

**ANALISIS MODEL MATEMATIK GERUSAN LOKAL PADA PILAR JEMBATAN  
DENGAN ALIRAN SUBKRITIK**

(Studi Kasus Pilar Kapsul dan Pilar Tajam)

*Mathematical Model Analysis of Local Scouring on Bridge Pillars with Subcritic Flow  
(Case Study Sharp Pile and Capsule Pile)*

Aditya Santosa<sup>2</sup>, Puji Harsanto<sup>3</sup>, Jazaul Ikhsan<sup>4</sup>

**ABSTRAK**

*Pilar jembatan merupakan konstruksi beton bertulang menumpu di atas fondasi tiang-tiang pancang dan terletak di tengah sungai atau yang lain yang berfungsi sebagai pemikul antara bentang tepi dan bentang tengah bangunan atas jembatan. Pilar jembatan merupakan bagian jembatan yang berhubungan secara langsung dengan sungai yang dapat menyebabkan perubahan pola aliran sehingga dapat terjadi gerusan lokal.*

*Penelitian ini dilakukan di laboratorium dengan simulasi model matematik dengan lebar saluran 0,46 m, panjang saluran 5 m dan dengan kondisi aliran subkritik dan aliran seragam, slope saluran 0,004 menggunakan debit aliran  $Q= 0,0044 \text{ m}^3/\text{detik}$ , kedalaman aliran 0,0245 m, dengan angka manning 0,0115 dan material yang digunakan berupa pasir dengan nilai  $d_{50}=0,975 \text{ mm}$ .*

*Hasil penelitian menunjukkan gerusan maksimum terjadi pada sisi samping pilar kapsul dengan kedalaman gerusan 1,66 cm sedangkan kedalaman gerusan pada sisi samping pilar tajam sebesar 1,76 cm. Gerusan tersebut terjadi karena pengaruh perubahan pola aliran di sekitar pilar. Kecepatan aliran terbesar pada pilar kapsul yaitu 0,537 m/s dan kecepatan aliran terendah pada pilar kapsul sesesar 0,132 m/s sedangkan kecepatan aliran terbesar pada pilar tajam yaitu 0,571 m/s dan kecepatan terendah pada pilar tajam bernilai 0,163 m/s. Dilihat dari kedalaman gerusan, pilar kapsul memiliki gerusan yang lebih kecil sehingga pilar kapsul dapat dijadikan sebagai dasar pertimbangan perencanaan bentuk pilar jembatan di lapangan. Jika hasil model matematik dibandingkan dengan model fisik, untuk kecepatan aliran dan pola aliran relatif sama, tetapi untuk kedalaman gerusan dan pola gerusan berbeda dimana perbedaan kedalaman gerusan sebesar 0,027m.*

**Kata Kunci:** gerusan, pilar jembatan, Iric: Nays2DH 1.0

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

<sup>2</sup> Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta  
NIM: 20130110060, e-mail: [adityasantosa23@gmail.com](mailto:adityasantosa23@gmail.com)

<sup>3</sup> Dosen Pembimbing I

<sup>4</sup> Dosen Pembimbing II

## 1. PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

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. Terdapat berbagai macam pilar yang digunakan sebagai penyalur beban jembatan. Pemilihan jenis pilar umumnya ditentukan dari analisis kekuatan, analisis ekonomi, analisis lingkungan. 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. Dengan kondisi seperti, 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 tajam dan kapsul.

## B. Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dilakukannya penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana analisis kecepatan aliran, pola aliran dan juga elevasi dasar saluran pada gerusan lokal 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 elevasi dasar saluran pada gerusan lokal disekitar pilar jembatan 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 tajam.

## 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 dirumuskan, maka dibuat batasan-batasan masalah guna membatasi ruang lingkup penelitian, antara lain :

1. Penelitian ini menggunakan *software iRIC: Nays2HD 1.0* dengan debit 0,0044 m<sup>3</sup>/s, waktu 3 menit, aliran seragam, sedimen *uniform* dengan maksimal butiran 0,975 mm, *slope* 0,004, keadaan aliran subkritik dengan angka *manning* 0,0115, geometri penampang saluran dengan lebar 0,46 m dan panjang 2,5 m.
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 tajam.
4. Dimensi pilar bentuk kapsul lebar 7,62 cm dan panjang 15,24 cm, dengan tinggi pilar 15 cm.
5. Dimensi pilar bentuk tajam panjang diagonal 7,62 cm dengan tinggi pilar 15 cm.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

Menurut Istiarto (2002) dalam Ariyanto (2010) peristiwa gerusan lokal selalu akan berkaitan erat dengan fenomena perilaku aliran sungai, yaitu hidraulika aliran sungai dalam interaksinya dengan geometri sungai, geometri dan tata letak pilar jembatan, serta karakteristik tanah dasar di mana pilar tersebut dibangun.

Proses gerusan dan endapan umumnya terjadi karena perubahan pola aliran terutama pada sungai aluvial. Perubahan pola aliran terjadi karena adanya halangan pada aliran sungai tersebut, berupa bangunan sungai seperti pilar jembatan dan abutmen. Bangunan semacam ini dipandang dapat merubah geometri alur dan pola aliran yang selanjutnya diikuti gerusan lokal disekitar bangunan (Legono,(1990) dalam Halim, (2014)). Semakin besar bentuk sudut yang terjadi terhadap arah aliran, maka semakin besar kedalaman gerusan yang terjadi di sisi pilar (Ikhsan dan Hidayat, 2006).

