

NASKAH SEMINAR

ANALISA PENGARUH ALIRAN DEBRIS TERHADAP GERUSAN LOKAL PADA PILAR MENGGUNAKAN *SOFTWARE iRIC: Nays2DH 1.0* (Studi Kasus: Pilar Persegi, Pilar Lingkaran dengan Aliran Superkritik)¹

Dedy Suryadi², Puji Harsanto³, Jazaul Ikhsan⁴.

ABSTRAK

Pilar jembatan merupakan konstruksi yang berfungsi sebagai pemikul antara bentang tepi dan bentang tengah jembatan. Ketika pilar berada di tengah sungai, akan mengganggu pola aliran sungai tersebut, sehingga akan terjadinya gerusan yang dapat menimbulkan kerusakan pada struktur pilar dan pilar tidak memiliki daya dukung sehingga pilar dapat runtuh. Dari masalah ini dibutuhkan sebuah pemodelan untuk meminimalisir terjadinya gerusan lokal dari pilar jembatan dengan mensimulasikannya kedalam bentuk model.

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan software *iRIC: Nays2DH 1.0* dengan debit 0,0052 m³/s, waktu 3 menit, aliran seragam, sedimen nonuniform dengan maksimal butiran 0,975 mm, slope 0,0358, keadaan aliran superkritik dengan angka manning 0,0115, geometri penampang saluran dengan lebar 0,46 m dan panjang 2,5 m dengan besar debris 200%. selain model numerik disimulasikan juga di laboratorium dengan simulasi model fisik dengan lebar saluran 0,46 m, panjang saluran 5 m dan tinggi 0,4 m dengan kondisi aliran superkritik dan aliran seragam, dan nilai slope, debit serta angka manning yang sama dengan pemodelan matematik.

Hasil dari simulasi software *iRIC: Nays2DH 1.0* pada analisa kecepatan didapat kecepatan tertinggi sebesar 1,15 m/s pada pilar persegi, sedangkan dari dan pilar lingkaran kecepatan tertinggi sebesar 1,11 m/s. Pada pemodelan fisik analisa kecepatan terbesar pada pilar lingkaran sebesar 1,065 m/s dan pada pilar persegi sebesar 1,424 m/s. Kedua simulasi menunjukkan hasil kecepatan dari pilar persegi lebih besar dibanding dengan pilar lingkaran. Pada analisa pola aliran, simulasi dengan software *iRIC: Nays2DH 1.0* memiliki hasil yang relatif sama dengan simulasi model fisik. Pola aliran pada pilar lingkaran lebih mengikuti bentuk pilar dibandingkan dengan pilar persegi dimana alirannya melebar ke sisi samping dari pilar persegi. Pada hasil analisa elevasi gerusan, pilar dengan bentuk persegi memiliki gerusan yang lebih besar dibanding dengan pilar bentuk lingkaran, sehingga pilar lingkaran dapat dijadikan sebagai dasar pertimbangan perencanaan bentuk pilar jembatan di lapangan.

Kata Kunci: Aliran debris, Gerusan lokal, *Iric:Nays2DH 1.0*, Model matematik

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Jembatan dengan bentang panjang yang dibangun di atas sungai akan membutuhkan pilar sebagai tumpuan untuk menopang jembatan di atas sungai, sehingga pilar akan berada di aliran sungai. Adanya pilar jembatan pada ruas sungai menyebabkan perubahan pola aliran yang menimbulkan gerusan lokal di sekitar pilar sehingga menyebabkan penurunan elevasi dasar di daerah pilar jembatan yang ada di sungai.

Gerusan lokal (*local scouring*) di sekitar bangunan, terjadi karena pola aliran lokal di sekitar bangunan sungai. Gerusan lokal terjadi oleh perubahan angkutan sedimen yang disebabkan dari perubahan kecepatan aliran akibat adanya pilar jembatan. Saat terjadi gerusan lokal di sekitar bangunan

yang ada di badan sungai, sedimen yang terangkut dari gerusan lokal akan digantikan dengan sedimen yang berasal dari hulu sungai, biasanya aliran sungai selalu mengangkut sedimen dasar yang berasal dari gerusan dan runtuh lereng sungai di daerah hulu, inilah yang akan mengisi/menggantikan sedimen yang mengalami gerusan lokal yang terjadi di daerah pilar jembatan.

Debris adalah aliran air sungai dengan konsentrasi sedimen tinggi. Aliran sungai ini seringkali membawa pasir, batuan, bahkan batang-batang pohon. Material sedimen yang dibawa aliran debris bisa berasal dari letusan gunung berapi maupun material longsor bukit atau tebing di bagian hulu.

¹Naskah Seminar, dipublikasi pada tanggal 21 April 2017.

²Mahasiswa (NIM 20130110221), ³Dosen Pembimbing 1, ⁴Dosen pembimbing 2

Untuk dapat memahami fenomena yang ada di alam, kita membutuhkan suatu abstraksi. Demikian juga untuk memahami siklus hidrologi kita membutuhkan penyederhanaan (abstraksi) dari fenomena tersebut. Abstraksi yang dimaksud di sini adalah membuat fenomena tersebut kedalam suatu model.

Pada penelitian ini simulasi dibuat dengan menggunakan *software iRIC: Nays2DH 1.0* yang dibuat oleh Dr. Yasuyuki Shimizu dan Hiroshi Takebayashi di *Hokkaido University*, Jepang. *Nays2DH 1.0* adalah model komputasi untuk mensimulasikan kedalaman dasar dan erosi disuatu sungai.

Untuk kajian bentuk pilar yang akan disimulasikan yaitu bentuk persegi dan lingkaran. Bentuk pilar persegi dan lingkaran merupakan bentuk yang sangat banyak digunakan di jembatan sehingga dipilih sebagai bahan penelitian.

B. Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dilakukannya penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana analisis kecepatan aliran, pola aliran dan elevasi dasar pada aliran debris dari model matematik dengan *software iRIC:Nays2HD 1.0* pada pilar persegi dan lingkaran?
2. Bagaimana perbandingan antara hasil simulasi *software iRIC Nays 2DH 1.0* dengan hasil model fisik?

