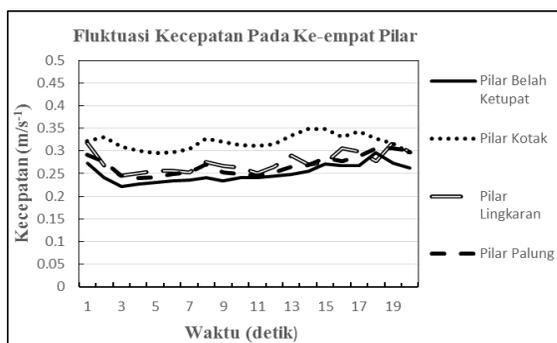
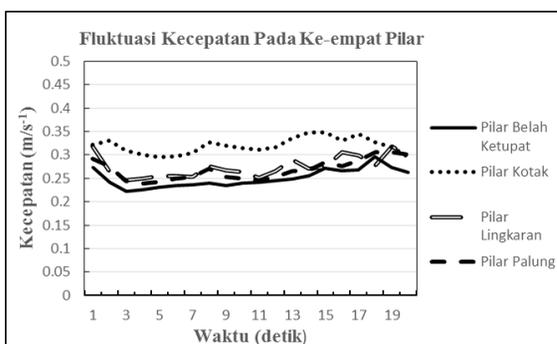
### 5.3 Pengaruh perubahan fluktuasi kecepatan aliran pada empat bentuk pilar dengan dimensi lebar pilar 19 cm terhadap abutmen.



Gambar 11 Empat jenis pilar yang ditinjau titik-titiknya di sekitar abutmen



Gambar 12 Titik tinjauan fluktuasi kecepatan aliran pada ke-empat pilar berturut-turut titik A, B, C, D dan E

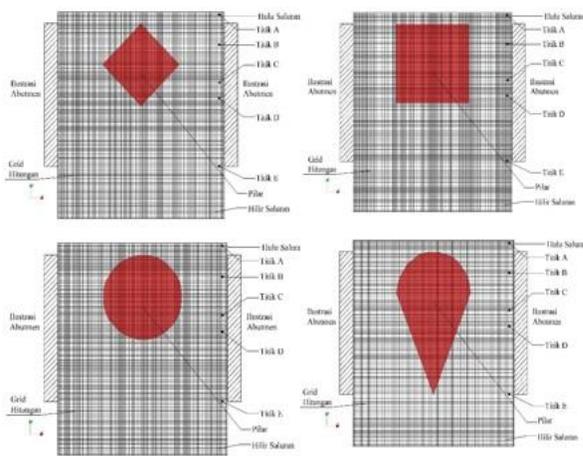


Fluktuasi kecepatan aliran yang terjadi pada ke-empat pilar, bentuk pilar yang mempunyai kecepatan dominan tinggi ada pada bentuk pilar kotak. Pada awal pengamatan setelah kotak diikuti dengan bentuk pilar lingkaran palung dan belah ketupat. Pilar belah ketupat mempunyai kecepatan yang rendah dibandingkan dengan bentuk pilar yang lain dan sedikit kemungkinannya terjadinya gerusan kecil. Tetapi, seiring dengan berjalannya waktu, pilar belah ketupat mempunyai kecepatan semakin tinggi dan menjadi kecepatan nomor dua tertinggi setelah pilar kotak.

