

SKRIPSI

ANALISIS POLA GERUSAN PADA PILAR JEMBATAN DENGAN
MODEL SAYAP BETON SEBAGAI TIRAI



SYAHARUDDIN
(1058 111 017 16)

AHMAD AL MUGNI
(1058 111 009 16)

08/03/2021

Emp
Smb. Alumni

P/0010/SIP/210
SYA

TEKNIK PENGAIRAN
FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR

2020

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR
FAKULTAS TEKNIK

GEDUNG MENARA IQRA LT. 3

Jl. Sultan Alauddin No. 259 Telp. (0411) 866 972 Fax (0411) 865 588
Makassar 90221

Website : www.unismuh.ac.id, e-mail : unismuh@gmail.com

Website : <http://teknik.unismuh.makassar.ac.id>



HALAMAN PERSETUJUAN

Tugas akhir ini diajukan untuk memenuhi syarat ujian guna memperoleh gelar Sarjana Teknik (ST) Program Studi Teknik Pengairan Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.

Judul Skripsi : **ANALISIS POLA GERUSAN PADA PILAR JEMBATAN
DENGAN MODEL SAYAP BETON SEBAGAI TIRAI**

Nama : SYAHARUDDIN
AHMAD AL MUGNI

No. Stambuk : 1058 111 017 16
1058 111 009 16

Makassar, November 2020

Telah Diperiksa dan Disetujui
Oleh Dosen Pembimbing

Dosen Pembimbing I


Dosen Pembimbing II

Dr. Ir. H. Riswal K, MT.

Dr. Ir. Nenny T Karim, ST., MT., IPM

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Pengairan



Andi Makbul Svamsuri, ST., MT., IPM
NBM : 1183 084



PENGESAHAN

Skripsi atas nama Syaharuddin dengan nomor induk Mahasiswa 105 81 11017 16 dan Ahmad Al Mugni nomor induk Mahasiswa 105 81 11009 16 , dinyatakan diterima dan disahkan oleh Panitia Ujian Tugas Akhir/Skripsi sesuai dengan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar Nomor : 0011/SK-Y/22201/091004/2020, sebagai salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Pengairan Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar pada hari Sabtu tanggal 12 Desember 2020.

Makassar, 27 Rabiul Akhir 1442 H
12 Desember 2020 M

Panitia Ujian :

1. Pengawas Umum

- a. Rektor Universitas Muhammadiyah Makassar
Prof. Dr. H. Ambo Asse, M. Ag
- b. Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin
Prof. Dr. Ir. H. Muhammad Ansyad Thaha, MT

2. Penguji :

- a. Ketua : Dr. Eng. Ir. H. Farook Maricar, MT
- b. Sekretaris : Farida Garfar, ST., MM

3. Anggota: 1. Dr. Ir. Hj. Nurnawaty, ST., MT., IPM

- 2. Mahmudin, ST., MT., IPM
- 3. Amrullah Mansida, ST., MT., IPM

Mengotaha

Pembimbing I

Pembimbing II

Dr. Ir. H. Riswal K, MT

Dr. Ir. Nenny T Karim, ST., MT., IPM

Dekan



Dr. Ir. Hamzah Al Imran, ST., MT., IPM

NBM : 855 500

KATA PENGANTAR



Syukur Alhamdulillah penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, karena rahmat dan hidayah-Nyalah sehingga dapat menyusun proposal penelitian yang berjudul "ANALISIS POLA GERUSAN PADA PILAR JEMBATAN DENGAN MODEL SAYAP BETON SEBAGAI TIRAI".

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa di dalam penulisan proposal penelitian ini masih terdapat kekurangan-kekurangan, hal ini di sebabkan karna penulis sebagai manusia biasa tidak lepas dari kesalahan dan kekurangan. Oleh karna itu, penulis menerima dengan sangat ikhlas dengan senang hati segala koreksi serta perbaikan guna penyempurnaan tulisan ini agar kelak dapat bermanfaat.

1. Pada kesempatan ini, penulis hendak menyampaikan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan sehingga proposal penelitian ini dapat selesai. Ucapan terima kasih ini penulis tujukan kepada: 1. Ayahanda dan Ibunda yang tercinta, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya atas segala limpahan kasih sayang, do'a serta pengorbanannya terutama dalam bentuk materi untuk menyelesaikan penelitiannya kuliah kami.

2. Bapak Ir.Hamzah Ali Imran,S.T., M.T. sebagai Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
3. Bapak A. Makbul Syamsuri, S.T., M.T. sebagai Ketua Jurusan Teknik Sipil Pengairan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
4. Bapak Ir.Riswal K, MT sebagai pembimbing I dan Ibu Dr. Ir. Nenny T Karim, ST., MT., IPM sebagai pembimbing II yang sabar memberikan bimbingan dalam menyelesaikan proposal penelitian.
5. Bapak dan Ibu dosen serta staf pegawai di Fakultas teknik atas segala waktunya telah mendidik dan melayani penulis selama mengikuti proses belajar mengajar di Universitas Muhammadiyah Makassar.
6. Teman-temanku satu bimbingan penelitian proposal, yang telah berjuang bersama-sama penulis dalam menyelesaikan proposal penelitian ini.

penulis, rekan-rekan, masyarakat serta Bangsa dan Negara Amin.

Semoga semua pihak tersebut di atas mendapat pahala yang berlipat ganda di sisi Allah SWT dan proposal penelitian yang sederhana ini dapat bermanfaat bagi

“Billahi Fii Sabill Haq-Fastabikul Khaerat”.

Makassar, 11 Desember 2020

Penulis

ABSTRAK

Syahrudin & Ahmad Al Mugni. *Analisis Pola Gerusan Pada Pilar Jembatan Dengan Model Sayap Beton Sebagai Tirai* (dibimbing oleh Riswal. K dan Nenny T Karim).

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh gerusan yang terjadi di sekitar tirai sayap beton terhadap kecepatan aliran pada pilar jembatan dan untuk menganalisa pengaruh gerusan di sekitar pilar jembatan dengan menggunakan model tirai sayap beton. Penelitian ini menggunakan data primer yakni data yang didapatkan dari pemodelan fisik di Laboratorium Sungai Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.

Pada penelitian ini sifat aliran yang digunakan adalah sub kritis ($Fr < 1$), kritis ($Fr = 1$), dan super kritis ($Fr > 1$). Data hasil pengamatan di plot menjadi grafik hubungan antara bilangan Froude (Fr) dengan kecepatan sebelum dan setelah penempatan model tirai.

Berdasarkan dari hasil penelitian menunjukkan bahwa perubahan saluran akibat variasi bangunan tirai sayap beton sangat berpengaruh terhadap pergerakan kecepatan aliran. Pada saluran bangunan tirai, dimana nilai $Fr = 1,075$ dan nilai $Re = 73.947,1$, saluran dengan bangunan pilar dengan bangunan tirai, dimana nilai $Fr = 0,0990$, dan nilai $Re = 53.385,9$. Perhitungan menunjukkan bahwa kecepatan aliran cenderung menurun diakibatkan adanya bangunan tirai sayap beton.

Keywords: Gerusan, Pilar, Tirai, Sayap Beton.



ABSTRACT

Syahrudin & Ahmad Al Mugni. *Analysis of Scour Patterns on Bridge Pillars with Concrete Wing Model as a Curtain* (supervised by Riswal. K and Nenny T. Karim).

The purpose of this study was to determine the effect of scouring around the concrete wing curtain on the flow velocity at the bridge pillars and to analyze the effect of scouring around the bridge pillars using the concrete wing curtain model. This study uses primary data, namely data obtained from physical modeling in the River Laboratory of the Engineering Faculty, Muhammadiyah University of Makassar.

In this study, the flow properties used were sub critical ($Fr < 1$), critical ($Fr = 1$), and super critical ($Fr > 1$). The observed data are plotted into a graph of the relationship between Froude's number (Fr) and the velocity before and after placing the curtain model.

Based on the results of the study indicate that channel changes due to variations in the concrete wing curtain building greatly affect the flow velocity movement. In the curtain building channel, where the value of $Fr = 1.075$ and the value of $Re = 73.947.1$, the channel with the building pillar with the curtain building, where the value of $Fr = 0.0990$, and the value of $Re = 53.385.9$. The calculation shows that the flow velocity tends to decrease due to the concrete wing curtain building.