C. Tujuan Penelitian

Adapun maksud dan tujuan dilakukannya penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Menganalisis kecepatan aliran, pola aliran dan elevasi dasar pada aliran debris dari model matematik dengan *software iRIC:Nays2HD 1.0* pada pilar persegi dan lingkaran.
2. Mengetahui perbandingan antara simulasi *software iRIC Nays 2DH 1.0* dengan model fisik.

D. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Memberikan pengetahuan mengenai analisis model matematik tentang gerusan lokal yang terjadi pada pilar jembatan

dengan aliran debris bentuk pilar persegi dan lingkaran.

2. Memberikan pengetahuan tentang model matematik menggunakan *software iRIC: Nays2DH 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: Nays2DH 1.0* dengan debit 0,0052 m³/s, waktu 3 menit, aliran seragam, sedimen *nonuniform* dengan maksimal butiran 0,975 mm, slope 0,0358, keadaan aliran superkritik 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 persegi dan lingkaran.
4. Dimensi pilar bentuk persegi 7,62 cm × 7,62 cm dan pilar bentuk lingkaran berdiameter 7,62 cm.
5. Penelitian ini hanya melihat fenomena perubahan aliran yang terjadi pada sekitar pilar jembatan dengan pengamatan visual.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Simulasi pemodelan penggerusan yang diakibatkan dari pilar jembatan di sebuah sungai dengan menggunakan bentuk pilar silinder sebelumnya telah dilakukan oleh Syarvina pada tahun 2013. Hasilnya, 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 terlihat bahwa gerusan awal yang terjadi umumnya dimulai dari sisi samping pilar bagian depan.

Ikhsan dan Hidayat (2006), juga pernah melakukan penelitian tentang pengaruh bentuk pilar jembatan terhadap potensi gerusan lokal. Pemodelan yang dilakukan yaitu pemodelan

fisik pada kondisi aliran seragam permanen (*steady uniform flow*) dengan tiga variasi debit. Model fisik pilar yang digunakan adalah bentuk pilar persegi, bentuk pilar bulat dan bentuk pilar jajaran genjang. Hasil yang didapat dari pemodelan tersebut adalah semakin besar debit yang mengalir pada suatu penampang saluran maka gerusan lokal di sekitar pilar juga akan semakin dalam, dan bentuk yang terbaik pada penelitian ini adalah bentuk bulat karena mempunyai potensi kedalaman gerusan yang terkecil.

Mukti (2016), pernah melakukan pemodelan fisik menggunakan *software iRIC Nays2DH 1.0* dengan mensimulasikan kecepatan aliran yang melewati berbagai bentuk pilar yang ada dilapangan. Bentuk pilar jembatan yang digunakan yaitu bentuk persegi, lingkaran palung dan bentuk tajam.

III. LANDASAN TEORI

A. Aliran

Aliran debris adalah suatu massa yang dipicu oleh curah hujan tinggi berdurasi panjang dipengaruhi oleh gaya gravitasi yang memadai. Aliran debris pada umumnya terjadi pada sungai – sungai di daerah pegunungan. Tipe aliran ini merupakan aliran yang sangat berbahaya dan bersifat merusak.

Aliran debris pada umumnya terjadi pada sungai – sungai di daerah pegunungan. Tipe aliran ini merupakan aliran yang sangat berbahaya dan bersifat merusak. Hal ini terjadi karena aliran debris mempunyai kecepatan yang tinggi serta membawa campuran sedimen dan material lainnya (Anwar, 2014).

Dua tipe proses pembentukan aliran debris dari sisi praktis menurut *T.Takahashi* (1981) dalam Haryono Kusumosubroto, 2011 adalah :

1. *Mobilized debris flow*, terbentuk dari material tidak stabil alur sungai, dimana pembentukannya berdasarkan perubahan tekanan air pori dan penyebaran gaya-gaya yang bekerja pada lapisan debris tertentu.
2. *Landslide dam debris flow*, terbentuk dari material runtuh dam alam di hulu sungai, dimana pembentukannya berdasarkan pada akibat runtuh dam alam di bagian hulu sungai.

Adapun pola penyebaran aliran debris, yaitu:

1. Aliran debris skala kecil, endapan sedimen dan batu-batu besar membentuk “lidah endapan” atau *tounge/lobe*.
2. Aliran debris skala besar, material diameter kecil (pasir, kerikil) dengan volume cukup melaju mendekati ujung bawah wilayah sebaran, sehingga lidah tersebar di bagian hilir kipas.

B. Gerusan

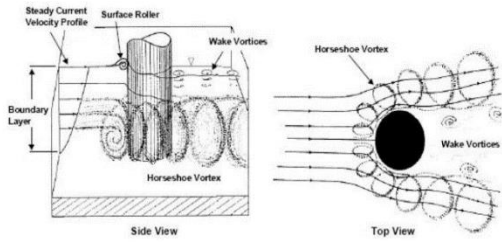
Gerusan adalah fenomena alam yang terjadi karena erosi terhadap aliran air pada dasar dan tebing saluran alluvial atau proses menurunnya atau semakin dalamnya dasar sungai di bawah elevasi permukaan alami (datum) karena interaksi antara aliran dengan material dasar sungai (Hoffmans and Verheij, 1997).

Menurut Legono (1990), gerusan dibedakan menjadi:

- a. Gerusan umum di alur sungai, gerusan ini tidak berkaitan sama sekali dengan terdapat atau tidaknya bangunan sungai. Gerusan ini disebabkan oleh energi dari aliran sungai.
- b. Gerusan terlokalisir di alur sungai, terjadi karena penyempitan alur sungai, sehingga aliran menjadi lebih terpusat.
- c. Gerusan lokal disekitar bangunan, terjadi karena pola aliran local disekitar bangunan sungai.

Gerusan lokal umumnya terjadi pada alur sungai yang terhalang pilar jembatan akibatnya menyebabkan adanya pusaran. Pusaran tersebut terjadi pada bagian hulu pilar. Isnugroho (1992) dalam Aisyah (2004) menyatakan bahwa adanya pilar akan mengganggu kestabilan butiran dasar. Bila perubahan air hulu tertahan akan terjadi gangguan pada elevasi muka air di sekitar pilar. Selanjutnya aliran akan berubah secara cepat. Karena adanya percepatan aliran maka elevasi muka air akan turun.