Menurut Ettema dan Raudkivi (1982) dalam Ikhsan dan Hidayat (2006), perbedaan gerusan dapat dibagi menjadi :

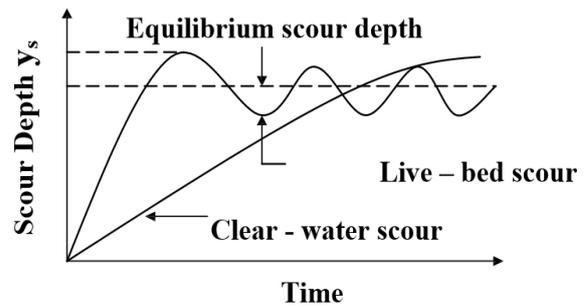
- Gerusan umum (*general scour*). Gerusan yang terjadi akibat dari proses alam dan tidak berkaitan sama sekali dengan ada tidaknya bangunan sungai.
- Gerusan di lokalisir (*constriction scour*). Gerusan yang diakibatkan penyempitan alur sungai sehingga aliran menjadi terpusat.
- Gerusan lokal (*local scour*). Merupakan akibat langsung dari struktur pada alur sungai.

### 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

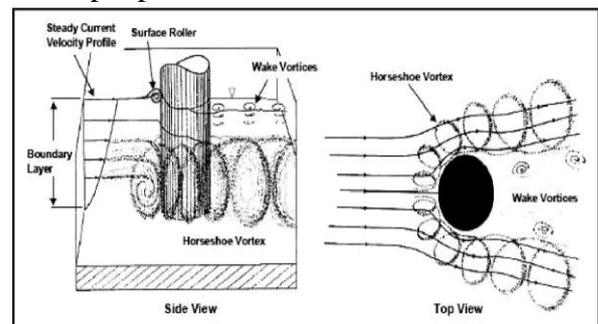
Kesetimbangan kedalaman gerusan dicapai pada daerah transisi antara *live bed scour* dan *clear-water scour*.



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.



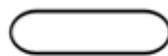
Gambar 3.2 Mekanisme Gerusan Akibat Pola Aliran Air di Sekitar Pilar (Miller, 2003 dalam Agustina dan Qudus, 2007)

## 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 disebarakan 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

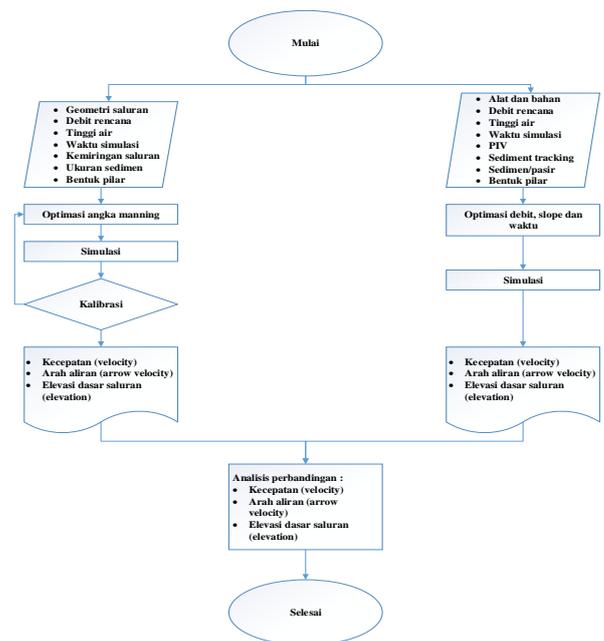
Penelitian ini mengambil sumber dari jurnal-jurnal pendukung kebutuhan penelitian. Jurnal yang digunakan berkaitan dengan pengaruh gerusan lokal terhadap perbedaan bentuk pilar, baik penelitian menggunakan model fisik maupun model matematik. Selain itu, sumber penelitian juga diambil dari beberapa tugas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

### B. Pengumpulan Data

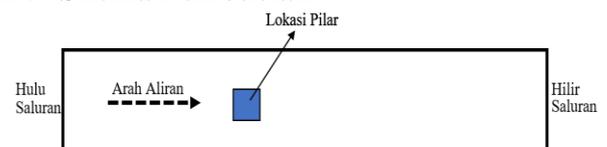
Untuk melaksanakan penelitian ini, simulasi yang digunakan menggunakan software iRIC. Fungsi matematik yang digunakan dalam *software iRIC* adalah *Nays2DH 1.0*, dimana fungsi ini bisa

mensimulasikan keadaan aliran air ketika ada bangunan pilar jembatan yang berada di tengah sungai. Pada simulasi ini menggunakan data primer, dengan menggunakan nilai debit dan waktu sesuai dengan model fisik. Data debit yang digunakan adalah  $0,0044 \text{ m}^3/\text{s}$  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* Laboratorium Hidrolika Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Karena ini merupakan penelitian tahap pertama dalam menggunakan *software iRIC Nays2DH 1.0*, untuk karakteristik alirannya menggunakan aliran seragam (*uniform flow*) dengan kemiringan dasar saluran atau *slope* sama dengan 0,004. 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 Matematik



### D. Skema Pemodelan



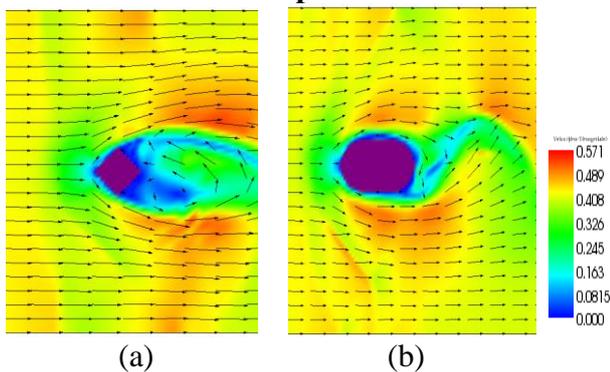
Gambar 4.1 Skema pemodelan *iRIC:Nays2DH 1.0*