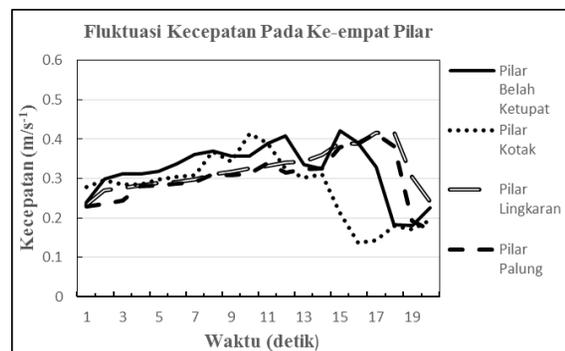
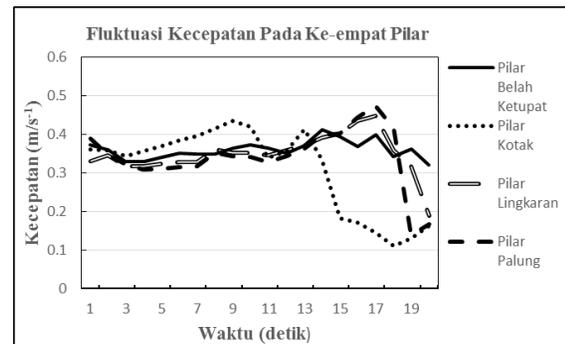
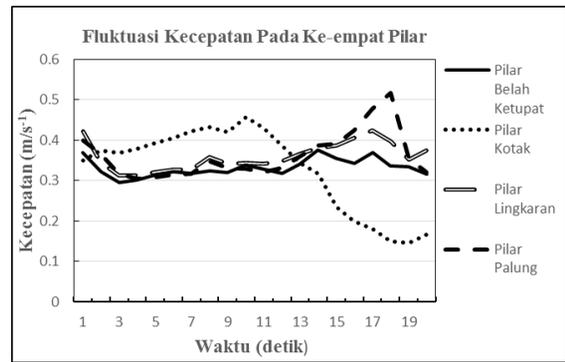
Pada grafik, pilar yang menunjukkan aliran kecepatan dengan kecepatan yang stabil pada awal mulai pilar ada pada pilar belah ketupat. Tetapi, fluktuasi kecepatan pada titik E pada pilar palung dengan dengan fluktuasi di pilar kotak, lingkaran dan belah ketupat bisa dibandingkan karena letaknya sama pada akhir/ujung pilar pada titik D, bahwa pilar palung mempunyai kecepatan yang rendah dibandingkan dengan kecepatan yang terjadi pada ujung

pilar. Dengan demikian, untuk bentuk pilar yang mempunyai kecepatan dominan yang tinggi dan kemungkinan terjadinya gerusan ada pada pilar kotak. Dan sebaliknya untuk bentuk pilar yang paling aman atau dengan kecepatan stabil dari titik awal hingga akhir ada pada pilar palung.

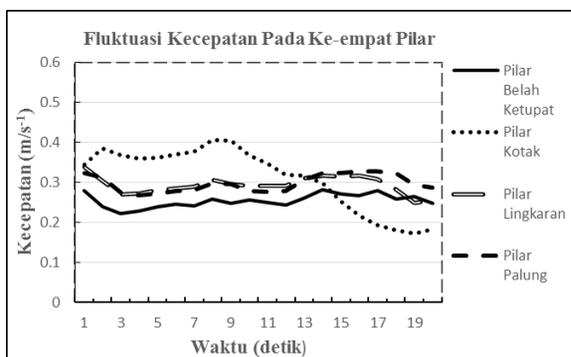
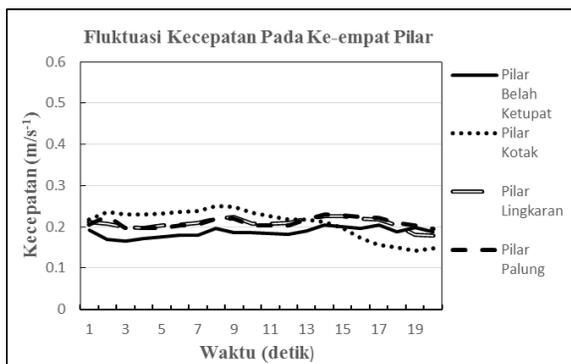
#### 5.4 Pengaruh perubahan fluktuasi kecepatan aliran pada empat bentuk pilar dengan dimensi lebar pilar 23 cm terhadap abutmen.