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



Gambar 3.1 Mekanisme Gerusan Akibat Pola Aliran Air di Sekitar Pilar.

Menurut Breusers dan Raudkivi (1991), proses gerusan dimulai pada saat partikel yang terbawa bergerak mengikuti pola aliran dari bagian hulu ke bagian hilir saluran. Pada kecepatan tinggi, partikel yang terbawa akan semakin banyak dan lubang gerusan akan semakin besar baik ukuran maupun kedalamannya. Kedalaman gerusan maksimum akan tercapai pada saat kecepatan aliran mencapai kecepatan kritis.

Melville dalam Miller (2003) menjelaskan tahap-tahap gerusan yang terjadi antara lain sebagai berikut :

- Peningkatan aliran yang terjadi pada saat perubahan garis aliran di sekeliling pilar.
- Pemisahan aliran dan peningkatan pusaran tapal kuda yang lebih intensif sehingga menyebabkan pembesaran lubang gerusan.
- Longsor/turunnya material disekitar lubang gerusan pada saat lubang cukup besar setelah terkena pusaran tapal kuda.

C. *iRIC Nays2DH 1.0*

IRIC: Nays2DH 1.0 yang dibuat oleh Dr. Yasuyuki Shimizu *Hokkaido University* dan Hiroshi Takebayashi di *Kyoto University*, Jepang. *Nays2DH 1.0* adalah model komputasi untuk mensimulasikan kedalaman dasar dan erosi sungai disuatu sungai.

IRIC merupakan *software* yang bersifat gratis, hanya perlu mendaftar sebagai pengguna. *IRIC* bisa di download secara gratis di <http://i-ric.org/en/introduction>. Sebagai tambahan, generasi, proses perkembangan dan migrasi/perpindahan pada ambang sungai dapat ditiru/dimodelkan. *IRIC Nays2DH 1.0* biasanya diaplikasikan/digunakan untuk simulasi sungai-sungai alami. Efek dari vegetasi/tanaman pada perubahan dasar sungai dan proses transportasi sedimen pada

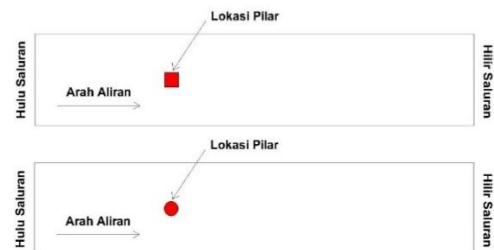
dasar sungai yang kasar (contoh: bebatuan) dapat disimulasikan atau dimodelkan.

IV. METODE PENELITIAN

A. Pengumpulan Data

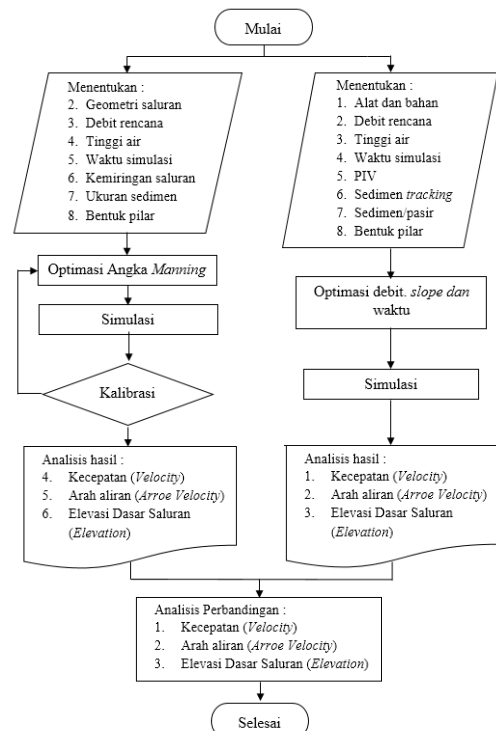
Data-data yang akan digunakan didapatkan dari pemodelan fisik di Laboratorium Keairan dan Lingkungan.

Data yang digunakan adalah debit sebesar $0,0052 \text{ m}^3/\text{s}$, dengan durasi waktu *running* selama 3 menit. Geometri saluran yang ditinjau memiliki panjang 2,5 m dan lebar 0,46 m dengan kemiringan saluran (*slope*) sebesar 0,0358 angka *manning* yang digunakan yaitu 0.0015. Sedangkan penampang pilar yang digunakan berupa lingkaran dengan diameter 0,0762 m (3 inchi) dan persegi dengan panjang sisi sebesar 0,0762 m (3 inchi).



Gambar 4.1. Model simulasi penelitian.

B. Alur Simulasi Penelitian



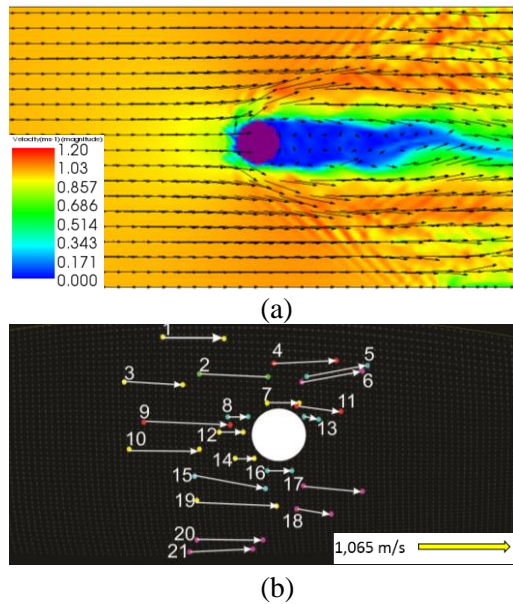
Gambar 4.2 Bagan alir simulasi Penelitian

V. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Analisa Kecepatan Aliran

Pada simulasi pilar persegi, kecepatan tertinggi didapat sampai 1,15 m/s yang terjadi pada saat aliran berbelok setelah menabrak pilar, sedangkan aliran dengan kecepatan terendah berada di belakang pilar, karena di sekitar belakang pilar aliran berputar-putar. Pada simulasi pilar lingkaran didapat hasil kecepatan yang hampir sama pada pilar persegi, dengan kecepatan maksimum di pilar lingkaran sebesar 1,11 m/s yang di gambarkan dengan warna merah.