## 5. HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Data Penelitian

Penelitian ini dimodelkan dengan menggunakan *software iRIC : Nays2DH 1.0* yang dikembangkan oleh Hiroshi Takebayashi dari Kyoto University dan Yasutuki Shimizu dari Hokkaido University, Jepang. *Nays2DH 1.0* adalah simulasi komputasi dua dimensi (2d) untuk menganalisa permasalahan gerusan, transportasi sedimen, perubahan dasar sungai dan morfologi sungai dalam arah horizontal. Dalam metode ini persamaan yang mengatur/digunakan dalam metode tersebut telah ditulis sesuai dengan batas sistem koordinat secara umum. Kemudian digunakan debit sebesar  $0.0044 \text{ m}^3/\text{dt}$  dengan waktu *running* 3 menit, dimana saluran mempunyai kemiringan 0,004 dan memiliki angka *manning* sebesar 0.0115. Penampang saluran mengadopsi dari *flume* Universitas Muhammadiyah Yogyakarta dengan lebar 0.46 m dan panjang 5 m.

### B. Analisis Kecepatan Aliran

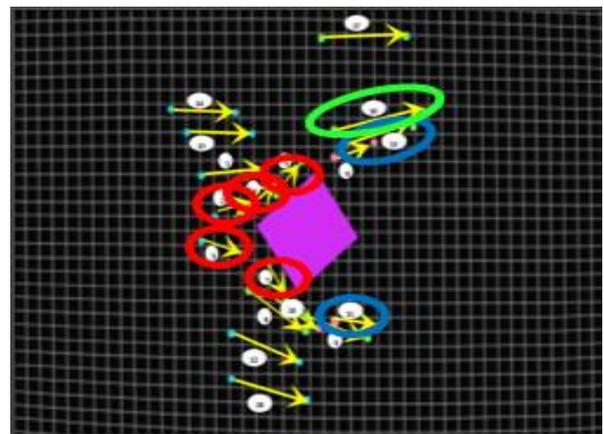


Gambar 5.2 Hasil simulasi *software iRIC : Nays2DH 1.0* dengan *output velocity* (ms-1) pada waktu ke-179 detik, bentuk kapsul (a) dan bentuk tajam (b)

Pada pilar jembatan bentuk tajam terjadi perlambatan kecepatan didepan pilar yang mengarah ke hulu saluran. Perlambatan tersebut ditandai dengan perubahan warna menjadi biru tua. Selain itu, terjadi perlambatan kecepatan pada bagian hilir disekitar pilar jembatan. Selain perlambatan kecepatan, terjadi juga percepatan pada bagian kiri dan kanan pilar jembatan sampai ke arah tebing saluran. Terlihat warna kuning yang menunjukkan percepatan kecepatan yang mendominasi kecepatan aliran di sekitar kanan dan kiri pilar.

Terdapat juga warna kemerahan di sekitar pilar yang menunjukkan terjadi pertambahan kecepatan yang paling tinggi, sedangkan kecepatan tertinggi terjadi pada tebing sebelah kiri saluran yang ditandai dengan warna merah pekat.

Pada pilar jembatan yang berbentuk kapsul terjadi perlambatan kecepatan aliran diujung pilar yang hampir sama dengan bentuk pilar tajam pada arah hulu saluran. Perlambatan juga terjadi pada bagian ujung pilar kapsul pada arah hilir. Selain itu, percepatan juga terjadi di sisi kanan dan kiri pilar jembatan sampai ke arah tebing saluran. Perubahan percepatan tetap di dominasi oleh warna kuning, sedangkan percepatan tertinggi di tandai dengan warna kemerahan namun tidak sebesar yang terjadi pada pilar tajam.



Gambar 5.3 Hasil analisa vektor kecepatan aliran di sekitar pilar kapsul model fisik

Gambar 5.3 menunjukkan vektor kecepatan aliran di sekitar pilar tajam. Seperti yang terlihat pada gambar bahwa arah aliran mengikuti bentuk pilar, pilar tajam memiliki sudut di sisi kiri dan kanan. Sehingga aliran mengalami belokan cenderung mengarah ke tebing saluran. Jika dibandingkan dengan kecepatan aliran model matematik maka didapatkan hasil sebagai berikut:

Tabel 5.1 Analisis Kecepatan Aliran Pilar Tajam

Pembandingan Arah Vektor	Model Fisik	Model Numerik
2,3,4,5 dan 7	0,217 m/s, 0,22 m/s, 0,195m/s, 0,232 m/s, 0,181 m/s	0,163 - 0,245 m/s (warna biru muda sampai hijau muda)
11 dan 13	0,362 m/s, 0,413 m/s	0,326 - 0,367 m/s (warna hijau muda)
16	0,477 m/s	0,448 - 0,489 m/s (warna kuning ke merah)

Gambar 5.4 Hasil analisa vektor kecepatan aliran di sekitar pilar kapsul model fisik. Gambar 5.4 menunjukkan vektor kecepatan aliran di sekitar pilar kapsul. Seperti yang terlihat pada gambar bahwa arah aliran mengikuti bentuk pilar. Jika dibandingkan dengan kecepatan aliran model matematik maka didapatkan hasil sebagai berikut:

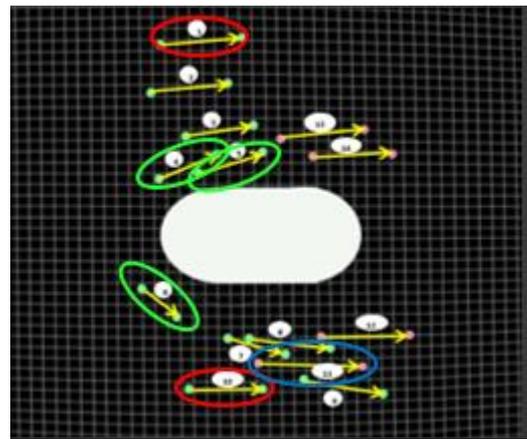
Tabel 5.2 Analisis Kecepatan Aliran Pilar Kapsul

Pembandingan Arah Vektor	Model Fisik	Model Numerik
4,5 dan 6	0,412 m/s, 0,379 m/s, 0,249 m/s	0,302 - 0,403 m/s (warna hijau ke kuning)
1 dan 10	0,494 m/s, 0,423 m/s	0,436 - 0,470 m/s (warna kuning ke merah)
11	0,565 m/s	0,503 - 0,537 m/s (warna merah)

Dengan demikian maka untuk hasil perbandingan vektor kecepatan model fisik dan matematik untuk jenis pilar jembatan bentuk tajam terdapat perbedaan kecepatan yang tidak terlalu besar.

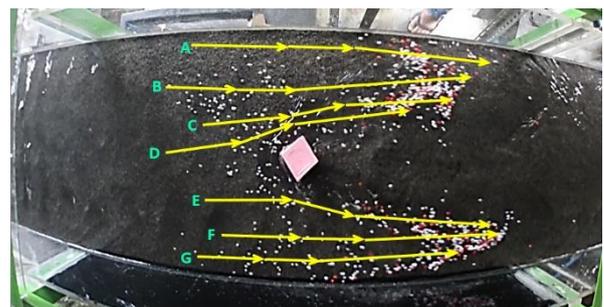
### C. Analisis Arah Kecepatan Aliran

Pola aliran mengalir dari hulu menuju ke hilir saluran, dalam teori hidraulika air akan mengalir dari daerah yang memiliki tekanan yang tinggi menuju ke tekanan yang rendah. Pola atau arah aliran bias saja berbelok apabila adanya perubahan morfologi.



Gambar 5.5 Hasil pola aliran pada masing-masing bentuk pilar pada waktu ke-179 detik, bentuk kapsul (a) dan bentuk tajam (b)

Pada Gambar 5.5 terlihat arah dan kecepatan aliran (pola aliran) sangat dipengaruhi oleh bentuk pilar jembatan dengan lebar yang sama. Dilihat dari hilir pilar jembatan terlihat bahwa terjadi turbulensi disekitar pilar jembatan dengan bentuk tajam dan kapsul, namun turbulensi pada hilir pilar jembatan dengan bentuk tajam terjadi lebih besar bila dibandingkan dengan turbulensi yang terjadi pada hilir pilar jembatan dengan bentuk kapsul. Ditinjau dari pengaruh perubahan arah kecepatan aliran menjadi normal kembali ke arah hilir saluran, untuk pilar jembatan bentuk kapsul dan tajam terlihat bahwa pengaruh perubahan arah aliran terjadi panjang untuk menjadi normal kembali.

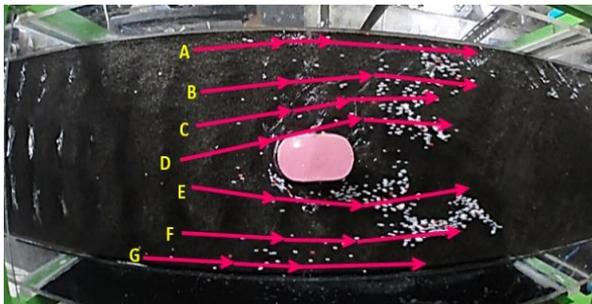


Gambar 5.6 Pola aliran dari hulu sampai hilir pilar tajam model fisik

Gambar 5.6 menunjukkan alur terjadinya pola aliran dari hulu pilar samapai ke hilir pilar tajam pada model fisik dengan bantuan *sedimen tracking*. Terlihat bahwa pola aliran pada bagian hulu saluran masih stabil, semakin mendekati pilar mulai terlihat pola aliran menuju kanan dan kiri mengikuti dari bentuk pilar. Terlihat pola aliran membelah

menjadi dua bagian karena terhalang oleh pilar jembatan, semakin ke arah hilir saluran terlihat *sediment tracking* masih terpisah ke dua bagian dan belum terlihat kestabilan pola aliran.

Jika dibandingkan dengan pola aliran dari model matematik terlihat bahwa pola aliran pada pilar jembatan bentuk tajam hampir memiliki pola aliran yang sama. Dimana pola aliran akan terbagi menjadi 2 bagian karena terhalang oleh pilar tajam dan kestabilan pola aliran belum terjadi di dekat pilar jembatan. Namun pada hasil pola aliran model fisik tidak terlihat pola aliran tepat dibagian pilar jembatan menuju ke hilir, jika didalam model matematik terlihat bahwa terjadi turbulensi/pola aliran yang tidak stabil terjadi, maka pada model fisik tidak terlihat dengan jelas pola aliran yang terjadi tepat di bagian jembatan menuju ke hilir saluran.