Keywords: *Scour, Pillar, Curtain, Concrete Wings.*



DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
PENGESAHAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	2
C. Tujuan Penelitian	3
D. Manfaat Penelitian	3
E. Batasan Masalah	3
F. Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
A. Landasan Teori	5
B. Pengertian Jembatan	18
C. Pilar Jembatan	19
D. Gradasi Sedimen	26

E. Ukuran Pilar dan Ukuran Butir Material Dasar.....	28
BAB III METODE PENELITIAN	51
A. Tempat Dan Waku Penelitian.....	51
B. Metode Pengumpulan Data.....	51
C. Alat dan Bahan.....	51
D. Variabel Yang Digunakan.....	53
E. Persiapan Peralatan.....	54
F. Pelaksanaan Penelitian.....	57
G. Langkah-Langkah Pelaksanaan Penelitian.....	57
H. Analisis Data.....	59
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	61
A. Hasil Penelitian.....	61
B. Pola Aliran.....	61
a. Hubungan Kecepatan Aliran Dengan Bilangan froude.....	61
b. Perhitungan Bilangan Reynold.....	63
c. Kedalaman Aliran.....	65
d. Kecepatan Aliran.....	65
e. Debit Aliran.....	66
f. Klasifikasi Aliran.....	67
g. Kecepatan Geser Dan Tegangan Geser.....	68
h. Pola Gerusan.....	70
i. Volume Gerusan.....	71

j.	Pengaruh Pemasangan Tirai Terhadap Gerusan Di Pilar.....	73
k.	Perhitungan Kedalaman Gerusan (Ds) Dengan Pendekatan Empiris	77
C.	Pembahasan.....	78
a.	Hubungan antara debit aliran, pemasangan tirai dan kecepatan aliran.....	79
b.	Perbandingan antara sebelum dan sesudah pemasangan tirai dengan variasi debit tinggi aliran (h) dengan kecepatan aliran (v).....	79
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		81
A.	Kesimpulan	81
B.	Saran.....	82
DAFTAR PUSTAKA		83
LAMPIRAN		

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Koefisien Faktor Bentuk Pilar.....	21
Tabel 2. Nilai Koefisien Bentuk Pilar (K_1).....	24
Tabel 3. Nilai Sudut Perletakan Pilar (K_2).....	25
Tabel 4. Nilai Berdasarkan Kondisi Dasar Sungai.....	25
Tabel 5. Sebelum Pemasangan Tirai.....	62
Tabel 6. Setelah Pemasangan Tirai.....	62
Tabel 7. Viskonisasi Kinematis Sebagai Hubungan Fungsi Suhu.....	63
Tabel 8. Sebelum Pemasangan Tirai.....	64
Tabel 9. Setelah Pemasangan Tirai.....	64
Tabel 10. Kecepatan Aliran.....	66
Tabel 11. Debit Aliran.....	66
Tabel 12. Hasil Perhitungan Reynold Dan Angka Froude Tanpa Tirai..	67
Tabel 13. Hasil Perhitungan Reynold Dan Angka Froude Dengan Menggunkan Tirai.....	67
Tabel 14. Pengaruh Tegangan Geser Dasar	68
Tabel 15. Hubungan Tegangan Geser Dasar	69
Tabel 16. Hubungan Antara Kecepatan Geser.....	70
Tabel 17. Tabel Volume Gerusan	72

Tabel 18. Rekapitulasi Perhitungan Kedalaman Gerusan Hasil Uji Model Laboratorium	78
Tabel 19. Perbandingan tinggi aliran (h) dan kecepatan (U) sebelum dan sesudah pemasangan tirai	80



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Pola Aliran Dendritik	6
Gambar 2. Pola Aliran Rektangular	7
Gambar 3. Pola Aliran Trellis	8
Gambar 4. Pola Aliran Radial	8
Gambar 5. Pola Aliran Radial Sentripetal	9
Gambar 6. Pola Aliran Paralel	9
Gambar 7. Pola Aliran Annular	10
Gambar 8. Pola Aliran Radial Sentrifugal	10
Gambar 9. Pola Aliran Pinnate	11
Gambar 10. Pilar Jembatan	19
Gambar 11. Jenis-Jenis Pilar	22
Gambar 12. Pola Gerusan Lokal Pada Pilar Jajaran Genjang	22
Gambar 13. Pola Gerusan Lokal Pada Pilar Bulat	23
Gambar 14. Pola Gerusan Lokal Pada Pilar Persegi	23
Gambar 15. Kedalaman Gerusan Setimbang Di Sekitar Pilar Fungsi Ukuran Butir Relatif Untuk Kondisi Relatif Kondisi Aliran (Breuser Dan Raudviki, 1991)	27
Gambar 16. Koefisien Simpangan Baku ($K\sigma$) Fungsi Standar Deviasi Geometri Ukuran Butir (Breuser Dan Raudviki, 1991)	27

Gambar 17. Hubungan Koefisien Aliran ($K_d\alpha$) Dan Kedalaman Aliran Relatif (Y_0/B) Dengan Ukuran Relatif ($B/D50$) (Sumber : Breuser Dan Raudkivi, 1991:71)	32
Gambar 18. Koefisien Arah Sudut Aliran ($K\alpha$) Pada Pilar.....	34
Gambar 19. Model Saluran Terbuka Dengan Penampang Trapezium....	54
Gambar 20. Model Silinder.....	55
Gambar 21. Model 3 Dimensi Variasi Bentuk Tirai Persegi Sisi Depan Melengkung.....	56
Gambar 22. Penempatan Model Tirai.....	57
Gambar 23. Flow Chart Penulis.....	60
Gambar 24. Hubungan Antara Kecepatan Dan Bilangan Froude Pada Saluran Dengan Bangunan Sebelum Pemasangan Tirai Sayap Beton Dan Bangunan Setelah Pemasangan Tirai Sayap Beton.....	63
Gambar 25. Hubungan Antara Bilangan Reynold Dengan Kecepatan Pada Bilangan Tanpa Menggunakan Tirai Sayap Beton Dan Bangunan Setelah Menggunakan Tirai Sayap Beton.....	64
Gambar 26. Pola Gerusan Di Sekitar Pilar Tanpa Tirai Sayap Beton.....	71
Gambar 27. Pola Gerusan Di Sekitar Pilar Yang Menggunakan Tirai Sayap Beton.....	71
Gambar 28. Topografi Gerusan Di Sekitar Pilar Tanpa Menggunakan Tirai Dengan Waktu Pengaliran 30 Menit.....	75

Gambar 29. Topografi Gerusan Di Sekitar Pilar Menggunakan Tirai Dengan Waktu Pengaliran 30 Menit.....	77
Gambar 30. Kecepatan aliran maksimum pada lokasi penelitian.....	79



BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar belakang

Aliran yang terjadi pada suatu sungai seringkali disertai dengan angkutan sedimen dan proses gerusan. Proses gerusan akan terbentuk secara alamiah karena adanya pengaruh morfologi sungai atau karena adanya struktur yang menghalangi aliran sungai. Angkutan sedimen terjadi karena aliran air sungai mempunyai energi yang cukup besar untuk membawa sejumlah material. Sedimen yang lebih besar dari sedimen yang keluar pada suatu penghalang sungai maka akan terjadi penurunan dasar sungai secara memanjang (degradasi) tetapi sebaliknya akan menyebabkan terjadinya kenaikan dasar sungai secara memanjang (agradasi) (Citraono Ikhsan dan Solichin, 2008).

Gerusan merupakan proses alam yang dapat mengakibatkan kerusakan pada struktur bangunan di daerah aliran air. Penambahan gerusan akan terjadi dimana ada perubahan setempat dari geometri sungai seperti karakteristik tanah dasar setempat dan adanya halangan air sungai berupa bangunan sungai. Adanya halangan pada alur sungai akan menyebabkan perubahan pola aliran (Jazaul Ikhsan dan Wahyudi Hidayat, 2006).

Sebagian besar kegagalan bangunan air yang melintang pada alur sungai seperti jembatan disebabkan oleh gerusan setempat yang terjadi tepat pada bangunan pilar atau dapat disebabkan oleh adanya degradasi alur sungai di hilir bangunan. Interaksi antara aliran di sekitar pilar jembatan dengan dasar sungai di sekitar pilar adalah sangat kompleks. Gerusan yang terjadi di sekitar pilar adalah akibat sistem pusaran (Vortex System) yang timbul karena aliran dirintangi pilar tersebut. Aliran mendekati pilar dan tekanan stagnasi akan menurun dan menyebabkan aliran kebawah (Down Flow) yaitu aliran dari kecepatan tinggi menjadi kecepatan tinggi menjadi kecepatan rendah. Kekuatan down flow akan mencapai maksimum ketika berada tepat pada dasar saluran (Andi Dietanta dan Lujito, 2016).

B. Rumusan Masalah

Adapun latar belakang tersebut dapat di buat rumusan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana pengaruh bangunan tirai sayap beton terhadap kecepatan aliran yang terjadi di sekitar pilar jembatan ?
2. Bagaimana potensi gerusan di sekitar pilar jembatan sebelum menggunakan dan setelah menggunakan bangunan model tirai sayap beton pada pilar jembatan ?

C. Tujuan penelitian

Adapun maksud dan tujuan di lakukannya penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui pengaruh gerusan yang terjadi di sekitar tirai sayap beton terhadap kecepatan aliran pada pilar jembatan.
2. Untuk menganalisa pengaruh gerusan di sekitar pilar jembatan dengan menggunakan model tirai sayap beton.

D. Manfaat Penelitian

Manfaat yang di peroleh dari penelitian ini antara lain adalah :

1. Hasil penelitian ini di harapkan kita dapat mengetahui pengaruh kecepatan aliran terhadap pola gerusan yang terjadi di sekitar tirai sayap beton pada pilar jembatan.
2. Hasil penelitian ini di harapkan untuk menganalisa pengaruh gerusan di sekitar pilar jembatan dengan menggunakan model tirai sayap beton.