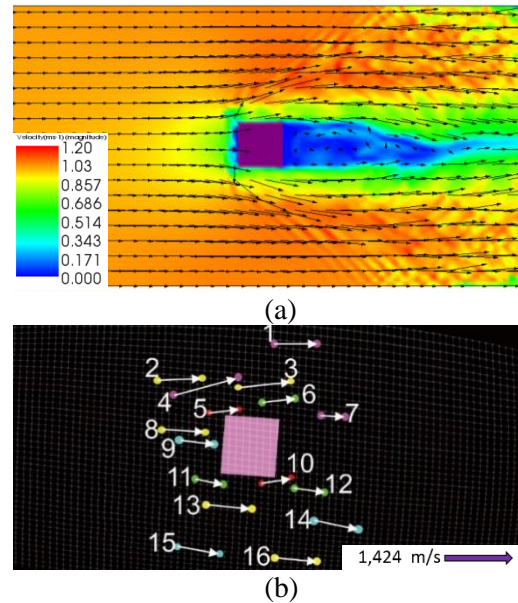
Untuk melihat perbandingan dari model simulasi yang dilakukan dengan *software iRIC: Nays2DH 1.0* dengan model fisik yang dilakukan di laboratorium bisa melihat analisis kecepatan dari pemodelan fisik, bisa dilihat pada Gambar 5.1 dan Gambar 5.2.



Gambar 5.1 Hasil analisa vektor kecepatan aliran di sekitar pilar lingkaran (a) simulasi *software iRIC: Nays2DH 1.0* dan (b) model fisik.

Dari hasil analisis vektor kecepatan model fisik, terjadi perlambatan kecepatan di hulu sekitar pilar sebelum menabrak pilar, seperti terlihat pada vektor nomor 8, 12, 14, bernilai 0,254 m/s, 0,302 m/s, dan 0,254m/s. Jika dibandingkan dengan analisa menggunakan *software iRIC : Nays2DH 1.0* terlihat pada Gambar 5.1 juga terjadi perlambatan kecepatan aliran dimana ditandai dengan warna biru muda dengan kecepatan

diantara 0,200-0,400 m/s. Jika dilihat pada vektor nomor 5 dan 6 dari model fisik didapatkan nilai kecepatan bernilai 0,783 m/s, 0,782 m/s, sedangkan pada model numerik di dapatkan nilai 0,800 – 1,000 m/s ditandai warna jingga sampai merah. Dan nilai vektor kecepatan tertinggi pada analisa model fisik terjadi pada nomor 15 dan 19 dengan nilai 0,920 m/s, dan 1,065 m/s, sedangkan pada model numerik di dapat hasil 1,0 – 1,05 m/s ditandai dengan warna jingga ke merah-merahan.



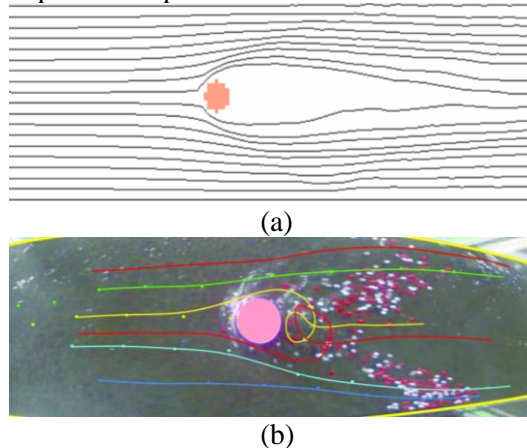
Gambar 5.2 Hasil analisa vektor kecepatan aliran di sekitar pilar persegi simulasi *software iRIC: Nays2DH 1.0* dan model fisik.

Dari hasil analisis vektor kecepatan model fisik, terjadi perlambatan kecepatan di hulu sekitar pilar sebelum menabrak pilar, seperti terlihat pada vektor nomor 5, 9, 11, bernilai 0,524 m/s, 0,649 m/s, dan 0,535m/s. Jika dibandingkan dengan analisa menggunakan *software iRIC : Nays2DH 1.0* terlihat pada Gambar 5.2 juga terjadi perlambatan kecepatan aliran dimana ditandai dengan warna biru muda hingga hijau dengan kecepatan diantara 0,300-0,600 m/s. Jika dilihat pada vektor nomor 14 dan 16 yang berada di kiri pilar setelah aliran menabrak pilar dari model fisik didapatkan nilai kecepatan bernilai 0,911 m/s, 0,782 m/s, sedangkan pada model numerik di dapatkan nilai 0,800 – 1,000 m/s ditandai warna jingga sampai merah.

B. Analisa Pola Aliran

Dalam simulasi menggunakan *software iRIC: Nays2DH 1.0* pola aliran dapat dimodelkan dengan menggunakan garis aliran, dari hulu ke hilir. Pada model fisik, pola aliran bisa dilihat dengan melihat *sediment tracking* yang ditabur pada saat running, sehingga akan terlihat pola aliran dari mengamati *sediment tracking*.

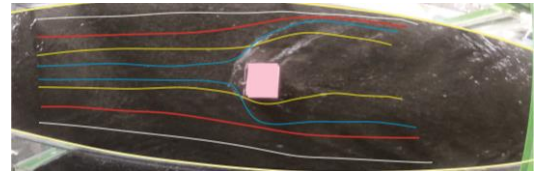
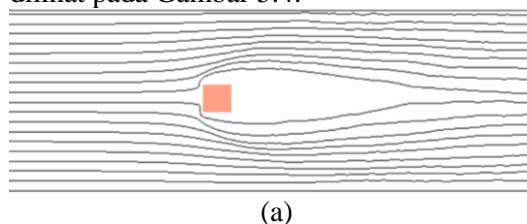
Perbandingan pola aliran dari pilar lingkaran yang disimulasikan dengan *software iRIC: Nays2DH 1.0* dan model fisik dapat dilihat pada Gambar 5.3.