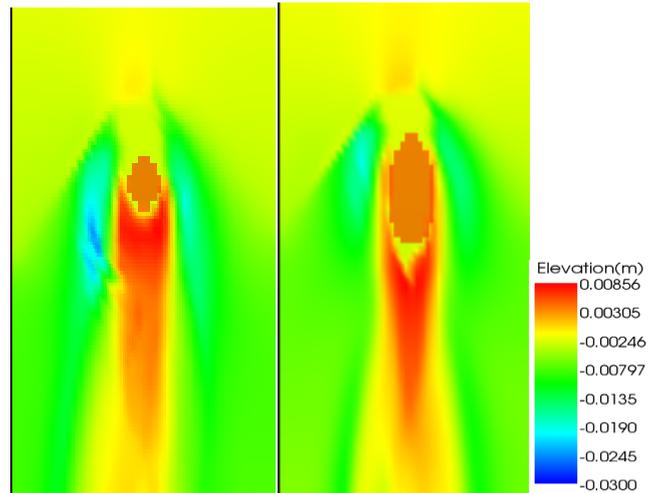


Gambar 5.7 Pola aliran dari hulu sampai hilir pilar kapsul model fisik

Gambar 5.7 menunjukkan alur terjadinya pola aliran dari hulu pilar sampai ke hilir pilar tajam pada model fisik dengan bantuan *sedimen tracking*. Terlihat bahwa pola aliran pada bagian hulu saluran masih stabil, semakin mendekati pilar mulai terlihat pola aliran menuju kanan dan kiri mengikuti dari bentuk pilar. Terlihat pola aliran membelah menjadi dua bagian karena terhalang oleh pilar jembatan, semakin ke arah hilir saluran terlihat *sediment tracking* mulai mengumpul ke tengah saluran dan terlihat sedikit pola aliran tepat setelah pilar jembatan kapsul menuju hilir terjadi pola aliran yang tidak stabil.

Jika di bandingkan dengan hasil pola aliran model matematik, maka pola aliran yang terjadi hampir sama dengan pola aliran model fisik. Pada model ini terlihat bahwa tepat setelah pilar jembatan menuju hilir saluran terjadi pola aliran yang tidak stabil, sedangkan pada model fisik tidak terlihat dengan jelas pola aliran tepat setelah pilar jembatan.

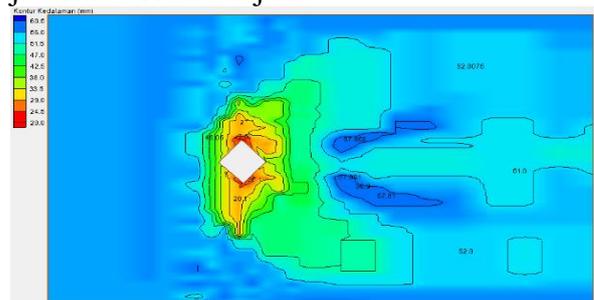
#### D. Analisis Elevasi Dasar Saluran

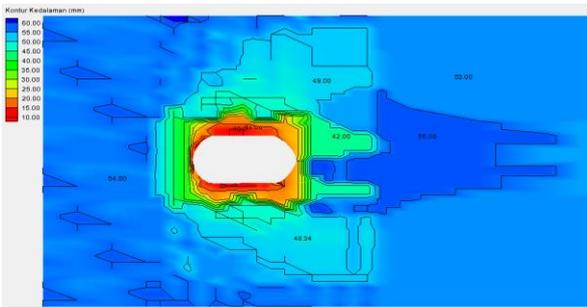


Gambar 5.8 Hasil elevasi dasar pada waktu ke-179 detik, (a) kapsul (b) tajam

Pada gambar 5.8 terlihat bahwa pada pilar jembatan bentuk tajam perubahan elevasi terjadi di sisi kanan dan kiri pilar jembatan ke arah tebing saluran. Perubahan berupa penurunan elevasi dasar (gerusan) terlihat dari warna hijau, biru muda sampai biru pekat. Dimana warna biru pekat menandakan terjadinya penurunan yang paling tinggi di sebelah kanan saluran, sedangkan disebelah kiri saluran terlihat hanya berwarna biru muda. Selain penurunan elevasi dasar, terjadi juga kenaikan elevasi dasar saluran yang ditandai dengan warna kemerahan, dimana kenaikan terjadi di sekitar pilar arah hilir saluran yang kemudian semakin ke arah hilir saluran semakin turun kenaikan elevasi dasar saluran.

Sedangkan pada pilar bentuk kapsul juga terjadi penurunan elevasi dasar saluran di sebelah kanan dan kiri pilar yang ditunjukkan dengan warna biru muda, tetapi penurunan elevasi dasar saluran tidak sebesar dan sedalam seperti pilar jembatan bentuk tajam. Kenaikan elevasi dasar saluran juga terjadi seperti pilar bentuk tajam, tetapi panjang perubahan kenaikan elevasi dasar saluran ke arah hilir lebih panjang jika dibandingkan dengan pilar jembatan bentuk tajam.