E. Batasan masalah

Mengingat adanya keterbatasan waktu dan dana penelitian, maka harus di perlukan batasan masalah antara lain adalah :

1. Penelitian ini hanya membahas tentang pola gerusan pada pilar jembatan dengan model sayap beton sebagai tirai.

2. Data di peroleh dari pengamatan laboratorium sungai dan pengamatan lapangan.

F. Sistematika Penulisan

BAB I PENDAHULUAN : Merupakan bagian awal dari pembahasan yang meliputi latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA : Dalam bab ini menguraikan tentang pola aliran dan gerusan pada pilar jembatan dengan model sayap beton sebagai tirai.

BAB III METODE PENELITIAN : Dalam bab ini menguraikan tentang lingkup penelitian, waktu, dan tempat penelitian, alat-alat dan bahan penelitian, tahap penelitian, dan bagan alur penelitian.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN : Bab ini berisi hasil penelitian tentang menganalisis pola aliran dan gerusan pada pilar jembatan dengan model sayap beton sebagai tirai.

BAB V PENUTUP : Kesimpulan dan Saran yang mencakup dari keseluruhan isi penulisan yang di peroleh dan disertai saran-saran.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Landasan Teori

I. Pengertian Sungai

Sungai adalah suatu saluran terbuka terbentuk secara alami yang mempunyai fungsi sebagai saluran drainase alami (M.Tony Iskandar, Mudjiatko, Trimajoni 2014). Sungai adalah alur air yang terbentuk secara alami di muka bumi yang mengalir dari mata air ke daerah alirannya menurut kondisi permukaan bumi yang akhirnya menuju ke daerah terendah (Nur Qudus, Asih Suprapti Agustina, 2007).

Defenisi diatas merupakan defenisi sungai yang alami, sedangkan menurut undang-undang tentang peraturan pemerintah RI Nomor 35 Tahun 1991 tentang sungai yaitu dalam peraturan pemerintah pasal 1 ayat 1 ini yang dimaksud dengan sungai adalah suatu tempat dan wadah-wadah serta jaringan pengaliran air mulai dari mata air sampai muara dengandibatasi kanan dan kirinya serta sepanjang pengalirannya oleh garis sempadan.

Air yang mengalir terus menerus di dalam sungai akan mengakibatkan penggerusan tanah dasarnya, penggerusan yang terus menerus membentuk lubang-lubang gerusan di dasar sungai. Gerusan yang terjadi akibat adanya suatu bangunan dinamakan sebagai gerusan lokal (local scouring), yang

dapat didefinisikan sebagai penurunan tiba-tiba elevasi dasar di dekat pilar karena erosi dari material dasar sungai yang disebabkan rintangan yang dialami oleh aliran.

Adanya gerusan lokal (local scouring) yang terjadi di sekitar pilar jembatan yang berada pada dasar sungai yang bersifat granuler atau pasir, dapat menyebabkan terjadinya penurunan konstruksi. Bersama dengan pengaruh liquifaction akibat getaran dari kendaraan yang lewat, gerusan lokal dapat menyebabkan kerusakan dan keruntuhan konstruksi.

2. Pengertian Pola Aliran

Pola aliran merupakan pola dari organisasi atau hubungan keruangan dari lembah-lembah, baik yang dialiri sungai maupun lembah yang kekeringan tidak dialiri sungai. Pola aliran di pengaruh oleh lereng, kekerasan batuan, struktur, sejarah diastrofisme, sejarah geologi dan geomorfologi dari aliran sungai. Dengan demikian pola aliran sangat berguna dalam interpretasi kenampakan geomorfologi, batuan dan struktur geologi. Beberapa macam pola aliran antara lain:

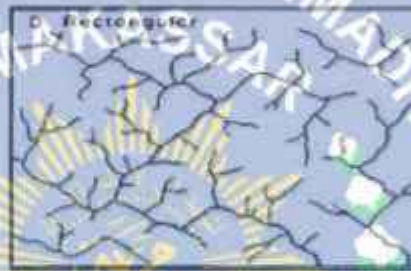
1. Pola aliran Dendritik



Gambar 1. Pola aliran Dendritik

Pola aliran dendrik adalah pola aliran dengan cabang-cabang sungai menyerupai garis penampang atau pertulangan daun. Contohnya adalah sungai yang mengalir diatas batuan yang tidak atau kurang resisten terhadap erosi sehingga membentuk tekstur sungai yang rapat. Namun bila aliran berada di atas batuan yang resisten , maka akan membentuk tekstur renggang.

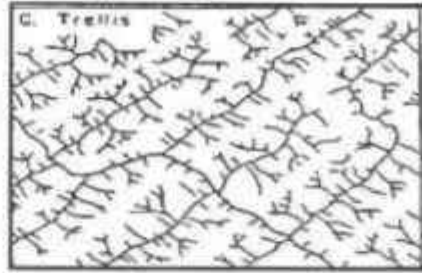
2. Pola aliran Rektangular



Gambar 2. Pola Aliran Rektangular

Pola aliran rektangular adalah pola aliran yang umumnya terdapat di wilayah batuan beku. Bentuk aliran sungai ini lurus mengikuti struktur patahan dengan di tandai bentuk sungai yang tegak lurus. Pola sungai rektengular biasanya berkembang pada batuan yang resisten terhadap erosi, tipe erosi cenderung seragam, namun di kontrol oleh kekar dua arah dengan sudut yang saling tegak lurus.

3. Pola aliran trellis



Gambar 3. Pola aliran trellis

Pola aliran trellis adalah pola aliran yang bentuknya mirip seperti pagar yang di kontrol oleh struktur geologi berupa lipatan sinkin dan antiklin. Sungai dengan aliran trellis memiliki ciri berupa kumpulan saluran air yang bentuknya sejajar, mengalir mengikuti kemiringan lereng dan tegak lurus terhadap aliran utamanya. Umumnya arah saluran utama searah dengan sumbu lipatan.

4. Pola aliran Radial

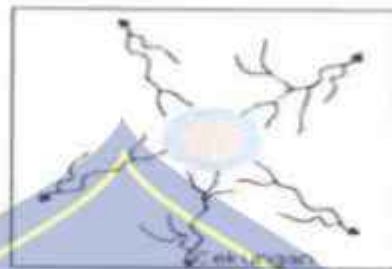


Gambar 4. Pola aliran Radial

Pola aliran radial adalah pola sungai dengan aliran yang arahnya terdistribusi atau menyebar secara radial dari ketinggian tertentu

menuju daerah bawah. Bentuknya menyerupai gunung berapi atau puncak instruksi magma.

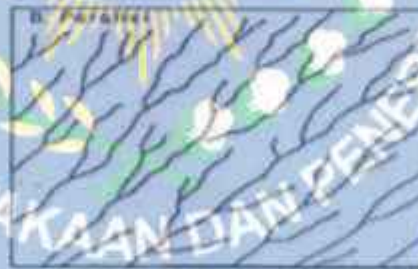
5. Pola aliran Radial Sentripetal



Gambar 5. Pola aliran Radial Sentripetal

Pola aliran radial sentripetal adalah pola yang bentuknya berlawanan dengan pola radial. Pola sungai ini dapat berkembang menjadi pola annular dan memunculkan sungai obsekuen, sungai subsekuen sejajar dan sungai resekuen.

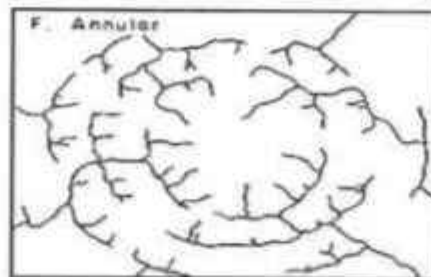
6. Pola aliran Paralel



Gambar 6. Pola aliran Paralel

Pola aliran sungai paralel adalah pola aliran yang terdapat di daerah yang sangat luas dengan kemiringan yang curam. Kemiringan ini menyebabkan gradien sungai menjadi besar sehingga mengalirkan air ke tempat terendah dengan bentuk jalur yang hampir lurus.

7. Pola aliran Annular



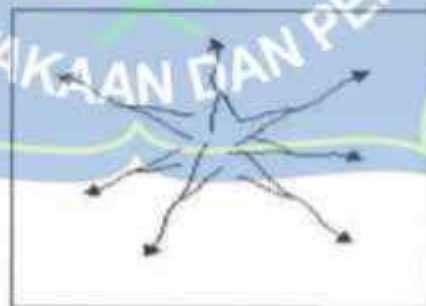
Gambar 7. Pola aliran Annular

Pola aliran annular adalah bentuk variasi dari pola sungai beraliran radial. Pola annular dapat di temukan pada daerah dome atau kaldera staitum dewasa yang juga terdapat sungai konsekuen, subsekuen, resekuen, dan obsekuen.

8. Pola aliran Angular

Pola aliran angular adalah pola aliran yang bentuknya lebih besar atau lebih kecil dari sudut 90 derajat. Sungai dengan pola seperti ini akan terlihat mengikuti garis-garis patahan.

9. Pola aliran Radial Sentrifugal



Gambar 8. Pola aliran Radial Sentrifugal

Pola aliran radial sentrifugal adalah pola aliran yang bentuknya menyebar secara radial dari titik ketinggian tertentu. Umumnya sungai dengan jenis aliran ini terdapat di daerah pegunungan yang aliran airnya menyebar ke arah lereng.