Gambar 5.3 Pola aliran dari hulu sampai hilir pilar lingkaran (a) simulasi *software iRIC: Nays2DH 1.0* (b) model fisik.

Jika dibandingkan dengan dengan pola aliran dari model matematik menggunakan *software iRIC: Nays 2DH 1.0* terlihat bahwa pola aliran pada pilar jembatan bentuk lingkaran hampir memiliki pola aliran yang sama dengan model fisik. Bisa dilihat, dimana pola aliran akan terbagi menjadi dua bagian karena terhalang oleh pilar lingkaran dan kestabilan pola aliran belum terjadi di dekat pilar jembatan. Setelah melewati pilar, aliran akan kembali pada pola aliran awal yang lebih stabil dan pola aliran kembali normal.

Perbandingan pola aliran dari pilar persegi yang disimulasikan dengan *software iRIC: Nays2DH 1.0* dan model fisik dapat dilihat pada Gambar 5.4.



(b)
Gambar 5.4 Pola aliran dari hulu sampai hilir pilar persegi (a) simulasi *software iRIC: Nays2DH 1.0* (b) model fisik.

Jika dibandingkan dengan dengan pola aliran dari model matematik menggunakan *software iRIC: Nays 2DH 1.0* terlihat bahwa pola aliran pada pilar jembatan bentuk persegi hampir memiliki pola aliran yang sama dengan model fisik. Bisa dilihat, dimana pola aliran akan terbagi menjadi dua bagian karena terhalang oleh pilar persegi dan kestabilan pola aliran belum terjadi di dekat pilar jembatan. Setelah melewati pilar, aliran akan kembali pada pola aliran awal yang lebih stabil dan pola aliran kembali normal.

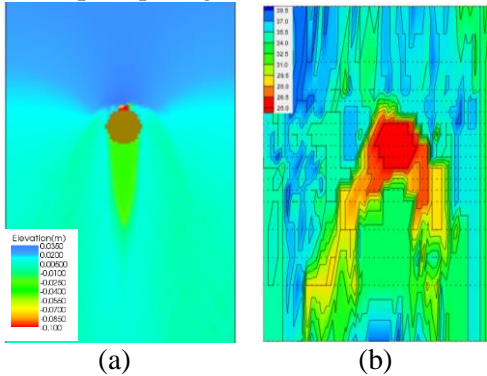
Pada bagian belakang pilar pada kedua jenis pilar terdapat turbulensi. Jika dibandingkan pada pilar lingkaran dan pilar persegi perbandingan turbulensi di belakang pilar tidak begitu besar, karena jika dilihat arah alirannya relatif sama. Tetapi, pada saat aliran membentur pilar, pilar persegi mengalami perubahan arah yang lebih besar dibanding dengan perubahan arah di pilar lingkaran. Karena dimensi pilar lingkaran lebih besar sehingga aliran mengalami pelebaran arah aliran, tetapi pada pilar lingkaran arah pelebaran tidak begitu besar, karena aliran mengikuti bentuk dari pilar lingkaran.

C. Analisis Elevasi Gerusan

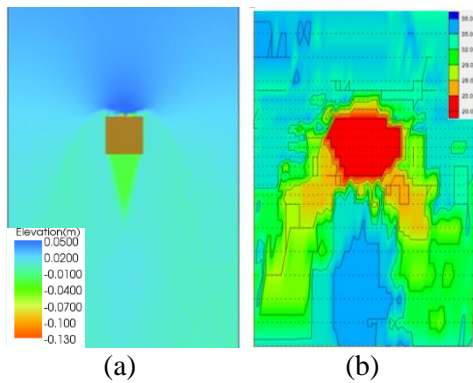
Pada simulasi menggunakan *software iRIC: Nays2DH 1.0* pola gerusan ditampilkan dengan elevasi dasar saluran yang ditunjukkan dengan skala warna. Warna biru menunjukkan elevasi dasar saluran sebesar -0.150 m dan warna merah menunjukkan elevasi dasar saluran sebesar 0.07 m.

Selain simulasi *software iRIC: Nays2DH 1.0* yang merupakan model matematik, diperoleh juga elevasi dari model fisik yang dapat dari pengujian laboratorium.

Untuk melihat perbandingannya, bisa dilihat pada gambar 5.5 untuk pilar lingkaran dan 5.6 pilar persegi.



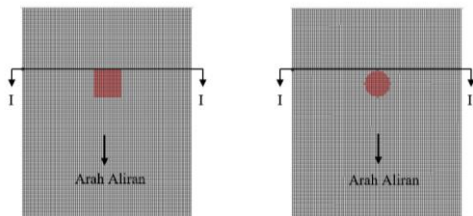
Gambar 5.5 Hasil Elevasi dasar saluran pada pilar lingkaran (a) simulasi *software iRIC: Nays2DH 1.0* (b) Model fisik.



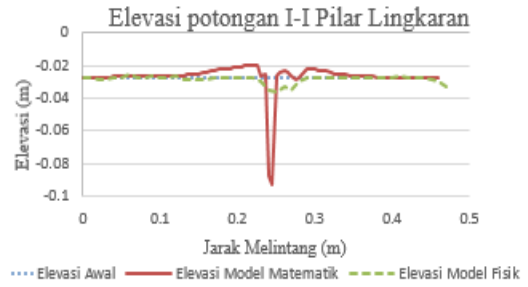
Gambar 5.6 Hasil Elevasi dasar saluran pada pilar persegi (a) simulasi *software iRIC: Nays2DH 1.0* (b) Model fisik.

Secara visual perubahan elevasi pada kedua pilar tidak dapat dilihat jika hanya dari pengamatan perbedaan warna. Untuk melihat elevasi dasar saluran dilakukan dengan meninjau potongan melintang (*cross section*).

1. Tinjauan Potongan Pada Hulu Pilar

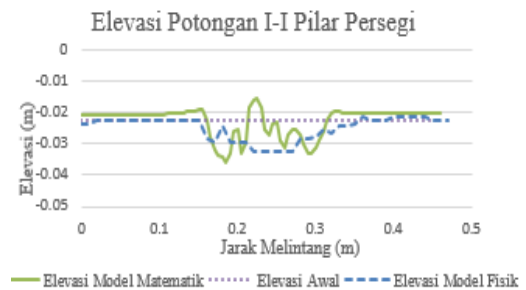


Gambar 5.7 Potongan I-I pada hulu pilar bentuk pilar persegi dan pilar lingkaran



Gambar 5.8 Perbandingan elevasi potongan I-I pilar lingkaran simulasi model matematik dan model fisik.