Gambar 13 Empat jenis pilar yang ditinjau titik-titiknya di sekitar abutmen



Gambar 14 Titik tinjauan fluktuasi kecepatan aliran pada ke-empat pilar berturut-turut titik A, B, C, D dan E

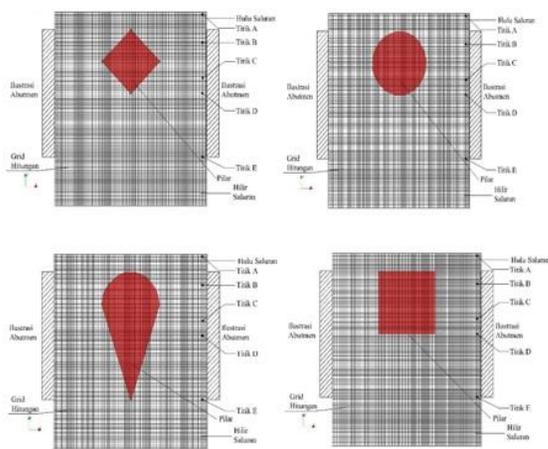


Fluktuasi kecepatan aliran, bahwa bentuk pilar yang paling dominan dalam kecepatan yang tinggi ada pada pilar kotak. Pada saat awal pilar kotak mendominasi tingginya kecepatan, tetapi pada pertengahan hingga akhir waktu, kecepatan yang terjadi pada pilar kotak menurun. Pada pilar belah ketupat, lingkaran dan palung seiring dengan bertambahnya waktu, kecepatan semakin meningkat dan meningkatnya konstan. Kecepatan yang awalnya rendah dan menjadi tinggi, bahkan melebihi dari kecepatan pilar kotak yaitu ada pada pilar belah ketupat.

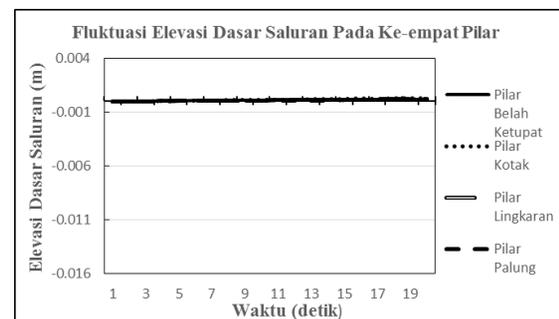
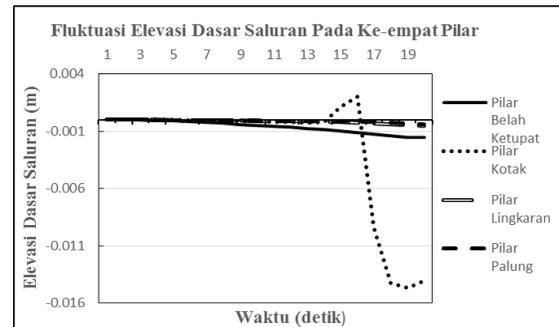
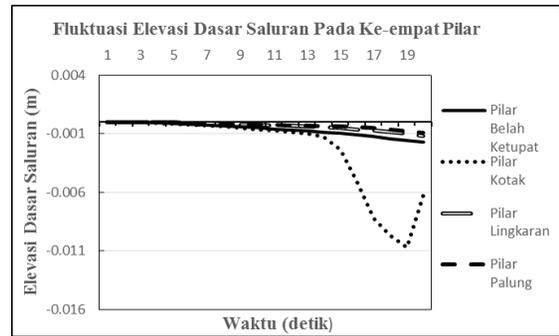
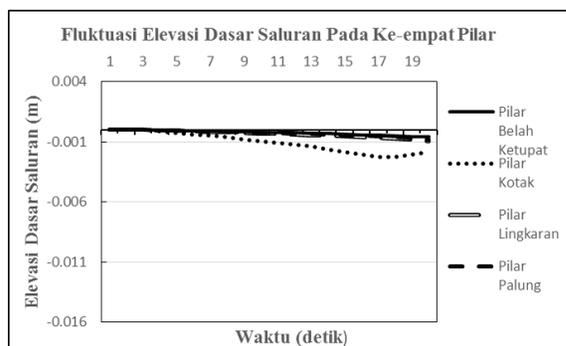
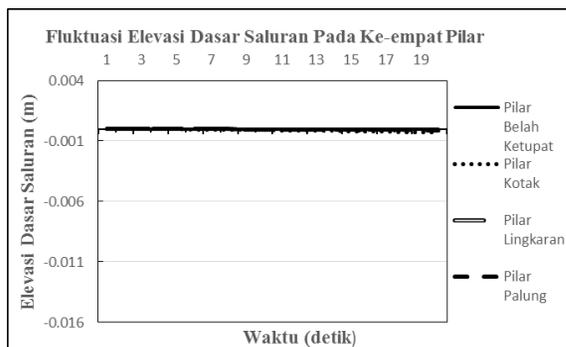
Ini menunjukkan bahwa dengan adanya perbedaan dimensi pilar, akan menunjukkan kecepatan aliran yang berbeda pula dan pola yang berbeda. Pada saat awal mulai aliran memasuki pilar, aliran kecepatan