10. Pola aliran Pinnate



Gambar 9. Pola aliran Pinnate

Pola aliran pinnate adalah pola aliran air sungai yang pada bagian muara anak sungai membentuk sudut lancip dengan induk sungai. Sungai jenis ini dapat di temukan di bukit-bukit yang memiliki lereng terjal.

3. Pengertian Gerusan

Gerusan adalah fenomena alam yang disebabkan oleh aliran air yang biasanya terjadi pada dasar sungai yang terdiri dari material alluvial namun terkadang dapat juga terjadi pada dasar sungai yang keras (Anton Arianto, 2009).

Gerusan merupakan proses alam yang dapat mengakibatkan kerusakan pada struktur bangunan di daerah aliran air (Jazaul Ikhsan & Wahyudi Hidayat, 2006).

Pengalaman menunjukkan bahwa gerusan dapat menyebabkan terkikisnya tanah di sekitar fondasi dari sebuah bangunan pada aliran air. Gerusan biasanya terjadi sebagai bagian dari perubahan morfologi dari sungai dan perubahan akibat bangunan buatan manusia.

4. Jenis-jenis Gerusan

Gerusan yang terjadi dapat di golongkan menjadi 3 yaitu :

1. Gerusan Umum (General scour) yaitu bertambah dalamnya dasar saluran sungai akibat interaksi yang terjadi antara aliran yang terjadi pada sungai dengan material dasar sungai. Hal ini menyebabkan terjadinya angkutan sedimen pada sungai, yang dapat di bagi menjadi :
 - a) Angkutan sedimen dasar adalah pergerakan material lepas dasar sungai yang bergerak mengelinding, bergeser atau melompatlompat di dasar sungai atau saluran akibat gaya seret aliran.
 - b) Angkutan sedimen layang adalah pergerakan material lepas yang berasal dari dasar sungai atau hasil kikisan permukaan daerah tangkapan hujan, bergerak melayang bersama aliran dan dapat mengendap jika gaya berat material berat material tersebut lebih besar dari pada kombinasi gaya angkat air dan gaya akibat turbelensi aliran.

c) Angkutan sedimen kikisan adalah pergerakan material lepas yang berasal dari hasil kikisan permukaan daerah tangkapan hujan, bergerak melayang bersama aliran, sukar mengendap, kecuali di tampungan waduk atau muara sungai

2. Gerusan lokal (local scour) Gerusan lokal adalah pengerusan pada dasar atau tebing sungai yang terjadi setempat di sekitar bangunan akibat peningkatan energy dan turbulensi aliran karena gangguan bangunan atau gangguan alami. Gerusan lokal dapat di bagi menjadi 2 yaitu :

a) Kondisi tidak ada angkutan sedimen (Clear water scour) yaitu pergerakan sedimen hanya terjadi pada sekitar abutment yang timbul akibat tegangan geser yang terjadi lebih besar dari pada tegangan geser kritis, yang dapat sdibedakan menjadi :

a) Untuk $(U/U_{cr}) \leq 0,5$ yaitu, kondisi gerusan lokal tidak terjadi dan proses transportasi sedimen tidak terjadi

b) Untuk $0,5 \leq (U/U_{cr}) \leq 1,0$ yaitu, kondisi gerusan lokal terjadi menerus dan proses transportasi sedimen tidak terjadi.

b) Kondisi ada angkutan sedimen (live bed scour) terjadi akibat adanya perpindahan sedimen yaitu jika $(U/U_{cr}) \geq 1,0$

Keterangan :

U = Kecepatan aliran rata-rata(m/dtk)

u_{cr} = Kecepatan aliran kritis (m/dtk)

3. Gerusan akibat adanya penyempitan di alur sungai (*contraction scour*). Gerusan ini terjadi akibat perubahan bentuk morfologi sungai yang semakin yang sebagian besar di akibatkan adanya bangunan air

Kedalaman dan area gerusan pada jembatan dipengaruhi oleh sebagian maupun keseluruhan faktor-faktor berikut ini.

- a) Kemiringan, garis lurus normal (*natural alignment*) dan perubahan saluran.
- b) Jenis dan sejumlah material dasar yang diangkut.
- c) Debit aliran (Q).
- d) Semakin tinggi debit yang mengalir melewati pilar tersebut, maka kedalaman gerusan yang terjadi disekitar pilar itu akan semakin besar pula. Keadaan ini diakibatkan karena meningkatnya kecepatan geser dan tegangnya geser pada saluran.
- e) Keterbatasan atau perubahan aliran yang melalui jembatan dan saluran.
- f) Geometri dan garis lurus normal pilar.
- g) Perubahan alami atau perubahan aliran buatan manusia atau

struktur sedimen.

- h) Kecelakaan, seperti runtuhnya struktur. Triatmodjo (1995), aliran mantap (*steady flow*) terjadi jika variabel dari aliran seperti kecepatan v , tekanan p , rapat massa ρ , tampang aliran A , debit Q , kedalaman h disembarang titik pada zat cair tidak berubah dengan waktu.
- i) Menurut persamaan Kontinuitas, suatu debit tertentu Q , yang mempunyai kecepatan v , melewati suatu penampang saluran dengan kedalaman aliran h , dan lebar saluran B , dinyatakan dengan persamaan berikut:

$$v = \frac{Q}{B \cdot h} \dots \dots \dots (1)$$

Dengan :

v = Kecepatan aliran (m/dtk)

B = Lebar saluran (m)

h = Kedalaman aliran (m)

Q = Debit aliran (m^3/dtk)

Luas tampang saluran dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$A = B \cdot h \dots \dots \dots (2)$$

Dengan:

A = Luas tampang saluran (m^2)

B = Lebar saluran (m)

h = Kedalaman aliran (m)

keliling tampang basah saluran dapat dihitung

menggunakan rumus sebagai berikut:

$$K = 2h + B \dots\dots\dots(3)$$

Dengan:

K = Keliling basah saluran (m)

h = Kedalaman aliran (m)

B = Lebar saluran (m)

Radius hidrolis dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$R = \frac{A}{K} \dots\dots\dots(4)$$

Dengan :

R = Radius hidraulik (m)

A = Luas saluran

K = Keliling basah (m)

Tingkat kekritikan aliran dapat ditentukan dengan mencari bilangan *fraud*, dengan persamaan sebagai berikut:

$$F = \frac{v}{\sqrt{g \cdot h}} \dots\dots\dots (5)$$

Dengan :

F = Angka Fraude

h = Kedalaman aliran dimana jika:

$F < 1,0$ disebut aliran *sub kritik*

$F = 1$ disebut aliran *keritik*

$F > 1,0$ disebut aliran *super kritik*

5. Analisis Gerusan

Untuk menganalisis terjadinya pengerusan ada beberapa rumus yang bisa digunakan. Pada perencanaan ini, rumus yang digunakan adalah Hydraulic Circular Engineering No.18 (HEC-18), karena dapat digunakan untuk semua bentuk pilar baik itu pilar berbentuk silinder, persegi, maupun kelompok tiang dengan menggunakan rumus berikut:

$$\frac{y_s}{y_1} = 2,0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \left(\frac{a}{y_1}\right)^{0,65} \cdot (Fr_1)^{0,43} \dots\dots\dots (6)$$

Keterangan:

y_s = kedalaman pengerusan (m)

y_1 = kedalaman rata-rata (m)

K_1 = factor koreksi terhdap bentuk ujung pilar

K_2 = faktor koreksi terhadap sudut dating aliran (α)

K_3 = faktor koreksi terhadap kondisi dasar

a = lebar pilar (m)

Fr = bilangan Froude untuk kedalaman rata-rata

$$f_t = \frac{v}{\sqrt{g \cdot D}} \quad (7)$$

$$D = \frac{A}{T} \quad (8)$$

Dimana

A = luas penampang (m^2)

T = lebar permukaan air (m)

g = percepatan gravitasi (m/dt^2)

V = kecepatan aliran rata-rata (m/detik) (Winda Ekasari

dkk)

B. Pengertian Jembatan

Jembatan merupakan struktur yang dibuat untuk menyeberangi jurang atau rintangan seperti sungai, rel kereta api atau-pun jalan raya. Jembatan dibangun untuk penyeberangan pejalan kaki, kendaraan atau kereta api di atas halangan. Jembatan juga merupakan bagian dari infrastruktur transportasi darat yang sangat vital dalam aliran perjalanan (traffic flows). Jembatan sering menjadi kompo-nen kritis dari suatu ruas jalan, karena

sebagai penentu beban maksimum kendaraan yang melewati ruas jalan tersebut (Andy Dictanata, Lutjito, 2016).

Jembatan dibangun melintang pada sungai dengan adanya pilar-pilar dan *aboutment* pada konstruksi jembatan akan mempersempit penampang melintang disungai. Akibat adanya pilar jembatan yang dibangun disungai maka timbul kecepatan aliran yang berbeda yaitu lebih besar dibawah jembatan dari pada disungai.

C. Pengertian pilar Jembatan

Pilar merupakan bagian struktur bawah jembatan yang keberadaannya menyebabkan perubahan pola aliran sungai. Perubahan pola aliran tersebut mengakibatkan terjadinya gerusan lokal di sekitar pilar (Andy Dictanata, Lutjito, 2016).



