

**NASKAH SEMINAR<sup>1</sup>**  
**ANALISA MODEL FISIK**  
**GERUSAN LOKAL PADA PILAR JEMBATAN**  
**(Studi Kasus : Pilar Lingkaran dan Pilar Persegi, Aliran Superkritik)**

---

Dea Putri Arifah<sup>2</sup>, Puji Harsanto<sup>3</sup>, Jaza'ul Ikhsan<sup>4</sup>

---

**INTISARI**

*Gerusan didefinisikan sebagai pembesaran dari suatu aliran yang disertai pemindahan material melalui aksi gerakan fluida. Gerusan lokal (local scouring) terjadi pada suatu kecepatan aliran dimana sedimen ditranspor lebih besar dari sedimen yang disuplai. Keberadaan pilar pada aliran sungai menyebabkan perubahan pada pola aliran sungai. Perubahan pola aliran tersebut akan mengakibatkan terjadinya gerusan lokal di sekitar pilar. Pentingnya mengetahui bentuk pilar yang dapat meminimalisir terjadinya gerusan lokal pada pilar jembatan diharapkan dapat menjadi tolak ukur dalam perencanaan bentuk pilar jembatan.*

*Simulasi dilakukan menggunakan model fisik berupa flume dan pengamatan perubahan kecepatan aliran dilakukan dengan metode PIV. Particle Image Velocimetry (PIV) adalah satu dari beberapa metode yang digunakan untuk memvisualisasikan dan melakukan pengukuran pada suatu aliran fluida. Pilar yang disimulasikan pada flume menggunakan pilar berbentuk lingkaran dan segiempat yang merupakan bentuk dasar pilar jembatan yang sering digunakan.*

*Hasil simulasi menggunakan model fisik menunjukkan bahwa gerusan yang terjadi di sekitar pilar persegi lebih besar dibandingkan dengan pilar lingkaran. Kecepatan aliran yang terjadi di sekitar pilar lingkaran lebih cepat dibandingkan dengan yang terjadi di sekitar pilar persegi.*

**Kata kunci :** gerusan lokal, pilar, model fisik, PIV

---

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

<sup>2</sup>Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta  
NIM : 20130110103, email : [deaputriarifah@gmail.com](mailto:deaputriarifah@gmail.com)

<sup>3</sup>Dosen pembimbing I

<sup>4</sup>Dosen pembimbing II

## **1. PENDAHULUAN**

Jembatan merupakan sebuah konstruksi yang berguna untuk menghubungkan jalan yang terdapat rintangan dibawahnya, baik berupa sungai, lembah, laut, maupun jalan lain yang permukaannya lebih rendah. Pada bentang sungai yang lebar dibutuhkan pilar pada jembatan untuk menopang beban yang melintas pada jembatan. Pilar merupakan struktur bawah jembatan yang keberadaannya mempengaruhi pola aliran sungai. Perubahan pola aliran sungai dapat menyebabkan gerusan lokal di sekitar pilar dan mempengaruhi kestabilan pilar. Pilar juga berfungsi sebagai penerus beban struktur atas jembatan menuju fondasi. Apabila kestabilan pilar terganggu maka distribusi beban dari struktur atas menuju pondasi juga akan terganggu dan membahayakan konstruksi jembatan.

Gerusan lokal merupakan proses semakin dalamnya dasar sungai karena perubahan

morfologi sungai serta gangguan aliran akibat adanya rintangan atau bangunan air. Pola gerusan lokal pada pilar jembatan dipengaruhi oleh bentuk pilar. Perbedaan pilar yang digunakan pada jembatan mempengaruhi kecepatan aliran yang terjadi di sekitar pilar dan menyebabkan perbedaan pola gerusan lokal di sekitar pilar. Gerusan lokal pada pilar akan mempengaruhi stabilitas keamanan struktur jembatan, maka dari itu perlu dilakukan tindakan serius untuk menjaga kestabilan pilar jembatan.

Penelitian mengenai gerusan lokal pada bangunan-bangunan air khususnya pada pilar jembatan sangat diperlukan. Pentingnya mengetahui bentuk pilar yang dapat meminimalisir terjadinya gerusan lokal pada pilar jembatan diharapkan dapat menjadi tolak ukur dalam perencanaan bentuk pilar jembatan. Pengamatan gerusan lokal yang dilakukan di lapangan secara langsung sulit dilakukan karena berada di bawah permukaan

air. Pada penelitian ini simulasi dilakukan dengan menggunakan permodelan fisik berupa *flume*. *Flume* merupakan permodelan fisik dari sungai dalam skala yang lebih kecil. Pilar yang disimulasikan pada *flume* menggunakan pilar berbentuk lingkaran dan segiempat yang merupakan bentuk dasar pilar jembatan yang sering digunakan.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

Gerusan didefinisikan sebagai pembesaran dari suatu aliran yang disertai pemindahan material melalui aksi gerakan fluida. Gerusan lokal (*local scouring*) terjadi pada suatu kecepatan aliran dimana sedimen ditranspor lebih besar dari sedimen yang disuplai. Transport sedimen bertambah dengan meningkatnya tegangan geser sedimen, gerusan terjadi ketika perubahan kondisi aliran menyebabkan peningkatan tegangan geser dasar (Laursen, (1952) dalam Hanwar (1999)).