Gambar 5.9 Hasil analisa kontur elevasi dasar disekitar pilar kapsul pada model fisik

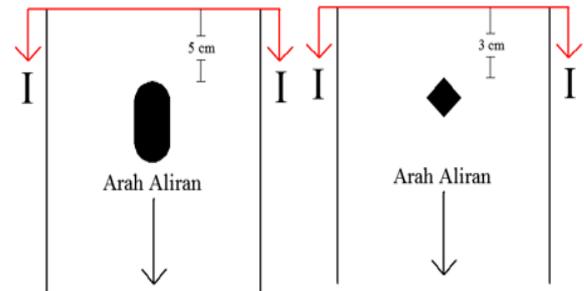
Gambar 5.9 mendeskripsikan elevasi dasar saluran jenis pilar jembatan tajam dan kapsul untuk hasil dari model fisik. Pada pilar jembatan bentuk tajam, terlihat bahwa elevasi dasar saluran mulai berubah ketika terdapat halangan di tengah saluran berupa pilar jembatan. Untuk elevasi dasar saluran di hulu saluran ditunjukkan dengan warna biru sebesar 54 mm. Perubahan tersebut terlihat dari hulu sampai hilir saluran disekitar pilar. Penurunan elevasi dasar saluran tertinggi di tandai dengan warna merah dimana menunjukkan elevasi dasar sedalam 20,6 mm yang terletak di sebelah samping kanan kiri pilar tajam, semakin menuju ke tebing saluran elevasi mengalami kenaikan yang di tunjukkan dengan warna kuning dan hijau. Selain penurunan elevasi dasar saluran, terjadi juga kenaikan elevasi dasar saluran di bagian hilir dengan elevasi dasar saluran sebesar 57,89 mm yang ditandai dengan warna biru tua.

Pada pilar jembatan bentuk kapsul, terlihat penurunan elevasi dasar saluran terlihat di mulai dari hulu pilar sampai hilir pilar jembatan. Penurunan elevasi dasar saluran tertinggi terjadi di sisi kanan dan kiri pilar kapsul yang di tandai dengan warna merah yang menunjukkan elevasi dasar dengan kedalaman 10 mm. Daerah pengaruh herusan juga terlihat mendekati tebing saluran, semakin menuju ke tebing saluran elevasi dasar saluran mengalami kenaikan yang di tunjukkan dengan warna kuning dan hijau. Selain terjadi penurunan elevasi dasar saluran, terjadi juga kenaikan elevasi dasar saluran di bagian hilir pilar yang ditunjukkan dengan warna biru tua yang menunjukkan elevasi dasar saluran sebesar 56 mm.

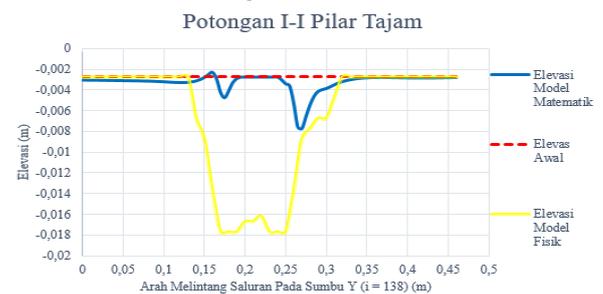
Karena perubahan elevasi dasar saluran terlihat kurang jelas baik hasil dari model fisik

atau model matematik untuk penurunan maupun kenaikan elevasinya, maka dilakukan tinjauan dari beberapa potongan di sekitar pilar jembatan. Peninjauan tersebut dilakukan untuk pengakuratan analisa mengenai perubahan elevasi dasar saluran terutama analisa mengenai gerusan di sekitar pilar. Peninjauan dilakukan dengan menggunakan grafik yang dibuat dari *Microsoft Excel*. Peninjauan ini dilakukan dengan 4 potongan bagian sebagai berikut.

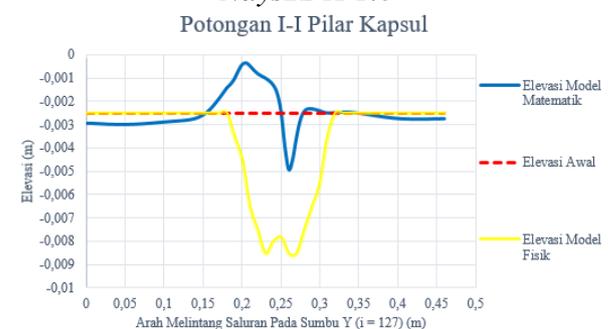
### 1. Tinjauan Potongan Hulu Pilar



Gambar 5.11 Potongan I-I elevasi dasar saluran hulu pilar pada setiap bentuk pilar jembatan



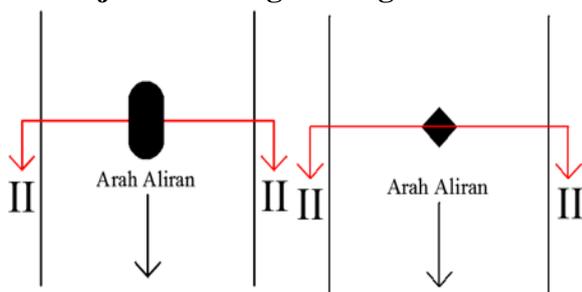
Gambar 5.14 Grafik elevasi dasar saluran potongan I-I hulu pilar jembatan bentuk tajam dan kapsul dengan simulasi *software iRIC: Nays2DH 1.0*



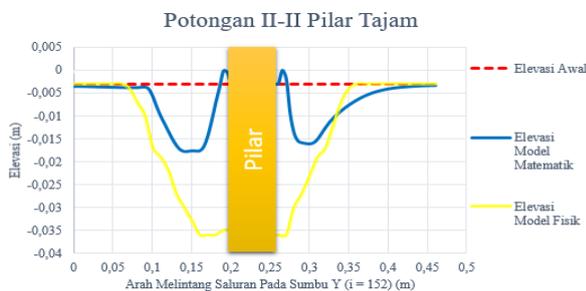
Gambar 5.14 Grafik elevasi dasar saluran potongan I-I hulu pilar jembatan bentuk tajam dan kapsul dengan simulasi *software iRIC: Nays2DH 1.0*