Gambar 10. Pilar Jembatan

Pilar merupakan bagian penting dari sebuah bangunan karena ia akan menentukan kokoh tidaknya suatu bangunan oleh karena itu pembuatan pilar

harus di perhitungkan dengan kekuatan dan beban yang akan di sanggah pilar biasanya terletak dibagian luar bangunan sehingga membutuhkan teknik, dan desain yang khusus untuk menambah nilai estetika bangunan tersebut. Pilar terbuat dari batu, kayu, beton, atau material lain.

Pada sebuah kontruksi pilar/pier memiliki beberapa bagian yakni pier head atau kepala pilar dan badan pilar, yang di maksud pier head atau kepala pilar ialah istilah yang digunakan pada pilar jembatan, dimana kepala pilar dapat di definisikan sebagai bagian dari pilar jembatan yang berfungsi sebagai pemikul ujung perletakan jembatan antara girder/gelagar dan bearing pad atau elastomer sebagai dampalan girder ke pier head. Adapun yang dimaksud dengan girder/gelagar adalah sebuah balok diantara dua penyangga dapat berupa pier ataupun abutment pada suatu jembatan bagian selanjutnya pada pilar, ialah dinding atau kolom pada bagian pilar jembatan yang berfungsi meneraskan gaya dari pier head pada pondasi.

Pilar jembatan mempunyai berbagai macam bentuk seperti *lenticular*, bulat maupun *ellips* yang dapat memberikan pengaruh terhadap pola aliran. Aliran yang terjadi pada sungai biasanya di sertai proses pengerusan/erosi dan endapan sedimen/deposisi.

Tabel 1. Koefisien factor bentuk pilar

Bentuk Pilar	b/l	b/l	Ks	Gambar Bentuk Pilar
Silinder			1.0	
Persegi (Rectangular)	1:1		1.22	
	1:5		0.99	
Persegi dengan ujung setengah lingkaran (rectangular with semi circular nose)	1:3			
Ujung setengah lingkaran dengan bentuk belakang lancip (semi circular nose with wedge shape tail)	1:5		0.86	
Persegi dengan sisi depan miring (rectangular with wedge shape nose)	1:3	1:2	0.76	
		1:4	0.65	
Elips (Elliptic)	1:2		0.85	
	1:5		0.80	
	1:5		0.61	
Lenticular	1:2		0.80	
	1:3		0.70	
Aerofil	1:3.5		0.80	

(Sumber : Breuser dan Raudkivi,1991:73)

1. Jenis-jenis Pilar

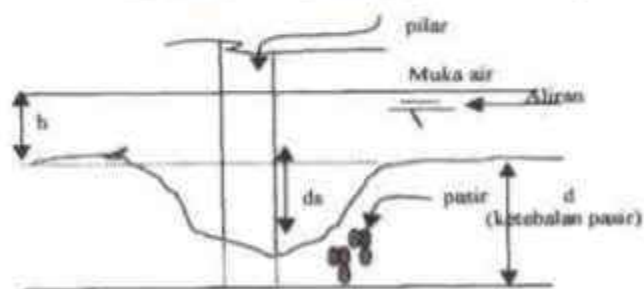
1. Pilar tunggal, terbuat dari pipa baja dan beton bertulang.
2. Pilar Perancah/portal, terbuat dari baja dan beton bertulang.
3. Pilar masif, terbuat dari pasangan batu kali dan beton bertulang



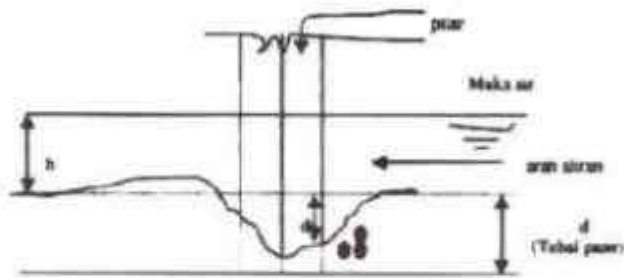
Gambar 11. Jenis-jenis pilar

2. Pola Gerusan Lokal Disekitar Pilar

Gerusan lokal (*local scouring*) terjadi di sekitar pilar akan membentuk suatu pola gerusan tertentu. Pada pengujian ini pola gerusan setiapk pilar diamati setelah *running* dan dilakukan pembuatan setsa. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 12. Pola gerusan lokal pada pilar jajaran genjang



Gambar 13. Pola gerusan lokal pada pilar bulat



Gambar 14. Pola gerusan lokal pada pilar persegi

Gerusan lokal sering terjadi pada bagian depan pilar jembatan, karena menahan aliran sungai. Ada beberapa metode untuk menghitung kedalaman gerusan yang terjadi di daerah sekitar pilar. Salah satu bentuk persamaan kedalaman gerusan lokal pada pilar di hitung dengan persamaan (anonim, 2005 : 23).

$$S = 2 K g^{-0.215} a^{0.65} d^{0.135} Fr^{0.43} \dots\dots\dots (9)$$

Dengan :

S = Kedalaman gerusan (m)

K = Angka kofisien pilar

G = Percepatan gravitasi bumi ($9,81 \text{ m/det}^2$)

A = Lebar pilar (m)

d = Kedalaman aliran (m)

Fr = Bilangan froude

Bentuk tampang pilar merupakan salah satu dari bentuk geometric pilar. Bentuk ini dapat mempengaruhi pola aliran yang terjadi di sekitar pilar, oleh karena itu perlu di perhitungkan tipe aliran yang terjadi dari bentuk tampang pilar terhadap gerusan lokal. Tipe aliran yang terjadi di hitung berdasarkan bilangan Froude sebagai berikut:

$$F_R = \frac{v}{\sqrt{Gd}} \dots\dots\dots (10)$$

Angka koefisien K dipengaruhi dari bentuk pilar (K_1), sudut peletakan pilar (K_2), kondisi dasar sungai (K_3), dan butiran sedimen (K_4). Untuk mendapatkan nilai koefisien K di hitung dengan persamaan berikut:

$$K = K_1 \times K_2 \times K_3 \times K_4 \dots\dots\dots (11)$$

$$K_2 = (\cos + \frac{1}{2} \sin \alpha)^{0,65} \dots\dots\dots (12)$$

Tabel 2. Nilai koefisien bentuk pilar (K_1)

No	Bentuk pilar	Nilai koefisien
1	Square Nose	1,1
2	Round Nose	1,0
3	Cylinder	0,9
4	Sharp Nose	1,0
5	Group Of Cylinder	1,0

Tabel 3. Nilai sudut perletakan pilar (K_2)

No	Sudut perletakan pilar k_2	Nilai Koefisien k_2		
		L/a= 4	L/a= 8	L/a= 12
1	0	1,0	1,0	1,0
2	15	1,5	2,0	2,5
3	30	2,0	2,5	3,5
4	45	2,3	3,3	4,3
5	90	2,5	3,9	5,0

Tabel 4. Nilai berdasarkan Kondisi Dasar Sungai (k_3)

No	Dasar Sungai	Tinggi Kekasaran (H)	K_3
1	Clear Water Scour	-	1,1
2	Plane bad and antidune flow		1,1
3	small dunes	$3,0 > H > 0,6$	1,1
4	Medium dunes	$9,0 > H > 3,0$	1,2
5	Large dunes	$> 9,0$	1,3

$$K_4 = [1,089(1 - V_R)^2]^{0,5} \dots\dots\dots (13)$$

$$V_R = \frac{v^*}{v_c + v^*} \dots\dots\dots (14)$$

$$V^* = 0,645 \left(\frac{D_{50}}{a}\right)^{0,075} v_c \dots\dots\dots (15)$$

$$V_c = 6,19 d_s^{1/3} D_{50}^{1/3} \dots\dots\dots (16)$$

Kontrol kecepatan terhadap gerusan dipilar yaitu sebagai berikut:

$V > V_c$terjadi gerusan

$V < V_c$gerusan tidak terjadi

Dengan :

V = Kecepatan aliran (m/det)

V_r = Kecepatan rata-rata (/det)

V = Kecepatan butiran pilar (m/det)

V_c = Kecepatan kritik (m/det)

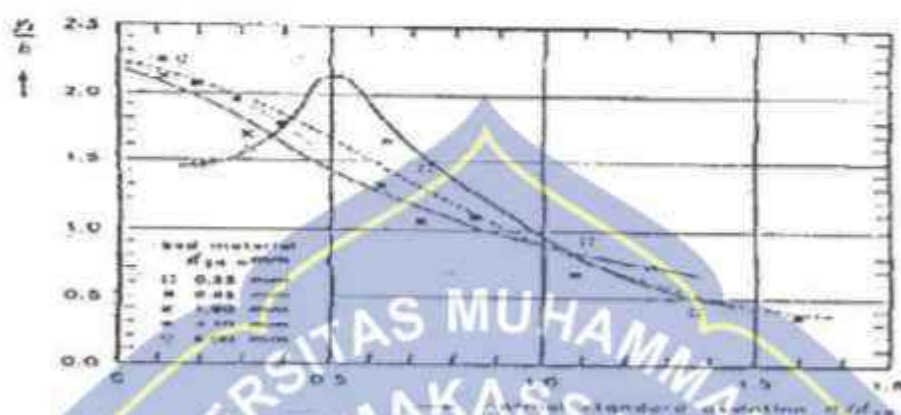
L = Panjang pilar (m)

D_{50} = Diameter butiran (mm)

D. Gradasi Sedimen

Gradasi sedimen dari sedimen transpor merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi kedalaman gerusan pada kondisi air bersih (*clear water scour*). Dari Gambar 15 kedalaman gerusan (v_s/b) tak berdimensi sebagai fungsi dari karakteristik gradasi sedimen material dasar (σ/d_{50}). Dimana σ adalah standar deviasi untuk ukuran butiran dan d_{50} adalah ukuran partikel butiran rerata. Nilai kritikal dari σ/d_{50} untuk melindunginya hanya dapat dicapai dengan bidang dasar, tetapi tidak dengan lubang gerusan dimana kekuatan lokal pada butirannya tinggi yang disebabkan meningkatnya pusaran air.