Pilar merupakan bagian struktur bawah jembatan yang berfungsi sebagai penumpu dari jembatan tersebut perubahan pola aliran menyebabkan terjadinya gerusan di sekitar pilar. Bahwa dengan digunakannya pilar yang berbeda bentuk makan akan menghasilkan pola aliran yang berbeda, penambahan kedalaman gerusan yang besar terjadi saat menit-menit awal, seiring dengan lamanya waktu maka penambahan kedalaman gerusan tersebut akan mengecil. Ini menandakan bahwa dengan debit tertentu, semakin lama kedalaman gerusan akan semakin kecil (Rahmadani, 1995).

Mekanisme gerusan disekitar pilar jembatan menurut Hanwar (1999:9) adalah ketika partikel sedimen yang menutupi pilar mulai berpindah, maka proses gerusan mulai terbentuk. Partikel yang tererosi ini akan mengikuti pola aliran dan terbawa dari dekat pilar kearah dasar sungai. Selanjutnya jika partikel-partikel sedimen lebih banyak tererosi, maka bentuk gerusan akan mencapai kedalaman gerusan maksimum.

Pada penelitian ini, analisa gerusan dimodelkan dengan model fisik dan pengamatan perubahan kecepatan aliran dilakukan dengan metode PIV. *Particle Image Velocimetry* (PIV) adalah satu dari beberapa metode yang digunakan untuk memvisualisasikan dan melakukan pengukuran pada suatu aliran fluida. Algoritma *Large-Scale Particle Image Velocimetry* (LSPIV) untuk memperkirakan

kecepatan adalah hal yang sama digunakan pada *conventional high-density image* PIV (Adrian, 1991 dalam Fujita, 2008)

PIV menggunakan teknik pengukuran yang tidak mengganggu aliran yang sedang diteliti. Dalam penelitian digunakan *sedimen tracking* berupa manik-manik sebagai media analisa pengukuran. Data yang digunakan dalam media ini merupakan data primer yang diperoleh dari pengujian yang dilakukan di Laboratorium Keairan dan Lingkungan Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

Penelitian ini mengenai gerusan lokal di sekitar pilar jembatan. Simulasi dilakukan menggunakan model fisik berupa *flume* yang berada di laboratorium. Eksperimen disimulasikan dengan *flume* dikarenakan penelitian secara langsung di lapangan sangat sulit dilakukan. Kajian yang digunakan dalam penelitian ini yaitu pilar persegi dan lingkaran.

## 3. LANDASAN TEORI

### 3.1 Saluran Terbuka

Saluran terbuka adalah saluran yang mengalirkan air dengan suatu permukaan bebas. Pada aliran saluran terbuka terdapat permukaan bebas yang berhubungan dengan atmosfer dimana permukaan bebas tersebut merupakan suatu batas antara fluida yang berbeda kerapatannya yaitu cairan dan udara, dan pada permukaan ini terdapat tekanan atmosfer. Tipe aliran dapat dibedakan menggunakan bilangan Froude, yaitu:

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

Persamaan untuk menghitung bilangan *Froude* adalah sebagai berikut :

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

Dimana :  $h$  = tinggi aliran (m)  
 $b$  = lebar saluran (m)  
 Nilai  $U$  diperoleh dengan rumus :

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

Dimana :  $Q$  = debit aliran ( $m^3/dtk$ )  
 $A$  = luas saluran ( $m^2$ )

Nilai  $A$  diperoleh dengan rumus :

$$A = b \cdot h$$

Dimana :

$Fr$  = bilangan Froude

$U$  = kecepatan aliran (m/dtk)

$g$  = percepatan gravitasi (m/dtk<sup>2</sup>)

$h$  = kedalaman aliran (m)

### 3.2 Pilar Jembatan

Pilar merupakan bagian dari struktur bawah jembatan yang terletak di tengah-tengah bentang antara dua abutmen yang berfungsi memikul beban bangunan atas dan bangunan lainnya, beban tersebut selanjutnya disalurkan ke tanah yang keras oleh pondasi. Pada umumnya pilar jembatan dipengaruhi oleh aliran (arus) sungai, sehingga dalam perencanaan perlu diperhatikan dari segi keamanan dan kekuatan bahan-bahan hanyutan dan aliran sungai itu sendiri. Keberadaan pilar pada aliran sungai menyebabkan perubahan pada pola aliran sungai. Perubahan pola aliran tersebut akan mengakibatkan terjadinya gerusan lokal di sekitar pilar.

### 3.3 Gerusan

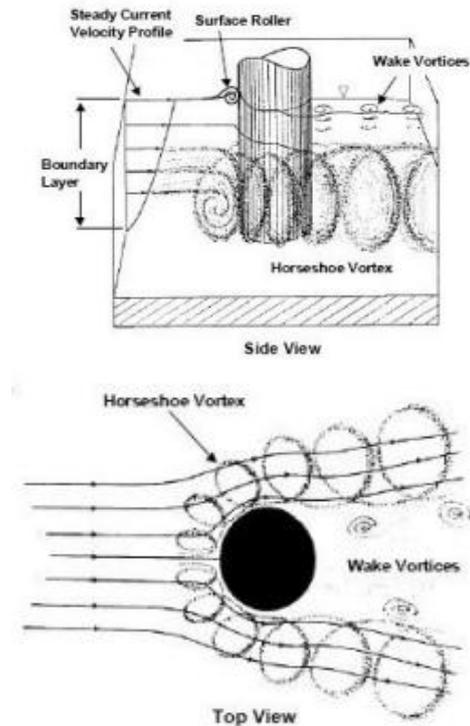
Gerusan merupakan proses erosi atau semakin dalamnya dasar sungai dibawah elevasi permukaan alami yang terjadi jika jumlah material yang ditranspor keluar daerah lebih banyak dari jumlah material yang ditranspor masuk ke dalam daerah gerusan.