Potongan I-I model matematik menunjukkan kedalaman gerusan sebesar 7 cm, padahal gerusan di depan pilar lingkaran pada pemodelan fisik hanya sebesar 0,7 cm. Pada Gambar 5.8 di hulu pilar lingkaran juga mengalami sedimentasi, sedimentasi yang terjadi pada model fisik sebesar 0,3 cm. Dan sedimentasi yang terjadi pada model matematik di hulu pilar lingkaran sebesar 0,9 cm. Perbedaan ini terjadi mungkin karena adanya eror pada saat running model matematik, sehingga hasilnya melenceng jauh dari pemodelan yang dilakukan pada model fisik.



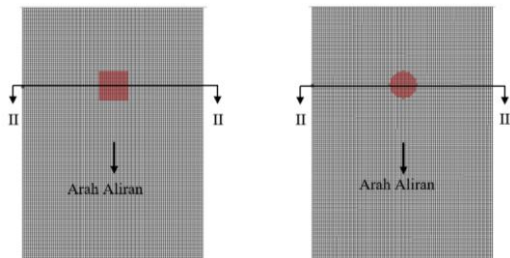
Gambar 5.9 Perbandingan elevasi potongan I-I pilar persegi simulasi model matematik dan model fisik.

Gambar 5.9 menunjukkan elevasi dasar saluran pada potongan I-I yang terdapat pada hulu pilar persegi dari pemodelan fisik dan juga pemodelan matematik. Didapat bahwa perbedaan gerusan yang terjadi pada pemodelan fisik dan pemodelan matematik relatif kecil. Gerusan yang terjadi pada potongan I-I pada model fisik sebesar 1,0 cm, dan gerusan yang terjadi pada pemodelan matematik pada potongan I-I sebesar 1,4 cm. Pada potongan I-I model fisik, juga terjadi sedimentasi sebesar 0,1 cm.

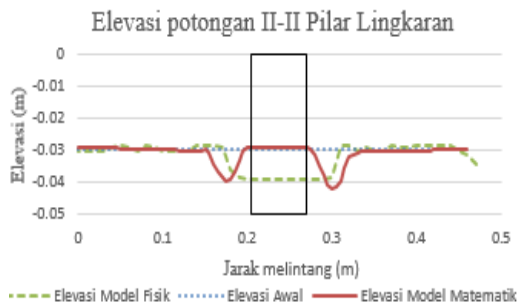
Pemodelan matematik paada potongan I-I mengalami sedimentasi sebesar 0,7 cm.

Jika kita amati, gerusan yang terjadi pada pilar persegi lebih besar dbanding dengan pilar lingkaran, itu terjadi karena bentuk dari pilar persegi yang memiliki sudut sangat besar, sehingga aliran yang menabrak pilar menyebabkan terjadinya turbulensi dan menekan dasar saluran sehingga membuat gerusan yang semakin lama semakin membesar dan melebar kesisi samping pilar. Sedangkan pada pilar berbentuk lingkaran aliran air akan cenderung mengikuti bentuk pilar dan turbulensi yang terjadi lebih sedikit dari pada yang terjadi di pilar persegi, sehingga gerusan yang terjadi lebih sedikit.

2. Tinjauan Potongan Pada Tengah Pilar



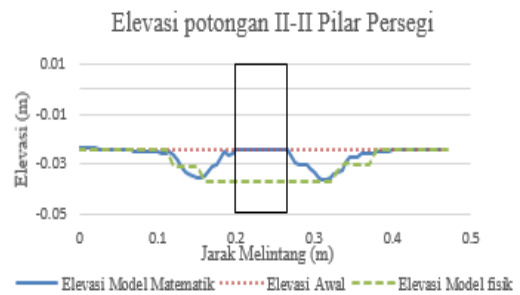
Gambar 5.10 Potongan II-II pada tengah pilar bentuk pilar persegi dan pilar lingkaran



Gambar 5.11 Perbandingan elevasi potongan II-II pilar lingkaran simulasi model matematik dan model fisik.

Pada Gambar 5.11 yaitu potongan II-II pada pilar lingkaran model matematik menunjukkan besarnya gerusan sebesar 1,2 cm, dan pada pemodelan fisik, gerusan yang terjadi pada tengah pilar sebesar 0,9 cm. Ini terlihat dari grafik pada Gambar 5.11 perbedaan gerusan dari model fisik dan model matematik tidak begitu besar, bahkan dapat dikatakan sama. Pada tengah pilar lingkaran juga mengalami sedimentasi,

sedimentasi yang terjadi pada model fisik sebesar 0,1 cm. Pada model matematik di pilar lingkaran tidak terjadi sedimentasi.

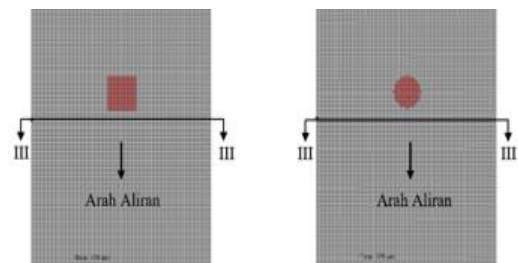


Gambar 5.12 Perbandingan elevasi potongan II-II pilar persegi simulasi model matematik dan model fisik.

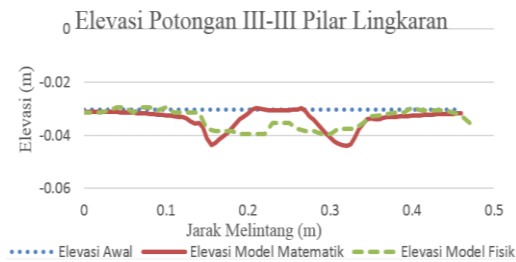
Gambar 5.12 menunjukkan elevasi dasar saluran pada potongan II-II yang terdapat pada tengah pilar persegi dari pemodelan fisik dan juga pemodelan matematik. Didapat bahwa perbedaan gerusan yang terjadi pada pemodelan fisik dan pemodelan matematik relatif kecil. Gerusan yang terjadi pada potongan II-II pada model fisik sebesar 1,3 cm, dan gerusan yang terjadi pada pemodelan matematik pada potongan II-II sebesar 1,2 cm.