yang dihasilkan adalah stabil, tetapi pada saat di tengah dari pilar sampai ujung dari pilar adanya kecepatan menjadi tidak stabil yang mana pada awal mempunyai kecepatan yang tinggi menjadi turun. Akan tetapi, karena bentuk pilar kotak dari awal sudah menunjukkan kecepatan yang tinggi, maka pilar dengan bentuk kotak ini menjadi sorotan akan adanya gerusan terhadap abutmen.

### 5.5 Pengaruh perubahan fluktuasi elevasi dasar saluran pada empat bentuk pilar dengan dimensi lebar pilar 19 cm terhadap abutmen.



Gambar 15 Empat jenis pilar yang ditinjau titik-titiknya di sekitar abutmen



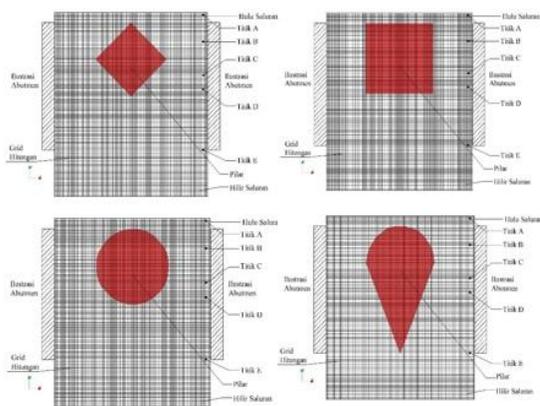
Gambar 16 Titik tinjauan fluktuasi elevasi dasar saluran pada ke-empat pilar berturut-turut titik A, B, C, D dan E

Pada tinjauan A,B,C,D dan E terlihat adanya perbedaan dari nilai perubahan elevasi dasar saluran yang terjadi pada masing-masing pilar. Perubahan elevasi dasar saluran yang paling dominan terjadi pada pilar kotak. Ini menunjukkan bahwa adanya gerusan yang besar terjadi pada pilar kotak, jika dibandingkan dengan bentuk pilar yang lain, perubahan yang terjadi hanya kecil. Dari titik pengamatan awal hingga akhir, pilar kotak yang mendominasi nilai elevasi dasar saluran tertinggi. Pada grafik ditunjukkan bahwa penurunan elevasi dasar saluran yang terjadi pada pilar kotak dan pada titik E, elevasi dasar saluran pada pilar kotak menjadi sangat kecil, ini dikarenakan bahwa aliran yang mengalir sudah melewati dari pilar, sehingga nilai dari elevasi dasar saluran menjadi konstan.