### 3.4 Mekanisme Gerusan

Mekanisme gerusan disekitar pilar jembatan menurut Hanwar (1999:9) adalah ketika partikel sedimen yang menutupi pilar mulai berpindah, maka proses gerusan mulai terbentuk. Partikel yang tererosi ini akan mengikuti pola aliran dan terbawa dari dekat pilar kearah dasar sungai. Selanjutnya jika partikel-partikel sedimen lebih banyak tererosi, maka bentuk gerusan akan mencapai kedalaman gerusan maksimum.

Proses gerusan di sekitar pilar sangat kompleks karena meliputi aliran tiga dimensi. Pada saat aliran melewati pilar, akan terjadi pemisahan aliran dan pemisahan ini akan

meluas ke bagian hilir pilar. Sistem pusaran yang terjadi mempunyai bentuk seperti pusaran sepatu kuda (*horseshoe vortex*).



**Gambar 1** Mekanisme Gerusan Akibat Pola Aliran Air di Sekitar Pilar (Sumber : Miller, 2003:6 dalam Sucipto, 2011)

### 3.5 Tipe Gerusan

Menurut Raudkivi dan Ettema (1982) dalam Istiarto (2002), perbedaan gerusan dapat dikelompokkan sebagai berikut :

1. Gerusan umum (*general scour*). Gerusan yang terjadi akibat dari proses alam dan tidak berkaitan sama sekali dengan ada tidaknya bangunan sungai.
2. Gerusan dilokalisir (*constriction scour*). Gerusan yang diaibatkan penyempitan alur sungaisehingga aliran menjadi terpusat.
3. Gerusan lokal (*local scour*). Merupakan akibat langsung dari struktur pada alur sungai.

## 4. METODE PENELITIAN

### 4.1 Studi Literatur

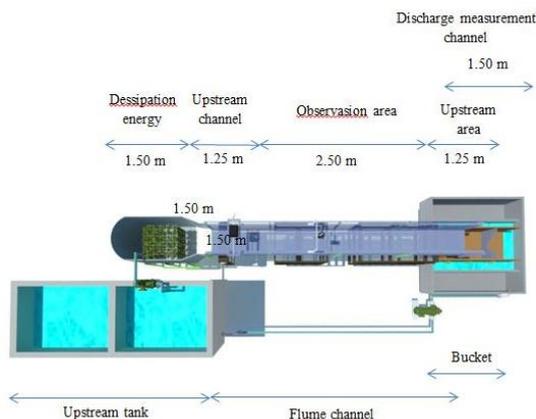
Penelitian dengan metode eksperimen ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh perbedaan bentuk pilar persegi dan lingkaran terhadap gerusan lokal yang terjadi di sekitar pilar. Penelitian juga mengambil sumber dari jurnal-jurnal yang mendukung untuk kebutuhan penelitian. Jurnal yang digunakan berkaitan dengan pengaruh adanya perbedaan

bentuk pilar jembatan terhadap gerusan lokal yang terjadi di sekitar pilar.

#### 4.2 Metode Ekperimen

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Hidraulika Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

Pengamatan yang digunakan dalam penelitian ini ada dua cara; pertama pengamatan pergerakan aliran air dan sedimen secara lateral atau memanjang dan yang kedua pengamatan berdasarkan profil potongan melintang pada saluran. Pergerakan aliran air diamati dengan menggunakan bantuan *sediment tracking* berupa manik-manik berbahan plastik dengan diameter 5,00 mm yang ditaburkan ke dalam *flume* pada watu yang telah ditentukan. Pergerakan air secara lateral atau memanjang dan secara memanjang atau melintang diamati dengan menggunakan kamera fps 120 yang diletakkan di atas area observasi untuk merekam pergerakan *sediment tracking* selama *running* dilakukan. Pergerakan *sediment tracking* tersebut kemudian menjadi acuan untuk mengetahui vector kecepatan aliran air dalam dua dimensi. Sedangkan pengamatan pada dasar saluran saat sebelum dan setelah dilakukan *running*, khususnya dalam pengujian menggunakan *movable bed* dilakukan pengukuran berkala menggunakan *laser gauge* pada beberapa titik yang telah ditentukan untuk memperoleh data potongan melintang dasar saluran.



Gambar 2 Multi Purpose Teaching Flume

Untuk pengukuran debit dilakukan pada bagian *bucket* atau bak penampung akhir setelah air mengalir melewati *downstream channel*. Untuk pengujian dalam kondisi *movable bed*, sedimen yang bergerak mengikuti aliran air sebelum jatuh mengalir ke

area pengukuran debit ditampung menggunakan kain tipis berpori-pori kecil. Peluap segitiga yang dipasang pada area *bucket* digunakan untuk mengamati dan mengukur debit aliran yang mengalir pada *flume test* selama eksperimen dilakukan. Kalibrasi peluap segitiga dilakukan pada koefisien debit dengan variasi debit aliran terukur sebelum pengujian dilakukan.