Dengan demikian nilai koefisien simpangan baku geometrik (σ_g) dari distribusi gradasi sedimen akan berpengaruh pada kedalaman gerusan air bersih dan dapat ditentukan dari nilai grafik Gambar 16.



Gambar 15. Kedalaman gerusan setimbang di sekitar pilar fungsi ukuran butir relatif untuk kondisi aliran (Breuser dan Raudkivi, 1991)



Gambar 16. Koefisien simpangan baku ($K\sigma$) fungsi standar deviasi geometri ukuran butir (Breuser dan Raudkivi, 1991)

Estimasi kedalaman gerusan dikarenakan adanya pengaruh distribusi material dasar mempunyai nilai maksimum dalam kondisi setimbang pada

aliran air bersih (*clear water*) menurut Breuser dan Raudviki (1991:67) adalah sebagai berikut :

$$\frac{Y_s(\sigma)}{b} = K_d \cdot Y_s/b \dots\dots\dots(17)$$

Dimana :

y_s : kedalaman gerusan (m)

σ : simpangan baku

b : lebar pilar jembatan (m)

K_d : koefisien simpangan baku

E. Ukuran Pilar dan Ukuran Butir Material Dasar

Kedalaman gerusan maksimum pada media air *clear water-scour* sangat dipengaruhi adanya ukuran butiran material dasar relatif b/d_{50} pada sungai alami maupun buatan. Untuk sungai alami umumnya koefisien ukuran butir relatif b/d_{50} pada kecepatan relatif $V/V_c = 0.90$ pada kondisi *clear water* dan umumnya kedalaman gerusan relatif y_s/b tidak dipengaruhi oleh besarnya butiran dasar sungai selama $b/d_{50} > 25$.

Ukuran pilar mempengaruhi waktu yang diperlukan bagi gerusan lokal pada kondisi *clear-water* sampai kedalaman terakhir, tidak dengan jarak relatif (y_s/b), jika pengaruh dari kedalaman relatif (y_s/b) dan butiran relatif (b/d_{50}) pada kedalaman gerusan ditiadakan, maka nilai aktual dari (y_s/b) juga tergantung pada peningkatan dari *bed material*. Pada kasus gerusan yang

mengangkut sedimen (*live bed*), waktu diberikan untuk mencapai keseimbangan gerusan dan tergantung pada rasio dari tekanan dasar ke tekanan kritikal.

(Breuser 1971, Akkerman 1976, Konter 1976, 1982, Nakagawa dan Suzuki 1976) melakukan percobaan-percobaan untuk mempraktekkan pendekatan yang sama terhadap proses gerusan di sekitar pilar jembatan. Hasil dari percobaan-percobaan tersebut diantaranya pada kolom dengan ukuran kecil dimana $(b/h_0) < 1$, kedalaman maksimum gerusan dapat dilihat dengan persamaan berikut yang berlaku pada seluruh fase dari proses gerusan, dimana $y_{mc} > b$.

$$\frac{y_m}{y_{mc}} = 1 - e^{-\ln\left[1 - \frac{b}{y_{mc}}\right]\left(\frac{t}{t_1}\right)^\gamma} \quad (18)$$

Dimana :

b : lebar pilar jembatan (m)

h_0 : kedalaman aliran mula-mula (m)

t : waktu (dtk)

t_1 : waktu ketika $y_m = b$ (s)

y_m : kedalaman maksimum gerusan pada saat t (m)

y_{mc} : kedalaman gerusan maksimum pada saat setimbang (m)

γ : koefisien, dimana $\gamma = 0,2 - 0,4$

Pada fase perluasan (*development phase*), untuk $t < t_1$

Persamaan menjadi :

$$\frac{y_m}{b} = \left[\frac{t}{t_1} \right]^\gamma \dots \dots \dots (19)$$

Menurut Nakagawa dan Suzuki (1976), Miller (2003) dalam Okky (2007)

nilai $\gamma = 0,22 - 0,23$ dan t_1 dapat ditulis sebagai berikut :

$$t_1 = 29,2 \left[\frac{\sqrt{\Delta g d_{50}}}{\sqrt{2U_o - U_c}} \right]^3 \left[\frac{b}{d_{50}} \right]^{1,9} \dots \dots \dots (20)$$

$$U_o = \frac{Q}{A} \dots \dots \dots (21)$$

Dimana :

- b : lebar pilar jembatan (m)
- d_{50} : diameter rata-rata partikel (m)
- U_c : kecepatan kritis rata-rata (m/dt)
- U_o : kecepatan rata-rata (m/dt)
- Q : debit (m³/dt)
- A : luas penampang (m²)
- Δ : berat jenis relatif (-)

Berdasarkan data Laursen dan Toch (1956), Breuser dan Raudviki (1971) dalam Okky (2007) menemukan persamaan pilar bulat jembatan, yaitu :

$$y_{me} = 1,35k_1 b^{0,7} b^{0,3} \dots \dots \dots (21)$$

Dimana :

b : lebar pilar jembatan (m)

h_0 : kedalaman aliran (m)

k_i : faktor koreksi (untuk pilar buat $k_i = 1,0$)

y_{me} : kedalaman gerusan saat seimbang (m)

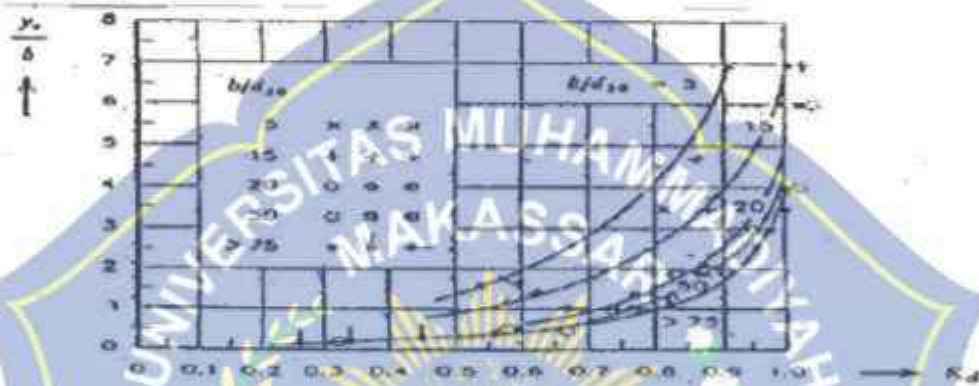
Volume lubang gerusan dibentuk untuk mengelilingi pilar dan berbanding diameter kubik dari pilar itu sendiri, berarti semakin lebar pilar semakin banyak gerusan dan semakin banyak pula waktu yang diperlukan untuk melakukan penggerusan. Koefisien pengaruh ukuran pilar dan ukuran butir material dasar (K_d) ini menurut Ettema (1980) dalam Breuser (1991:68) dapat pula untuk *live bed scour*.

1. Kedalaman Dasar Sungai dari Muka Air

Dalam gerusan lokal yang terjadi dipengaruhi oleh kedalaman dasar sungai dari muka air (tinggi aliran zat air), maka kecepatan relatif (U^*/U_*') dan kedalaman relatif (y_0/b) merupakan faktor penting untuk mengestimasi kedalaman gerusan lokal (m). Neil (1964) dalam Breuser (1991:70) kedalaman gerusan lokal merupakan fungsi dari tinggi aliran dengan persamaan sebagai berikut :

$$\frac{y_s}{y_0} = 1,5 \left(\frac{b}{y_0} \right)^{0,70} \dots\dots\dots (22)$$

Keseimbangan gerusan lokal pada aliran rendah akan tercapai jika telah terjadi kesamaan nilai (U^*/U_{*c}) dan y_0/b , dan pengaruh dari y_0/b tidak dapat dibedakan antara kondisi *clear water scour* dan *live bed scour*. Pada (U^*/U_{*c}) yang konstan, faktor pengaruh dari kedalaman aliran dapat diabaikan untuk $y_0/b \geq 2$, sedangkan korelasi antara kedalaman relatif (y_0/b) dan koefisien kedalaman air (K_{da}) seperti Gambar 17 dibawah ini



Gambar 17. Hubungan koefisien aliran (K_{da}) dan kedalaman aliran relatif (y_0/b) dengan ukuran relatif (b/d_{50}) (Sumber: Breuser dan Raudkivi, 1991:71)

2. Bentuk Pilar

Pengaruh bentuk pilar berdasarkan potongan horizontal dari pilar telah diteliti oleh Laursen dan Toeh (1956), Neil (1973) dan Dietz (1972). Bentuk potongan vertikal pilar juga dapat dijadikan dasar untuk menentukan faktor koreksi. Bentuk pilar akan berpengaruh pada kedalaman gerusan lokal, pilar jembatan yang tidak bulat akan memberikan sudut yang lebih tajam terhadap aliran datang yang diharapkan dapat mengurangi gaya pusaran tapal

kuda sehingga dapat mengurangi besarnya kedalaman gerusan. Hal ini juga tergantung pada panjang dan lebar (l/b) masing-masing bentuk mempunyai koefisien faktor bentuk K_s menurut Dietz (1971) dalam Breuser dan Raudkivi (1991:73).