Jika diamati, gerusan yang terjadi pada pilar persegi lebih besar dibanding dengan pilar lingkaran, itu terjadi karena bentuk dari pilar persegi yang memiliki sudut sangat besar, sehingga aliran yang menabrak pilar menyebabkan terjadinya turbulensi dan menekan dasar saluran sehingga membuat gerusan yang semakin lama semakin membesar dan melebar kesisi samping pilar.

3. Tinjauan Potongan Pada Hilir Pilar

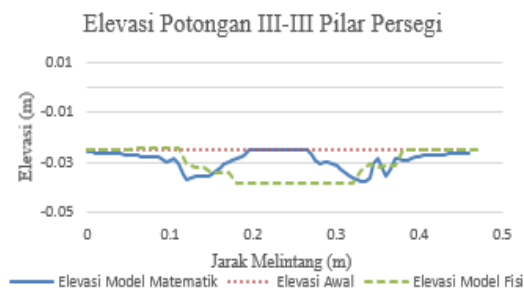


Gambar 5.13 Potongan III-III pada hilir pilar bentuk pilar persegi dan pilar lingkaran



Gambar 5.14 Perbandingan elevasi potongan III-III pilar lingkaran simulasi model matematik dan model fisik.

Pada Gambar 5.14 yaitu potongan III-III pada pilar lingkaran model matematik menunjukkan besarnya gerusan sebesar 1,0 cm, dan pada pemodelan fisik, gerusan yang terjadi pada tengah pilar sebesar 1,2 cm. Terlihat dari grafik perbedaan gerusan dari model fisik dan model matematik tidak begitu besar. Pada hilir pilar lingkaran juga mengalami sedimentasi pada model fisik, sedimentasi yang terjadi pada model fisik sebesar 0,1 cm. Pada model matematik di pilar lingkaran tidak terjadi sedimentasi.



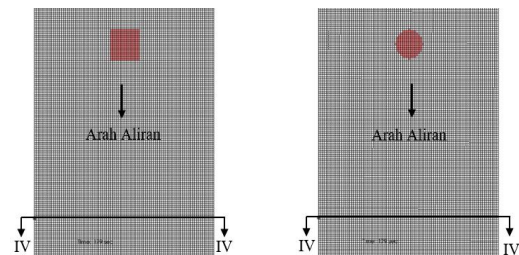
Gambar 5.15 Perbandingan elevasi potongan III-III pilar persegi simulasi model matematik dan model fisik.

Didapat dari Gambar 5.15 bahwa perbedaan gerusan yang terjadi pada pemodelan fisik dan pemodelan matematik relatif kecil. Gerusan yang terjadi pada potongan III-III pada model fisik sebesar 1,3 cm, dan gerusan yang terjadi pada pemodelan matematik pada potongan III-III sebesar 1,3 cm. Artinya gerusan yang terjadi pada kedua model memiliki nilai yang sama. Hanya saja, bentuk dari gerusan yang berbeda.

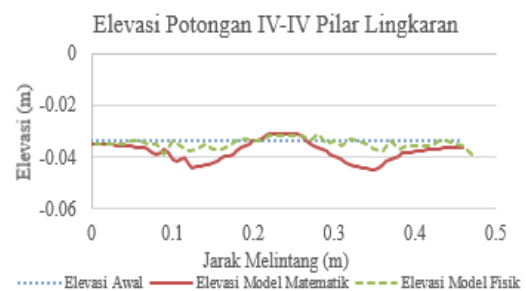
Gerusan yang terjadi pada pilar persegi lebih besar dibanding dengan pilar lingkaran, itu terjadi karena bentuk dari pilar persegi yang memiliki sudut

sangat besar, sehingga aliran yang menabrak pilar menyebabkan terjadinya turbulensi dan menekan dasar saluran dan membuat gerusan yang semakin lama semakin membesar dan melebar kesisi samping pilar.

4. Tinjauan Potongan Pada Hilir Pilar

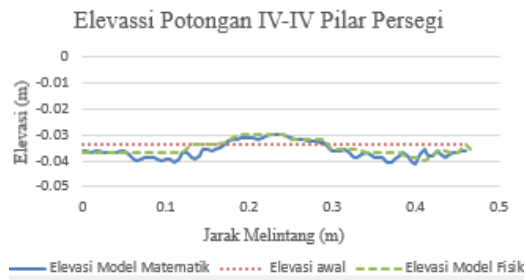


Gambar 5.16 Potongan IV-IV pada hilir pilar bentuk pilar persegi dan pilar lingkaran.



Gambar 5.17 Perbandingan elevasi potongan IV-IV pilar lingkaran simulasi model matematik dan model fisik.

Pada Gambar 5.17 yaitu potongan IV-IV pada pilar lingkaran model matematik menunjukkan besarnya gerusan sebesar 1,0 cm, dan pada pemodelan fisik, gerusan yang terjadi pada tengah pilar sebesar 0,4 cm. Ini terlihat dari grafik pada Gambar 5.17 perbedaan gerusan dari model fisik dan model matematik sangat terlihat. Pada Gambar 5.17 di hilir pilar lingkaran juga mengalami sedimentasi pada model fisik, sedimentasi yang terjadi pada model fisik sebesar 0,2 cm. Pada model matematik di pilar lingkaran juga terjadi sedimentasi sebesar 0,2 cm. Perbedaan yang terjadi pada potongan IV-IV dari model fisik dan model matematik terjadi pada besar gerusannya, dengan gerusan matematik lebih besar daripada gerusan di model fisik, dengan perbedaan 0,6 cm.



Gambar 5.18 Perbandingan elevasi potongan IV-IV pilar persegi simulasi model matematik dan model fisik.