#### 4.3 Analisis Data

Hasil perolehan data aliran untuk setiap pilar dengan debit yang sama. Selanjutnya akan diperoleh vektor kecepatan aliran melalui analisis rekaman *sediment tracking*, selain itu diperoleh data *cross section* melintang saluran dan memanjang saluran sehingga dapat dilakukan analisis kedalaman gerusan yang terjadi pada setiap pilar. Kemudian silakukan perbandingan untuk menentukan pilar yang memiliki potensi dengan gerusan lokal terkecil.

#### 4.4 Alur Simulasi Model Fisik



### 5. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 5.1 Data Penelitian

##### 5.1.1 Pemeriksaan Material Dasar

Pengujian dilakukan di Laboratorium Keairan dan Lingkungan Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Pasir yang digunakan adalah pasir lolos saringan ASTM no.10 dan tertahan pada no.200 dengan nilai

$d_{50}$  yang diperoleh dari pengujian gradasi butiran. Pasir sebagai material dasar diayak terlebih dahulu untuk mendapatkan ukuran butiran yang besarnya relatif merata. Hasil analisa gradasi butiran dapat dilihat pada tabel 1 dan 2.

**Tabel 1** Analisis gradasi butiran sampel 1

Ayakan No.	Ayakan Dalam (mm)	Massa Tertahan (g)	Jumlah Massa Tertahan (g)	Massa Tertahan (%)	Massa Lolos (%)
No. 10	2,000	0	0	0,00	100,00
No. 20	0,850	732,1	732,1	53,06	46,94
No. 30	0,600	413,3	1145,4	83,01	16,99
No. 40	0,425	84,4	1229,8	89,13	10,87
No. 50	0,300	39	1268,8	91,96	8,04
No. 70	0,212	38,1	1306,9	94,72	5,28
No. 80	0,180	14,4	1321,3	95,76	4,24
No. 100	0,150	17,3	1338,6	97,01	2,99
No. 120	0,125	8,5	1347,1	97,63	2,37
No. 200	0,075	18,5	1365,6	98,97	1,03
Pan		14,2	1379,8	100,00	0,00

**Tabel 2** Analisis gradasi butiran sampel 2

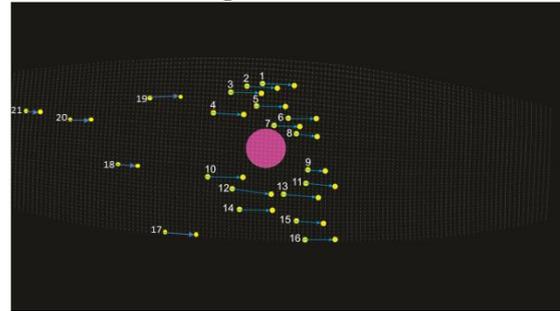
Ayakan No.	Ayakan Dalam (mm)	Massa Tertahan (g)	Jumlah Massa Tertahan (g)	Massa Tertahan (%)	Massa Lolos (%)
No. 10	2,000	0	0	0,00	100,00
No. 20	0,850	986,3	986,3	68,11	31,89
No. 30	0,600	422,3	1408,6	97,27	2,73
No. 40	0,425	19,4	1428	98,61	1,39
No. 50	0,300	1,7	1429,7	98,73	1,27
No. 70	0,212	0	1429,7	98,73	1,27
No. 80	0,180	0	1429,7	98,73	1,27
No. 100	0,150	2,8	1432,5	98,92	1,08
No. 120	0,125	1,4	1433,9	99,02	0,98
No. 200	0,075	4,6	1438,5	99,34	0,66
Pan		9,6	1448,1	100,00	0,00

Analisis gradasi butiran yang dilakukan menggunakan 2 sampel pengujian. Hasil analisis gradasi butiran dimasukkan dalam bentuk grafik *grain diameter* yang kemudian dapat diketahui nilai  $d_{50}$ . Pada sampe 1 hasil  $d_{50}$  adalah 0,89 mm dan nilai  $d_{50}$  pada sampel 2 adalah 1,06 mm sehingga diperoleh nilai rata-rata  $d_{50}$  yaitu 0,975 mm.

## 5.2 Analisa Kecepatan Lingkaran

Kecepatan aliran di sekitar pilar berbeda pada setiap pilar setelah dilakukan simulasi menggunakan *flume test*. Simulasi dilakukan pada *flume test* menggunakan *sediment tracking* untuk mengetahui pergerakan kecepatan aliran serta dilakukan dua kali yaitu menggunakan pilar dengan bentuk lingkaran dan persegi. Setelah pergerakan *sediment tracking* ditandai maka dapat diketahui perubahan kecepatan aliran.

### 5.2.1 Pilar Lingkaran

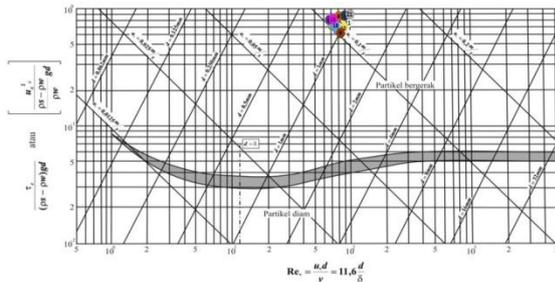


**Gambar 3** Vektor kecepatan aliran di sekitar pilar lingkaran

Vektor kecepatan aliran menunjukkan arah aliran dan dari jarak yang didapat maka bisa dihitung besaran kecepatan aliran yang terjadi di sekitar pilar. Kecepatan aliran cenderung berkurang ketika berada di dekat dinding pilar. Berkurangnya kecepatan ditandai dengan vektor yang pendek, kecepatan minimum ditunjukkan pada vektor nomor 21 yaitu dengan kecepatan 0.2464 m/s. Sedangkan bertambahnya kecepatan aliran terjadi pada aliran yang terletak jauh dari pilar. Kecepatan maksimum ditunjukkan pada vektor nomor 12, yaitu dengan kecepatan 0.6554 m/s. Selain kecepatan aliran juga dilakukan analisis kecepatan kritik di sekitar pilar yang bisa dilihat pada Tabel 4.