3. Posisi Pilar (Sudut Kemiringan Pilar)

Kedalaman gerusan lokal tergantung pada kedudukan / posisi pilar terhadap arah aliran yang terjadi serta panjang dan lebarnya pilar. Karena kedalaman gerusan merupakan rasio dari panjang dan lebar serta sudut dari tinjauan terhadap arah aliran. Koefisien sudut datang aliran karena posisi pilar digunakan pada beberapa bentuk tertentu. Hanya bentuk silinder yang tidak menggunakan koefisien sudut datang (Laursen dan toey (1956) dalam Breuser (2004:72)).

Koefisien sudut datang arah aliran seperti Gambar 18. Menurut, Dietz (1972) dan Neff (1973) terhadap pengaruh bentuk pilar tanpa *horizontal cross section*, mereka menegaskan dan merekomendasikan nilai faktor bentuk pilar (K_s). Laursen dan Touch (1956) mempelajari ini pada pilar *rectangular horizontal cross section* dengan memberikan sudut kemiringan terhadap aliran. Bila sudut terjang aliran terhadap pilar 0° maka $K_\alpha = 1$,

Nagasaki dan Suzuki (1976) menyajikan beberapa pengujian gerusan disekitar pilar *rectingular horizontal cross section* dengan L/b berkisar 1,75 dengan variasi sudut $0^\circ - 45^\circ$. Dari penelitian tersebut gerusan yang terjadi

untuk sudut 30° hampir sama dengan 45° , namun itu lebih besar dari 0° yang mana $K_\alpha = 1,3 - 1,8$.

$$K_\alpha = \left(\cos \alpha + \frac{b}{l \sin \alpha} \right)^{0,62} \dots\dots\dots (23)$$

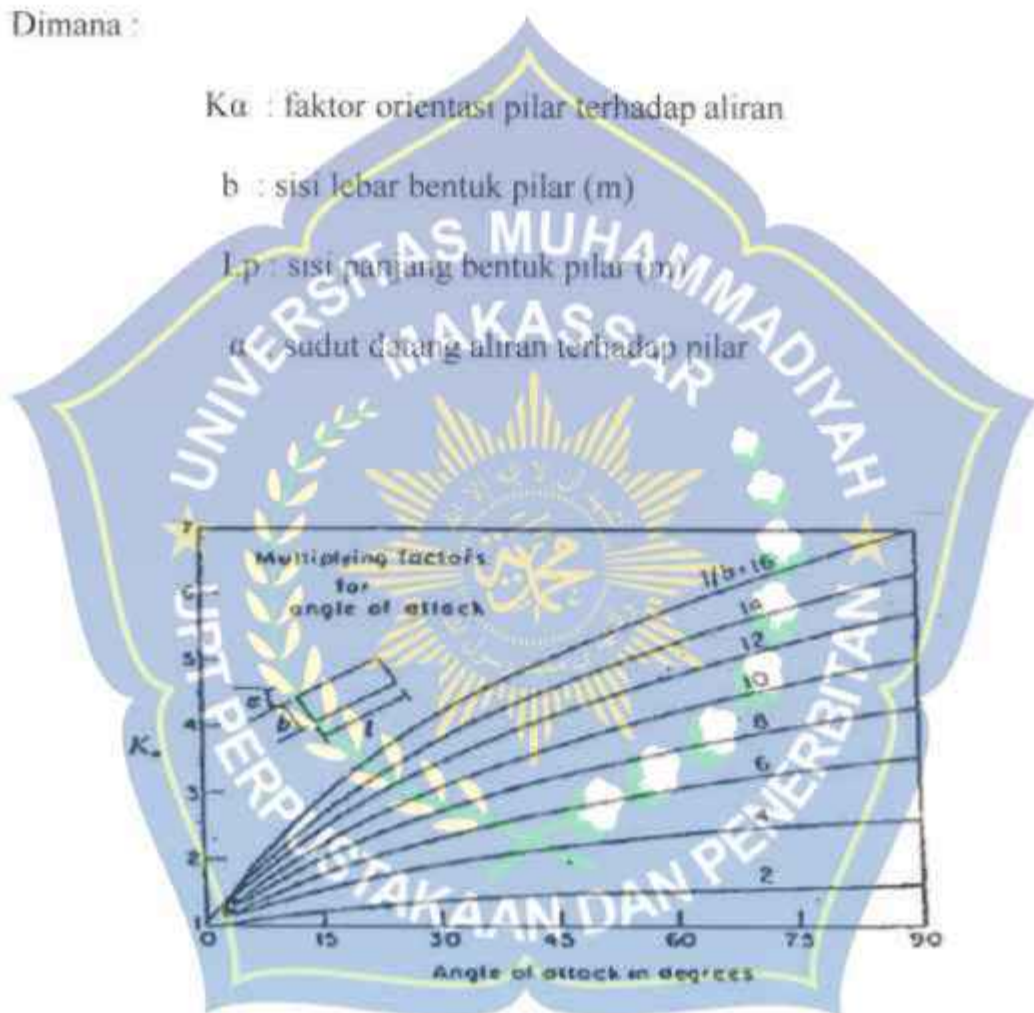
Dimana :

K_α : faktor orientasi pilar terhadap aliran

b : sisi lebar bentuk pilar (m)

l : sisi panjang bentuk pilar (m)

α : sudut datang aliran terhadap pilar



Gambar 18. Koefisien arah sudut aliran (K_α) pada pilar

(Sumber : Breuser dan Raudkivi, 1991:71)

4. Persamaan Gerusan

a. Persamaan Froehlich

Froehlich, menggunakan analisa dimensi dan analisa multiple regresi terhadap percobaan clear-water scour pada sebuah flume di laboratorium, sehingga diperoleh persamaan sebagai berikut :

$$\frac{d_s}{d_0} = 0,78K_1K_2 \left(\frac{L_A}{h}\right)^{0,63} Fr^{-1,16} \left(\frac{y_0}{d_{50}}\right)^{0,43} \sigma^{-1,87} \dots\dots\dots(24)$$

dimana :

d_0 : kedalaman aliran (m)

d_s : kedalaman gerusan (m)

K_1 : koefisien bentuk pilar

K_2 : koefisien sudut pilar terhadap aliran

L_A : diameter pilar (m)

Fr : bilangan Froude aliran

$\sigma = \left(\frac{s_{d_{95}}}{s_{d_{50}}}\right)^{0,5}$ standar deviasi geometri material dasar

b. Pendekatan The Colorado State University (CSU)

Gerusan di pilar menyebabkan terjadinya *horseshoe vortex* yang disebabkan oleh aliran di dasar pilar. Persamaan The Colorado State University (CSU) digunakan untuk menghitung kedalaman gerusan disekitar pilar, dengan persamaan sebagai berikut, (Julien Y, 2002)

$$\frac{\Delta z}{h} = 2,0K_1K_2 \left(\frac{a}{h}\right)^{0,65} Fr^{0,43} \dots\dots\dots(25)$$

Dimana :

Δz : Kedalaman gerusan (m)

h : Kedalaman aliran (m)

K_1 : Koefisien bentuk pilar

K_2 : Koefisien sudut pilar terhadap aliran

a : Lebar pilar (m)

Fr : Angka Froude



F. Matriks Jurnal

No	Nama Penulis	Judul	Tujuan Penelitian	Hasil/outcome	Kesamaan penelitian	Variable yang diteliti
1	Anton Ariyanto	ANALISIS BENTUK PILAR JEMBATAN TERHADAP POTENSI GERUSAN LOKAL (Studi kasus Model Pilar Penampang Persegi Panjang dan Ellips)	Penelitian ini untuk mengetahui konkritas maksimum jauh dari setiap bentuk pilar untuk setiap perubahan debit berikutnya	<p>1. Dari pengujian yang dilakukan, perubahan debit aliran (Q), sangat berpengaruh terhadap kedalaman gerusan.</p> <p>2. Semakin besar debit yang digunakan, maka kedalaman gerusan yang terjadi juga akan semakin besar pula, pada pengujian dengan debit aliran $Q_1 = 361 \text{ cm}^3/\text{dk}$ gerusan maksimum yang terjadi sebesar $(d_f) = 1,5 \text{ cm}$ untuk pilar dengan bentuk ellips dan $(d_e) = 2,23 \text{ cm}$ untuk pilar dengan bentuk persegi panjang. $Q_2 = 848 \text{ cm}^3/\text{dk}$ $(d_e) = 2,33 \text{ cm}$ untuk pilar dengan bentuk ellips dan $(d_e) = 2,43 \text{ cm}$ untuk pilar dengan bentuk</p>	<p>Kesamaan penelitian</p> <p>Penelitian ini membahas analisis pilar jembatan terhadap gerusan lokal</p>	<p>v = Kecepatan aliran (m/dtk) B = Lebar saluran (m) h = Kedalaman aliran (m) Q = Debit aliran (m^3/dk)</p>

persegi panjang. $Q_3 = 1087$
 cm^3/dik material dasar
sasaran di sekitar pilar
terangkut semua maka
didapat $(d_1) = 3,0$ cm untuk
pilar dengan bentuk elips
dan $(d_2) = 3,0$ cm untuk
pilar dengan bentuk
persegi panjang