Dari hasil simulasi dengan *software iRIC: Nays2DH 1.0* yang dibandingkan dengan hasil pengujian model fisik di Laboratorium Universitas Muhammadiyah Yogyakarta adalah penurunan elevasi kedalaman gerusan pada ke dua model relatif sama dengan mempunyai perbedaan kedalaman sekitar 0,01 m untuk pilar bentuk tajam dan 0,0035 m untuk pilar bentuk kapsul sedangkan untuk kenaikan elevasi dasar saluran pada model matematik terjadi kenaikan tetapi pada model fisik tidak terjadi kenaikan elevasi. Tetapi pada pola gerusan pada kedua model juga berbeda.

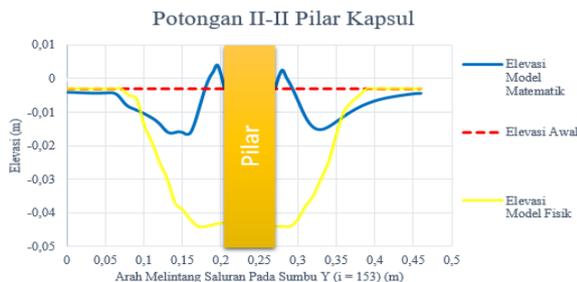
## 2. Tinjauan Potongan Tengah Pilar



Gambar 5.13 Tinjauan potongan II-II



Gambar 5.14 Grafik elevasi dasar saluran potongan I-I hulu pilar jembatan bentuk tajam dan kapsul dengan simulasi *software iRIC: Nays2DH 1.0*

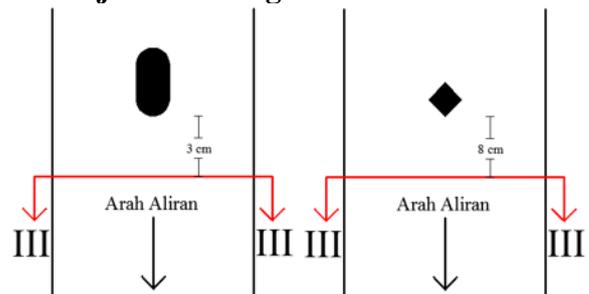


Gambar 5.15 Grafik elevasi dasar saluran potongan I-I hulu pilar jembatan bentuk tajam dan kapsul hasil penelitian model fisik

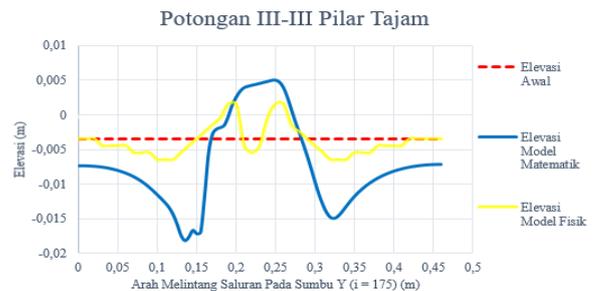
Dari hasil simulasi dengan *software iRIC: Nays2DH 1.0* yang dibandingkan dengan

hasil pengujian model fisik di Laboratorium Universitas Muhammadiyah Yogyakarta adalah penurunan elevasi kedalaman gerusan pada ke dua model mempunyai perbedaan yang cukup jauh dengan perbedaan kedalaman sekitar 0,018 m untuk pilar bentuk tajam dan 0,027 m untuk pilar bentuk kapsul sedangkan untuk kenaikan elevasi dasar saluran pada model matematik terjadi kenaikan tetapi pada model fisik tidak terjadi kenaikan elevasi. Dan untuk pola gerusan pada kedua model juga berbeda.

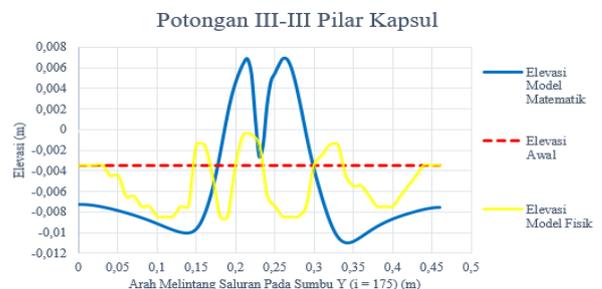
## 3. Tinjauan Potongan Hilir Pilar 1



Gambar 5.16 Tinjauan potongan III-III



Gambar 5.17 Grafik elevasi dasar saluran potongan I-I hulu pilar jembatan bentuk tajam dan kapsul dengan simulasi *software iRIC: Nays2DH 1.0*

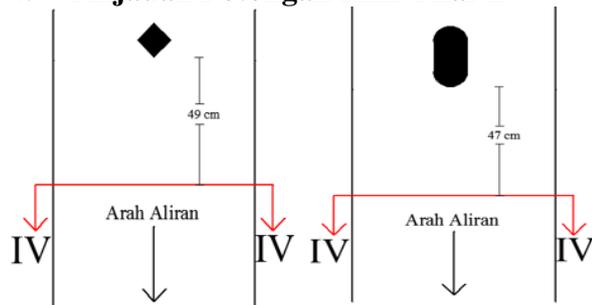


Gambar 5.18 Grafik elevasi dasar saluran potongan III-III hulu pilar jembatan bentuk tajam dan kapsul hasil penelitian model fisik