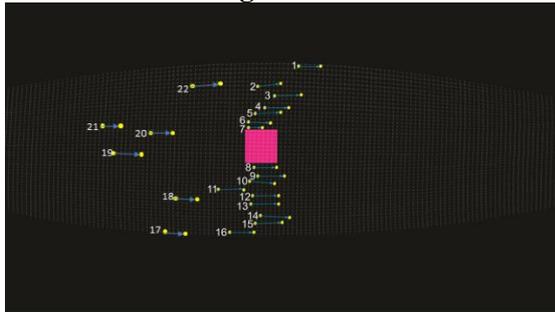
**Tabel 4** Kecepatan kritik butir material dasar

No	Kedalaman Aliran (m)	Gravitasi (m/s)	Slope	U <sub>cr</sub> (m/s)	Keterangan
1	0.025	9.81	0.0358	0.093	bergerak
2	0.025	9.81	0.0358	0.093	bergerak
3	0.025	9.81	0.0358	0.093	bergerak
4	0.025	9.81	0.0358	0.093	bergerak
5	0.031	9.81	0.0358	0.104	bergerak
6	0.027	9.81	0.0358	0.097	bergerak
7	0.038	9.81	0.0358	0.115	bergerak
8	0.030	9.81	0.0358	0.103	bergerak
9	0.028	9.81	0.0358	0.098	bergerak
10	0.025	9.81	0.0358	0.093	bergerak
11	0.025	9.81	0.0358	0.094	bergerak
12	0.025	9.81	0.0358	0.093	bergerak
13	0.026	9.81	0.0358	0.096	bergerak
14	0.025	9.81	0.0358	0.093	bergerak
15	0.025	9.81	0.0358	0.093	bergerak
16	0.025	9.81	0.0358	0.093	bergerak
17	0.025	9.81	0.0358	0.093	bergerak
18	0.025	9.81	0.0358	0.093	bergerak
19	0.025	9.81	0.0358	0.093	bergerak
20	0.025	9.81	0.0358	0.093	bergerak
21	0.025	9.81	0.0358	0.093	bergerak



**Gambar 4** Diagram Shields (gerak awal butir) di sekitar pilar lingkaran

### 5.2.2 Pilar Persegi

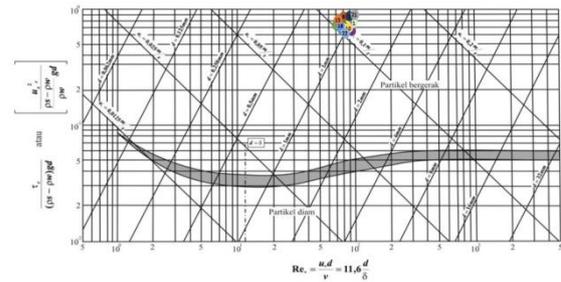


**Gambar 5** Vektor kecepatan aliran di sekitar pilar lingkaran

Vektor kecepatan aliran menunjukkan arah aliran dan dari jarak yang didapat maka bisa dihitung besaran kecepatan aliran yang terjadi di sekitar pilar. Kecepatan aliran cenderung berkurang ketika berada di dekat dinding pilar. Berkurangnya kecepatan ditandai dengan vektor yang pendek, kecepatan minimum ditunjukkan pada vektor nomor 7 yaitu dengan kecepatan 0.2254 m/s. Sedangkan bertambahnya kecepatan aliran terjadi pada aliran yang terletak jauh dari pilar. Kecepatan maksimum ditunjukkan pada vektor nomor 12, yaitu dengan kecepatan 0.4597 m/s. Selain kecepatan aliran juga dilakukan analisis kecepatan kritis di sekitar pilar yang bisa dilihat pada Tabel 5.6.

**Tabel 6** Kecepatan kritis butir material dasar

No	Kedalaman Aliran (m)	Gravitasi (m/s)	Slope	Ucr (m/s)	Keterangan
1	0.025	9.81	0.0358	0.093	bergerak
2	0.025	9.81	0.0358	0.093	bergerak
3	0.030	9.81	0.0358	0.102	bergerak
4	0.035	9.81	0.0358	0.110	bergerak
5	0.039	9.81	0.0358	0.116	bergerak
6	0.047	9.81	0.0358	0.128	bergerak
7	0.049	9.81	0.0358	0.131	bergerak
8	0.049	9.81	0.0358	0.131	bergerak
9	0.046	9.81	0.0358	0.126	bergerak
10	0.033	9.81	0.0358	0.107	bergerak
11	0.025	9.81	0.0358	0.093	bergerak
12	0.025	9.81	0.0358	0.093	bergerak
13	0.025	9.81	0.0358	0.093	bergerak
14	0.025	9.81	0.0358	0.093	bergerak
15	0.025	9.81	0.0358	0.093	bergerak
16	0.025	9.81	0.0358	0.093	bergerak
17	0.025	9.81	0.0358	0.093	bergerak
18	0.025	9.81	0.0358	0.093	bergerak
19	0.025	9.81	0.0358	0.093	bergerak
20	0.025	9.81	0.0358	0.093	bergerak
21	0.025	9.81	0.0358	0.093	bergerak
22	0.025	9.81	0.0358	0.093	bergerak