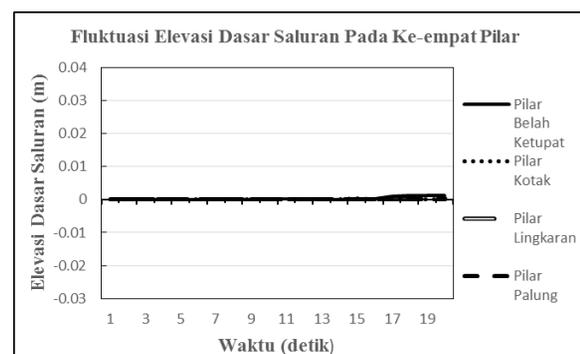
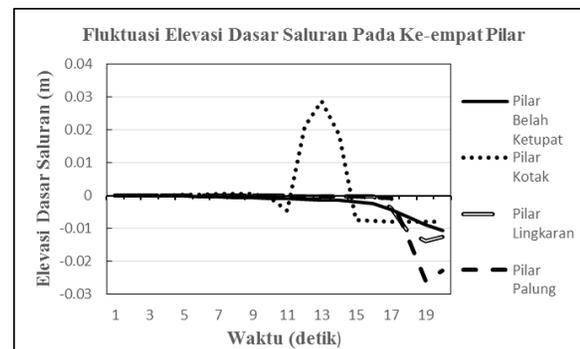
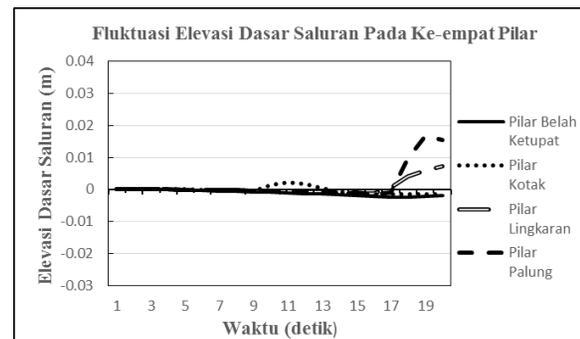
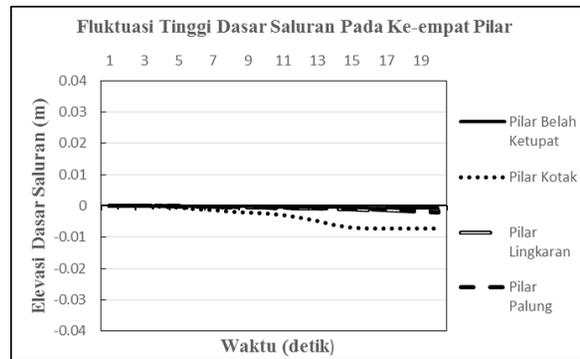
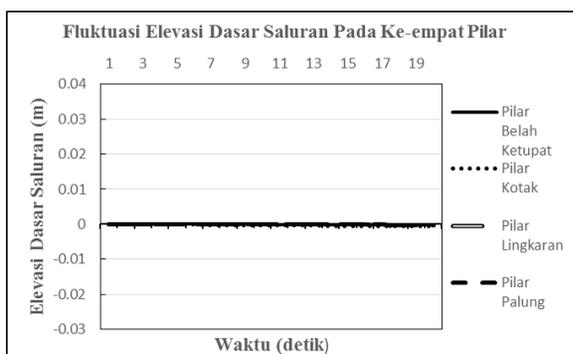
Pada grafik, pilar yang menunjukkan perubahan elevasi dasar saluran dengan nilai konstan pada awal mulai pilar sampai ujung pilar ada pada pilar palung. Fluktuasi elevasi dasar saluran pada titik E pada pilar palung dengan fluktuasi di pilar kotak, lingkaran dan belah ketupat bisa dibandingkan perbedaannya, karena letaknya sama pada akhir/ujung pilar pada titik D, bahwa pilar palung pada titik E mempunyai elevasi dasar saluran dengan nilai yang sama/konstan dibandingkan dengan elevasi dasar saluran yang terjadi pada ujung pilar pada titik D.

Pada pilar belah ketupat juga pada awal menjadi yang terendah pada elevasi dasar saluran, tetapi semakin lama elevasi dasar saluran semakin meningkat, ini menunjukkan akan adanya gerusan yang terjadi. Pada pilar palung erosi yang terjadi adalah kecil dan palung mempunyai nilai elevasi dasar saluran yang paling kecil di antara pilar yang lain, sehingga aman terhadap abutmen.

**5.6 Pengaruh perubahan fluktuasi elevasi dasar saluran pada empat bentuk pilar dengan dimensi lebar pilar 23 cm terhadap abutmen.**



Gambar 17 Empat jenis pilar yang ditinjau titik-titiknya di sekitar abutmen



Gambar 18 Titik tinjauan fluktuasi elevasi dasar saluran pada ke-empat pilar berturut-turut titik A, B, C, D dan E