Gambar 5.18 menunjukkan elevasi dasar saluran pada potongan IV-IV yang terdapat pada hilir pilar persegi dari pemodelan fisik dan juga pemodelan matematik. Didapat perbedaan gerusan yang terjadi pada pemodelan fisik dan pemodelan matematik relatif kecil. Gerusan yang terjadi pada potongan IV-IV pada model fisik sebesar 0,5 cm, dan gerusan yang terjadi pada pemodelan matematik pada potongan IV-IV sebesar 0,7 cm. Artinya gerusan yang terjadi pada kedua model memiliki perbedaan nilai yang kecil. Model fisik mengalami sedimentasi pada potongan IV-IV sebesar 0,4 cm, sedangkan model matematik mengalami sedimentasi sebesar 0,4 cm. Artinya, besar sedimentasi dari kedua model memiliki besar yang sama.

VI. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan data serta hasil analisis dan pembahasan tentang pengaruh aliran debris terhadap gerusan lokal pada pilar jembatan bentuk persegi dan lingkaran dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Berdasarkan simulasi dengan *software iRIC Nays2DH 1.0* didapatkan hasil :
 - a. Pada *output velocity (m/s)* menggunakan skala yang sama antar ke dua pilar jembatan, bentuk pilar jembatan yang dengan kecepatan aliran paling kecil di daerah sekitar pilar (hulu, sisi kanan, sisi kiri, dan hilir) adalah pilar jembatan bentuk lingkaran. Kecepatan tertinggi pada pilar lingkaran sebesar 1,11 m/s sedangkan kecepatan tertinggi dari pilar persegi 1,15 m/s.

- b. Pada *output arrow velocity (m/s)* menggunakan skala yang sama antar ke dua bentuk pilar, bentuk pilar jembatan yang memiliki pola aliran yang kecil dengan turbulensi di sekitar pilar (hulu, sisi kanan, sisi kiri, dan hilir) adalah pilar jembatan bentuk lingkaran.

- c. Pada *output elevation (m)* menggunakan skala yang sama antar ke dua pilar jembatan, bentuk pilar jembatan yang mempunyai gerusan paling kecil di sekitar pilar jembatan bentuk lingkaran. Analisa tersebut diperkuat dengan tinjauan grafik pada potonga II-II dan III-III melintang.

2. Berdasarkan hasil perbandingan antara analisa model matematik menggunakan *software iRIC : Nays2DH 1.0* dengan analisa model fisik didapatkan hasil :

- a. Pada *output velocity (ms-1)* antara model fisik dan model matematik memiliki perbedaan yang relatif kecil. Kecepatan tertinggi model matematik pilar lingkaran sebesar 1,11 m/s dan pilar persegi 1,15 m/s. Pada model fisik kecepatan tertinggi pilar lingkaran 1,065 m/s dan pilar persegi 1,424 m/s.
 - b. Pada *output arrow velocity (ms-1)* antara model fisik dan model matematik memiliki pola aliran yang relatif sama.
 - c. Pada *output elevation (m)* antara model fisik dan model matematik memiliki hasil yang berbeda dan pola gerusan juga berbeda, namun perbedaan dari keduanya tidak besar.

B. Saran

Karena penelitian ini merupakan penelitian tahap pertama dalam analisa pengaruh aliran debris terhadap gerusan lokal menggunakan *software iRIC Nays2DH 1.0* dan penelitian tahap pertama dalam membandingkan hasil analisa dari simulasi menggunakan *software iRIC Nays2DH 1.0* maka ada beberapa saran untuk penelitian selanjutnya, diantaranya sebagai berikut :

1. Melakukan variasi waktu running serta membagi *grid* menjadi lebih kecil sehingga hasil analisis yang didapat lebih akurat.

2. Perlu digunakannya PC dengan kualitas yang lebih baik, sehingga waktu saat *running* menjadi lebih cepat.

Debit. Tugas Akhir Teknik Sipil Universitas Sumatera Utara.
Triatmodjo, B. (1993). *Hidrolika I*. Yogyakarta. Beta Offset

Daftar Pustaka

- Aisyah, S. 2014. *Pola Gerusan Lokal di Berbagai Bentuk Pilar Akibat Adanya Variasi Debit*. Tugas Akhir. Yogyakarta. Universitas Gajah Mada.
- Anwar. 2014. *Model Fisik Bangunan Pengaman Pilar Jembatan Akibat Aliran Debris*. Jurnal Sains dan Pendidikan Vol. 1 No. 2 (2014) 15-28.
- Breuser, H.N.C. and Raudkivi. A.J. 1991. *Scouring*. IAHR Hydraulic Structure Design Manual. Rotterdam : AA Balkema
- Ikhsan, dan Hidayat. 2006. *Pengaruh Bentuk Pilar Jembatan Terhadap Potensi Gerusan Lokal*. Jurnal Ilmiah Semesta Teknik, vol.9, No. 2, 2006: 124-132.
- Istianto. 2002. Diktat Kuliah Geometri dan Kapasitas Tampang Sungai. Perumka- FT UGM. Yogyakarta.
- Legono, D. 1990. *Gerusan pada Bangunan Sungai*. PAU ilmu-ilmu Teknik Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.
- Miller Jr, W. 2003 *Model For The Time rate Of Local Sediment Scour at a Cylindrical Structure*. Disertasi. Florida. PPS Universitas Florida.
- Mukti, A.W. 2016. *Pengaruh Bentuk Pilar Jembatan terhadap Gerusan Lokal Menggunakan Software iRIC Nasy2DH 1.0 (Model Pilar Berpenampang Belah Ketupat, Kotak, Lingkaran Dan Palung)*. Tugas Akhir Teknik Sipil UMY.
- Rahmadani, S. 2014. *Mekanisme Gerusan Lokal Dengan Variasi Bentuk Pilar (Eksperimen)*. Tugas Akhir Teknik Sipil Universitas Sumatera Utara.
- 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.
- Sucipto. *Analisis Gerusan Lokal zdi Sekitar Semi-Circular-End Abutment dengan Perlindungan Groundsill pada Froud Number (Fr) 0,2*. Jurnal teknik Sipil dan Perencanaan. No 1, Vol. 12. 2010, hal: 29-40
- Syarvina. 2013. *Mekanisme Gerusan Lokal Pada Pilar Silinder Tunggal dengan Variasi*