**Gambar 6** Diagram Shields (gerak awal butir) di sekitar pilar persegi

### 5.3 Analisa Pola Aliran

Pola aliran pada pengujian ini dianalisis dengan menggunakan *sediment tracking*. *Tracking* tersebut akan mengalir mengikuti arah aliran yang terjadi. Pada pilar lingkaran dan persegi bagian hulu terlihat aliran masih stabil, namun mendekati pilar aliran mulai tidak stabil karena terjadi penyempitan aliran dimana terdapat pilar lingkaran yang diletakkan di tengah *flume*. Di daerah di hulu pilar terjadi turbulensi dan pola aliran di kanan dan kiri pilar mengikuti bentuk pilar dan cenderung melebar. Terlihat setelah aliran melewati pilar dan semakin aliran menuju ke hilir semakin stabil. Pola aliran ini akan mempengaruhi bentuk gerusan yang terjadi di sekitar pilar.

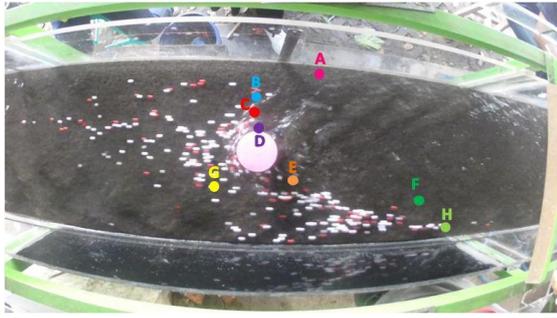
#### 5.3.1 Pilar Lingkaran



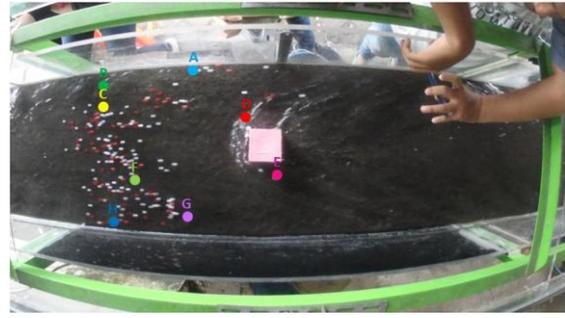
(a)



(b)



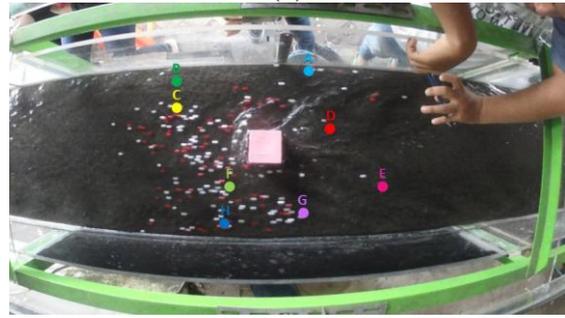
(c)



(b)

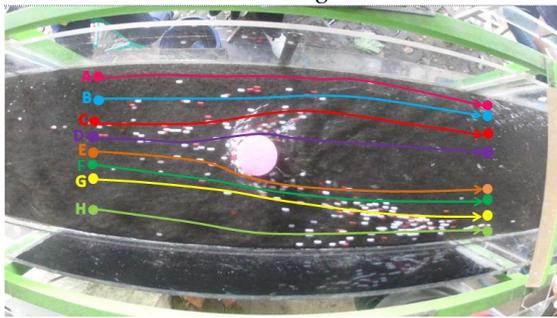


(d)

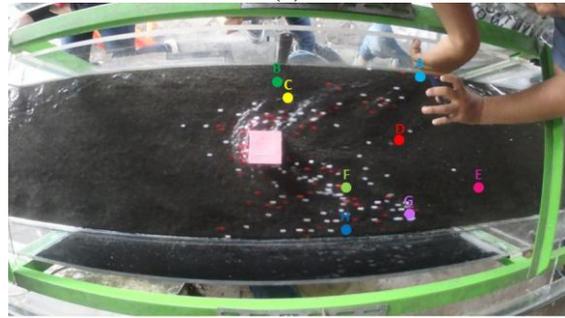


(c)

**Gambar 7** Pola aliran dari hulu sampai hilir pilar lingkaran menggunakan *sediment tracking*



**Gambar 8** Vektor aliran pada pilar lingkaran  
5.3.2 Pilar Persegi

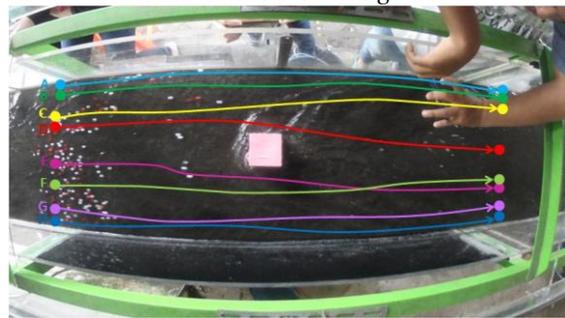


(d)