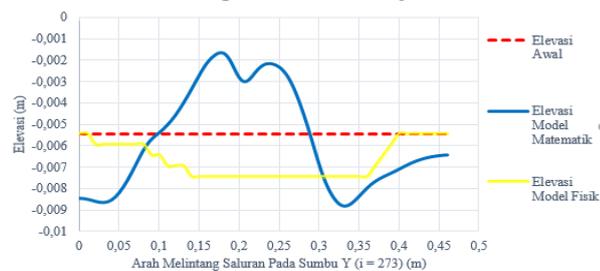
Dari hasil simulasi dengan *software iRIC: Nays2DH 1.0* yang dibandingkan dengan hasil pengujian model fisik di Laboratorium Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

adalah penurunan elevasi kedalaman gerusan pada model mempunyai perbedaan kedalaman sekitar 0,012 m untuk pilar bentuk tajam dan 0,002 m untuk pilar bentuk kapsul, sedangkan untuk kenaikan elevasi dasar saluran pada model pilar bentuk tajam sama terjadi kenaikan sekitar 0,003 m, untuk pilar bentuk kapsul terjadi perbedaan kenaikan elevasi dasar sebesar 0,007 m. Dan untuk pola gerusan pada kedua model juga berbeda.

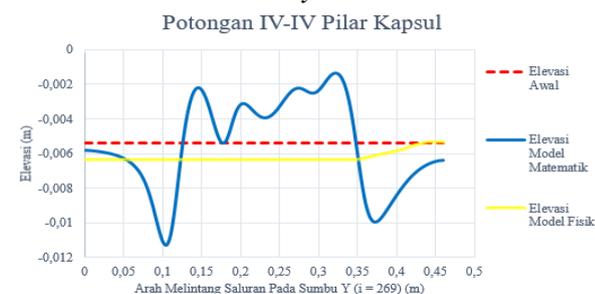
#### 4. Tinjauan Potongan Hilir Pilar 2



Gambar 5.19 Tinjauan potongan IV-IV Potongan IV-IV Pilar Tajam



Gambar 5.20 Grafik elevasi dasar saluran potongan IV-IV hulu pilar jembatan bentuk tajam dan kapsul dengan simulasi *software iRIC: Nays2DH 1.0*



Gambar 5.21 Grafik elevasi dasar saluran potongan IV-IV hulu pilar jembatan bentuk tajam dan kapsul hasil penelitian model fisik

Dari hasil simulasi dengan *software iRIC: Nays2DH 1.0* yang dibandingkan dengan hasil pengujian model fisik di Laboratorium Universitas Muhammadiyah Yogyakarta adalah penurunan elevasi kedalaman gerusan pada ke dua model relatif sama dengan mempunyai perbedaan kedalaman sekitar 0,001 m untuk pilar bentuk tajam dan 0,005 m untuk pilar bentuk kapsul, sedangkan untuk kenaikan

elevasi dasar saluran pada model matematik terjadi kenaikan tetapi pada model fisik tidak terjadi kenaikan elevasi. Untuk pola gerusan pada kedua model juga 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 :

- Berdasarkan simulasi dengan *software iRIC : Nays2DH 1.0* didapatkan hasil :
  - Pada *output velocity* (ms-1), bentuk pilar jembatan yang mempunyai kecepatan paling besar di sekitar pilar adalah pilar bentuk tajam.
  - Pada *output arrow velocity* (ms-1), bentuk pilar jembatan yang mempunyai pola turbulensi aliran paling kecil disekitar pilar adalah pilar jembatan bentuk kapsul.
  - Pada *output elevation* (m), bentuk pilar jembatan yang mempunyai gerusan paling kecil di sekitar pilar jembatan adalah pilar bentuk kapsul. Analisa tersebut diperkuat dengan tinjauan grafik pada 4 potongan melintang.
- Berdasarkan hasil perbandingan antara analisa model matematik menggunakan *software iRIC : Nays2DH 1.0* dengan analisa model fisik didapatkan hasil :
  - Pada *output velocity* (ms-1) antara model fisik dan model matematik mempunyai perbedaan yang relatif kecil.
  - Pada *output arrow velocity* (ms-1) antara model fisik dan model matematik mempunyai pola aliran yang hampir sama.
  - Pada *output elevation* (m) antara model fisik dan model matematik mempunyai perbedaan yang relatif kecil dengan perbedaan yang paling tinggi sekitar 0,027 m dan untuk pola gerus juga berbeda.

### B. Saran

- Dilaksanakannya penelitian lanjutan mengenai perkembangan kedalaman gerusan terhadap waktu di sekitar pilar dengan bentuk pilar yang berbeda.

2. Perlu adanya variasi data, seperti gradasi sedimen, merubah aliran menjadi tidak seragam.

#### 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
- 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
- Ikhsan dan Hidayat. 2006. *Pengaruh Bentuk Pilar Jembatan Terhadap Potensi Gerusan Lokal*. Jurnal Ilmiah Semesta Teknika, Vol.9, No.2, 2006: 124-132
- 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.
- Wibowo, Okky Martanto. *Pengaruh Arah Aliran Terhadap Gerusan Lokal Di Sekitar Pilar Jembatan*. Teknik Sipil S1. Jurusan : Teknik Sipil
- Yunar, Alifi. 2006. *Karakteristik Gerusan Pilar Segi Empat Ujung Bulat pada Kondisi Terjadi Penurunan Dasar Sungai dengan Proteksi Tirai*. Jurnal SMARTEK. Palu: UNTAD