Pada tinjauan A dan B terlihat bahwa pada awal titik pengamatan pilar kotak membuat adanya erosi pada elevasi dasar saluran, karena terkikisnya dasar saluran. Tetapi, setelah itu perubahan elevasi dasar yang terjadi kecil dan menyerupai pilar lingkaran dan palung. Sebaliknya pada pilar belah ketupat, pada pilar ini awalnya kecil, tetapi semakin lama semakin meningkat nilai dari elevasi dasar salurannya. Pada titik C

dan D pilar belah ketupat mempunyai elevasi dasar saluran dengan nilai konstan dan kecil penurunan dari elevasi dasar saluran, pada pilar kotak elevasi dasar saluran yang terjadi tinggi pada detik ke-13 dan turun secara drastic menjadi pengikisan pada dasar saluran. Pada pilar lingkaran dan palung pada awal nilai konstan, tetapi pada akhir, fluktuasi megakibatkan elevasi dasar saluran menjadi turun. Pada titik E elevasi dasar saluran seluruh jenis pilar menjadi konstan, ini dikarenakan aliran yang mempengaruhi sudah melewati pilar.

Pada grafik, pilar yang menunjukkan perubahan elevasi dasar saluran dengan nilai konstan pada awal mulai pilar, tetapi pada saat di tengah dari pilar palung terjadi penambahan dari elevasi dasar saluran, begitu juga pengikisan elevasi dasar saluran yang terjadi pada titik D dengan nilai yang paling besar diantara bentuk pilar yang lain. Fluktuasi elevasi dasar saluran pada titik E pada pilar palung dengan fluktuasi di pilar kotak, lingkaran dan belah ketupat bisa dibandingkan perbedaanya karena letaknya sama pada akhir/ujung pilar pada titik D, bahwa pilar palung pada titik E mempunyai elevasi dasar saluran dengan nilai yang sama/konstan dibandingkan dengan elevasi dasar saluran yang terjadi pada ujung pilar pada titik D.

## 6. KESIMPULAN DAN SARAN

### 6.1 Kesimpulan

Dari hasil dan pembahasan, didapat kesimpulan sebagai berikut :

1. Berdasarkan pola kecepatan aliran yang terjadi pada penampang sungai setelah *di-running*, kecepatan yang tinggi terjadi pada bentuk kotak, baik itu pada dimensi lebar pilar 19 cm dan dimensi lebar pilar 23 cm.
2. Berdasarkan arah aliran (*Velocity arrow*), bentuk pilar yang sampai pada abutmen jembatan adalah bentuk yang mempunyai perbandingan dimesi saluran dan dimensi pilar adalah kecil, dan itu terjadi pada

bentuk pilar dengan dimensi lebar pilar 19 cm. Dibandingkan dengan bentuk pilar dengan dimensi lebar pilar 23 cm, hanya beberapa bentuk pilar yang berpengaruh terhadap abutmen. Arah aliran yang sampai ke abutmen hanya ada pada bentuk pilar kotak dan palung. Tetapi, ketika diperbesar dimensi dari pilar, semua bentuk pilar arah alirannya sampai pada abutmen yang akan membahayakan abutmen.

3. Terlihat pada fluktuasi elevasi dasar saluran, hal yang paling mendominasi dalam perubahan elevasi dasar dan dengan gerusan yang tinggi adalah bentuk pilar kotak. Perubahan itu juga terjadi pada tebing sungai atau abutmen dari jembatan. Terlihat pada grafik tampak memanjang di sekitar abutmen bahwa elevasi dasar saluran mengalami penurunan.
4. Berdasarkan perbandingan diameter pilar dan lebar saluran, ketika dengan lebar saluran yang sama dan dengan diameter, panjang dan lebar pilar yang berbeda, maka besar pengaruhnya bagi dimensi yang besar dibandingkan dengan dimensi lebih kecil terhadap lebar saluran yang sama.
5. Dari ke-empat bentuk pilar, bentuk pilar yang paling banyak mengalami banyak perubahan yang akan membahayakan abutmen jembatan adalah bentuk pilar kotak. Sebaliknya, untuk bentuk pilar dengan aliran yang tenang, sedikit perubahan elevasi dasar adalah bentuk pilar palung. Bentuk pilar ini lebih aman digunakan untuk pilar di bandingkan dengan bentuk pilar yang lain karena gerusan yang dihasilkan pada abutmen jembatan adalah kecil.
6. Dimensi pilar juga berpengaruh pada kecepatan, arah aliran dan elevasi dasar. Jadi, semakin besar dimensi pilar yang akan dibuat, maka akan semakin besar pula potensi terkikisnya abutmen pada struktur jembatan.