**Gambar 9** Pola aliran dari hulu sampai hilir pilar persegi menggunakan *sediment tracking*



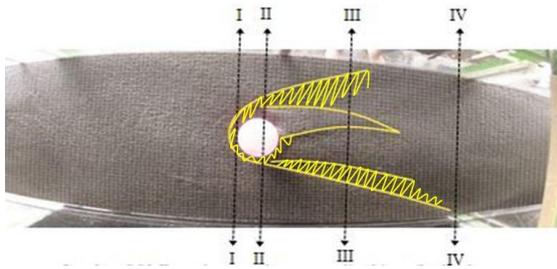
(a)



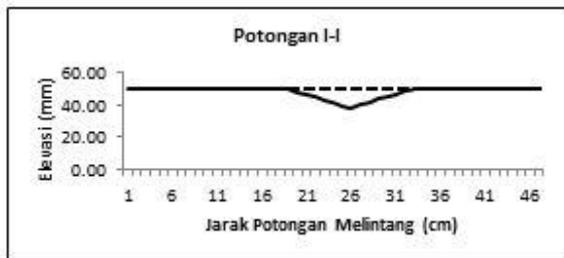
**Gambar 10** Vektor aliran pada pilar persegi

## 5.4 Analisa Pola Gerusan

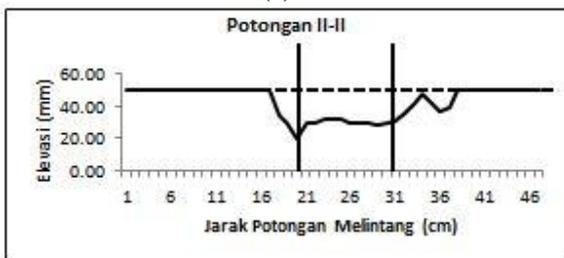
### 5.4.1 Pilar Lingkaran



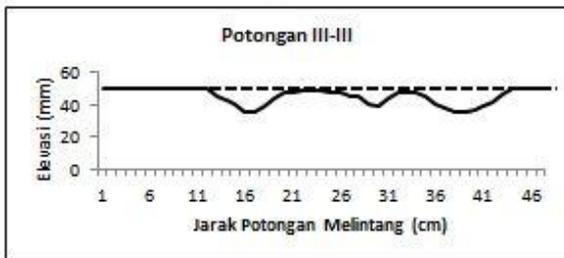
**Gambar 11** Tampak atas pola gerusan di sekitar pilar lingkaran



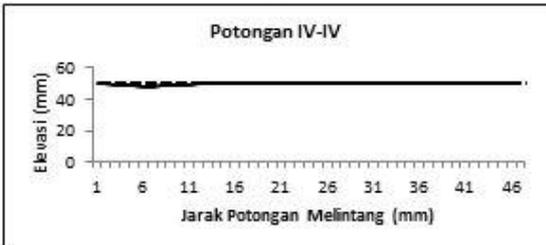
(a)



(b)



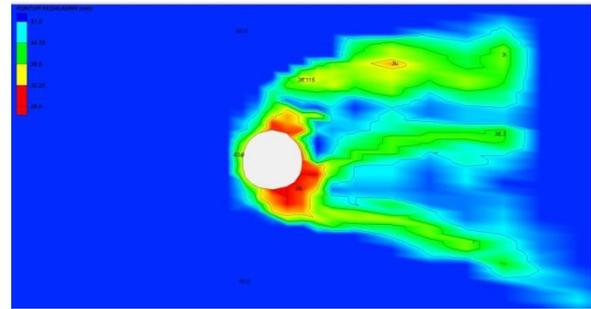
(c)



(d)

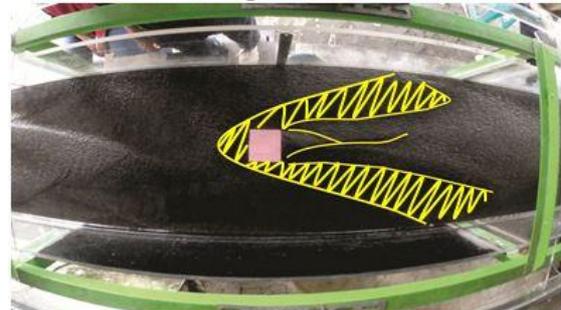
Keterangan :   
 - - - - - = elevasi awal   
 - - - - - = elevasi akhir

**Gambar 12** Grafik elevasi dasar saluran dan pola gerusan pilar lingkaran pada potongan I-I, II-II, III-III, IV-IV kondisi elevasi awal dan akhir potongan melintang

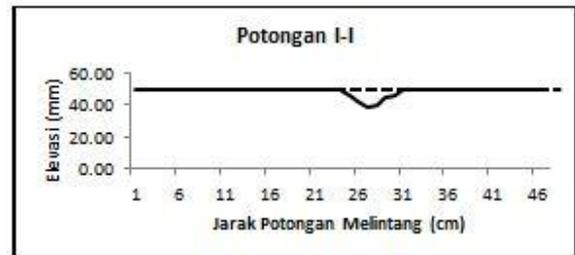


**Gambar 13** Tampilan gerusan pilar lingkaran menggunakan *Software Surface-water Modelling System (SMS)*

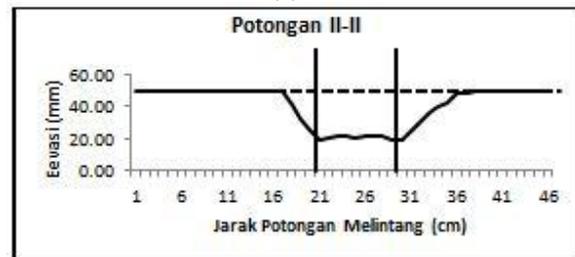
### 5.4.2 Pilar Persegi



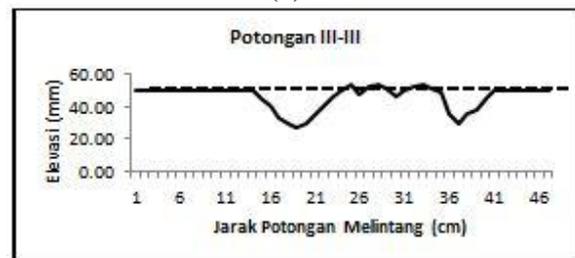
**Gambar 14** Tampak atas pola gerusan di sekitar pilar persegi



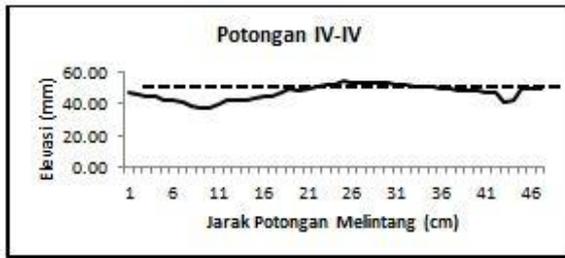
(a)



(b)



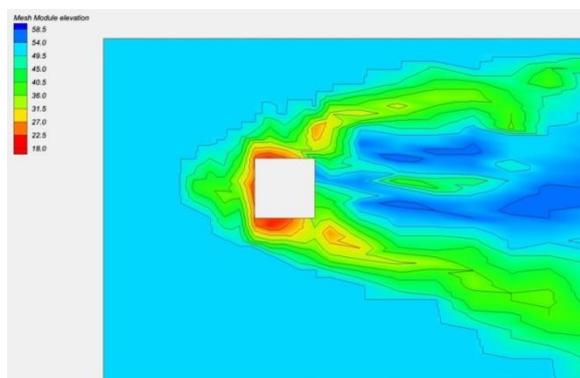
(c)



(d)

Keterangan : ----- = elevasi awal  
 ————— = elevasi akhir

**Gambar 15** Grafik elevasi dasar saluran dan pola gerusan pilar persegi pada potongan I-I, II-II, III-III, IV-IV kondisi elevasi awal dan akhir potongan melintang



**Gambar 16** Tampilan gerusan pilar lingkaran menggunakan *Software Surface-water Modelling System (SMS)*

## 6. KESIMPULAN DAN SARAN

### 6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan yang dilakukan pada pilar jembatan dengan bentuk lingkaran dan persegi, maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Berdasarkan simulasi model fisik, kecepatan aliran di sekitar pilar lingkaran lebih besar dibandingkan di sekitar pilar persegi.
2. Berdasarkan simulasi model fisik, gerusan di bagian hulu pilar persegi lebih luas dan lebih dalam dibandingkan pilar lingkaran.
3. Berdasarkan simulasi model fisik, gerusan di sisi kanan dan kiri pilar persegi lebih dalam dan lebih lebar dibandingkan di sekitar pilar lingkaran.
4. Berdasarkan simulasi model fisik, timbunan di bagian hilir pilar lingkaran lebih luas dibandingkan di bagian hilir pilar persegi.

## 6.2 Saran

Karena penelitian ini merupakan penelitian tahap pertama dalam analisa pengaruh bentuk pilar terhadap gerusan local menggunakan model fisik, maka ada beberapa saran untuk melengkapi penelitian ini, diantaranya sebagai berikut :

1. Dalam pengambilan data potongan melintang gerusan dibutuhkan peningkatan alat dalam mendeteksi elevasi.
2. Diperlukan peredam energi yang lebih efektif di hulu *flume* agar aliran benar-benar sudah stabil saat memasuki area observasi dan tidak menyebabkan gerusan di bagian hulu.
3. Diperlukan pompa yang dapat memompa langsung air yang telah digunakan *running* agar masuk kembali ke bak penampungan.

## 7. DAFTAR PUSTAKA

- Fujita, 2008, *Large Scale Particle Image Velocimetry for Measurements in Riverine Environments, water Research. Vol 44 W00D19, doi:10.1029/2008WR006950, 2008.*
- Istianto, 2002, *Geometri dan Kapasitas Tampang Sungai.* Perumka-FT UGM. Yogyakarta.
- Sucipto, 2011. *Pengaruh Kecepatan Aliran Terhadap Gerusan Lokal Pada Pilar Jembatan Dengan Perlindungan Groundsill.* Jurusan teknik Sipil UNNES.
- Rahmadani & Terunajaya. 2013. *Mekanisme Gerusan Lokal dengan Variasi Bentuk Pilar.* Eksperimen. Medan: USU
- Hanwar. S. 1999. *Gerusan Lokal di Sekitar Abutment Jembatan.* Tesis Jurusan Teknik Sipil Fakultas Pascasarjana Universitas Gajah Mada: Yogyakarta.