## 6.2 Saran

Setelah penelitian dilakukan, banyak sekali kekurangan dan kelemahan yang dilakukan oleh peneliti untuk bisa menggunakan *software Nays 2D* dengan baik. Oleh karena itu, untuk penelitian selanjutnya agar penelitian bisa menjadi lebih baik, saran yang akan diberikan adalah sebagai berikut:

1. Perlu membuat aliran superkritik, agar bisa mengetahui pengaruh yang terjadi jika aliran yang terjadi adalah lebih cepat dari aliran normal di sekitar abutmen akibat bangunan di tengah sungai.
2. Perlu membuat sungai yang berkelok-kelok dan bisa membuat kemiringan sungai agar bisa mengetahui pengaruhnya terhadap abutmen.
3. Bisa membuat simulasi abutmen seperti pilar yang telah dilakukan penelitian ini, agar bisa mengetahui seberapa besar erosi yang terjadi jika abutmen jembatan yang langsung dibuat pada penggunaan *software IRIC Nays 2D*.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ariyanto, Anton. 2002. *ANALISIS BENTUK PILAR JEMBATAN*. APTEK, Vol 2, No. 1 : 41–51.
- Abdurrosyid, Jaji, and Achmad Karim Fatchan. 2007. *GERUSAN DI SEKITAR ABUTMEN DAN PENGENDALIANNYA PADA KONDISI ADA ANGKUTAN SEDIMEN UNTUK SALURAN BERBENTUK MAJEMUK*. Dinamika TEKNIK SIPIL, Vol 7: 20-29.
- Bariroh Rustiati, Nina. 2007. *GERUSAN LOKAL DISEKITAR ABUTMENT JEMBATAN LABUAN*. SMARtek, Vol 5, No. 1: 157-165
- Breusers, H.N.C., & Raudkivi, A.J. (1991). *SCOURING*. Rotterdam A.A. Balkema.
- Graf W.H. dan B. Yulistiyanto, 1997, *EXPERIMENTS ON FLOW UPSTREAM OF A CYLINDER*, Proc., XXVIII Congress.; IASH Association, Hydraulic Res., Vol., 1, San Francisco, USA.
- Ikhsan, Jaza'ul, and Wahyu Hidayat. 2006. *PENGARUH BENTUK PILAR JEMBATAN TERHADAP POTENSI GERUSAN LOKAL*. Semesta Teknika, Vol 9, No. 2: 124-132.
- Istiarto. 2002. *GEOMETRI DAN KAPASITAS TAMPANG SUNGAI*. Perumka-FT UGM. Yogyakarta
- Malau, Radolf Hengki Valentino. Lingkungan Pengendapan. <http://valentinomalau31.blogspot.co.id/2010/12/lingkungan-pengndapan.html>. [diakses 5 Maret 2016]
- Rahmadani, Sarra dan Terunajaya. 1995. *MEKANISME GERUSAN LOKAL DENGAN VARIASI BENTUK PILAR*. *Penelitian*. Medan: USU
- Rinaldi dan Yulistianto, Bambang. 2001. *MODEL FISIK PENGENDALIAN GERUSAN DI SEKITAR ABUTMEN JEMBATAN (Physical Modeling of Scour Protection Around Bridge Abutment)*. Forum Teknik Sipil, No X/2. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada
- Sudiyono., Lutjito. dan Purwantoro, Didik. 2014. *MODEL PENGENDALIAN GERUSAN DI SEKITAR ABUTMEN DENGAN PEMASANGAN GROUND SILL DAN ABUTMEN BERSAYAP*. *Laporan Penelitian*. Yogyakarta: UNY
- Syarvina & Terunajaya. 2013. *MEKANISME GERUSAN LOKAL PADA PILAR SILINDER TUNGGAL DENGAN VARIASI DEBIT*. *Penelitian*. Medan: USU
- Takebayashi, Hiroshi. 2014. *IRIC : MORPHO 2D SOLVER MANUAL*. RIVER CENTER of Hokkaido. Japan