3. Untuk semua pengujian
yang dilakukan, pada dan
posisi kedalaman gerusan
lokal terbesar terjadi di
depan pilar jembatan

4. Pilar yang paling baik
digunakan untuk pilar
jembatan adalah pilar
dengan bentuk elips. Jika
dibandingkan dengan pilar
dengan bentuk persegi
panjang

2	Alfi Yunar	KARAKTERISTIK GERUSAN PILAR SEGI EMPAT UJUNG BULAT PADA KONDISI TERJADI PENURUNAN DASAR SUNGAI DENGAN PROTEKSI TIRAI	<p>Penelitian ini lebih ditekankan pada tirai dan pilar yang dapat mengurangi kedalaman gerusan lokal pada saat terjadi penurunan dasar</p>	<p>Kesimpulan</p> <p>1. Nilai perubahan kedalaman dasar baik itu kedalaman gerusan lokal maksimum ataupun penurunan dasar yang terjadi adalah nilai relatif</p> <p>2. terhadap lebar pilar yang digunakan</p> <p>Dari pengamatan kedalaman gerusan diketahui bahwa pasangan tirai dan Pilar Segi Empat ujung Bulat TIRAI mempunyai nilai kedalaman relatif gerusan lokal maksimum</p>	<p>Penelitian ini sama-sama membahas mengenai pilar dan tirai</p>	<p>kedalaman gerusan lokal maksimum seperti, bentuk pilar, gradasi sedimen dan faktor sudut</p>
3	Eldina Fatimah	STUDI KEDALAMAN GERUSAN LOKAL PADA PILAR JEMBATAN SIMPANG SURABAYA KRUENG ACEH, BANDA ACEH	<p>Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kestabilan pilar Jembatan Simping Surabaya terhadap gerusan lokal akibat pengaruh aliran</p>	<p>1. Kestabilan pilar Jembatan Simping Surabaya perlu diperhatikan berdasarkan perhitungan kedalaman gerusan lokal (S) estimasi pada pengukuran tahun 2009</p>	<p>Pada penelitian kami sama-sama membahas pilar jembatan</p>	$F_r = \frac{V}{\sqrt{(g \cdot d)}}$ <p>Angka koefisien K dipengaruhi dari bentuk pilar (K1),</p>

				<p>sebesar 0,88 meter dengan kecepatan aliran (V) = 0,419 m/d.</p> <p>2. Pengukuran pada tahun 2009 telah mengalami gerusan lokal sebesar 7,09 meter, jika dilihat dari pengukuran tahun 2008 untuk pilar P2.1. Sedangkan pada pilar P2.2 mengalami gerusan lokal sebesar 1,09 meter.</p> <p>3. Perbandingan yang dilakukan berdasarkan pengukuran tahun 2008, 2009 dan dengan debit banjir rencana, bahwa pilar Jembatan Sumpang Surabaya sudah mengalami gerusan lokal di sekitar pilar. Untuk menjaga kestabilan dan ke</p>		<p>sudut pertetakan pilar (K2), kondisi dasar sungai (K3), dan butiran sedimen sungai (K4).</p>
--	--	--	--	---	--	---



			<p>amanan pilar terhadap aliran vortex maka dilakukan pengamanan yang cepat untuk tahap pemeliharaan terhadap pilar dengan batu epcap (IDR) = 0.945 meter</p>	<p>Penelitian yang kami lakukan ialah dampak gerusan pada pilar jembatan</p>	<p>Pengukuran kedalaman gerusan lokal di sekitar pilar dilakukan dengan tiga variasi debit yaitu $Q_1 = 0.361$ l/dtk atau $361 \text{ cm}^3/\text{dtk}$ dengan kedalaman aliran sepanjang aliran (h_1) = 4 cm, $Q_2 = 0.848$ l/dtk atau $848 \text{ cm}^3/\text{dtk}$ dengan</p>
<p>4 Jazaul Ikhsan & Wahyudi Hidayat</p>	<p>PENGARUH BENTUK PILAR JEMBATAN TERHADAP POTENSI GERUSAN LOKAL.</p>	<p>Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui variasi debit dan bentuk pilar terhadap potensi gerusan lokal yang terjadi sehingga dapat dipilih bentuk pilar yang paling aman terhadap bahaya gerusan ini</p>	<p>Berdasarkan hasil penelitian mengenai pengaruh bentuk pilar jembatan terhadap potensi gerusan lokal, maka ditarik kesimpulan sebagai berikut:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Dari pengujian yang dilakukan perubahan debit aliran (Q), sangat berpengaruh terhadap kedalaman gerusan. 2. Semakin besar debit yang digunakan, maka 3. kedalaman gerusan yang terjadi juga akan semakin besar pula, pada pengujian dengan debit aliran $Q_1 = 361 \text{ cm}^3/\text{dtk}$ gerusan maksimum 		

			<p>yang terjadi sebesar $(d_2) = 2,03$ cm untuk pilar dengan bentuk jajaran genjang.</p> <p>$(d_2) = 1,7$ cm untuk pilar dengan bentuk persegi dan $(d_2) = 1,53$ cm untuk pilar dengan bentuk bulat. $Q_2 = 848 \text{ cm}^3/\text{dik}$. $(d_2) = 2,87$ cm untuk pilar dengan bentuk jajaran genjang. $(d_2) = 2,8$ cm pilar dengan bentuk persegi dan $(d_2) = 2,23$ cm untuk pilar dengan bentuk bulat. $Q_2 = 1087 \text{ cm}^3/\text{dik}$.</p> <p>$(d_2) = 3,0$ cm untuk pilar dengan bentuk jajaran genjang. $(d_2) = 3,0$ cm untuk pilar dengan bentuk persegi dan $(d_2) = 3,0$ cm untuk pilar dengan bentuk bulat.</p> <p>3. Pilar yang paling baik digunakan untuk pilar jembatan adalah pilar dengan bentuk bulat. Jika dibandingkan dengan pilar</p>		<p>kedalaman aliran</p> <p>sepanjang aliran $(h_2) = 4,9$ cm dan $Q_2 = 1.087 \text{ l/dik}$ atau $1087 \text{ cm}^3/\text{dik}$ dengan kedalaman aliran</p> <p>sepanjang aliran $(h_2) = 5,7$ cm.</p>
--	--	---	---	--	--

			dengan bentuk persegi dan jajaran genjang.		
5	Fuad Halim	<p>PENGARUH DEBIT TERHADAP POLA GERUSAN DI SEKITAR ABUTMEN JEMBATAN (UJI LABORATORIUM DENGAN SKALA MODEL JEMBATAN MEGAWATI)</p>	<p>Tujuan Penelitian Tujuan yang akan dicapai dalam penelitian ini yaitu untuk:</p> <ol style="list-style-type: none"> Mengetahui pola gerusan dan kedalaman gerusan yang terjadi disekitar abutmen jembatan akibat pengaruh debit. Mengetahui pengaruh parameter aliran terhadap proses gerusan, serta bentuk hubungan antara parameter-parameter yang berpengaruh tersebut dengan besar <p>1. Pola Gerusan Dati hasil kajian eksperimen laboratorium menunjukkan bahwa pola gerusan yang terjadi pada Abutmen berbagai kedalaman aliran relatif sama meskipun dengan lebar dan ketalaman gerusan yang berbeda.</p> <ul style="list-style-type: none"> Semakin besar debit yang melewati abutmen jembatan, maka pola gerusan yang terbentuk semakin mengencir, kedalaman gerusan di sekitar abutmen jembatan semakin dalam dan jarak atau panjang gerusan 	Kesamaan dalam penelitian ini ialah mengenai pola gerusan	Rumus umum yang digunakan untuk mengukur debit adalah : $Q = V \cdot A$ dimana, $Q =$ debit (m^3/det) $V =$ kecepatan aliran rata-rata (m/det) $A =$ luas penampang melintang saluran (m^2)

			<p>gerusan yang terjadi. Sehingga namanya dapat diketahui pengaruh debit terhadap kedalaman gerusan lokal</p>	
			<p>semakin jauh ke arah hilir. Sebaliknya semakin kecil debit aliran yang melewati budmen</p> <p>identitas maka pola gerusan yang terbentuk semakin melebar, kedalamannya semakin kecil dengan arah panjang gerusan ke arah hilir semakin pendek.</p> <ul style="list-style-type: none"> Dengan perlakuan 2 variasi debit yang berbeda menunjukkan bahwa semakin besar debit maka waktu yang dibutuhkan untuk mencapai kondisi keseimbangan gerusan semakin lama Kedalaman gerusan Gerusan maksimum untuk variasi kedalaman aliran 3,7 cm, 4,9 cm dan 6,4 cm terjadi pada sisi depan <i>Abutmen</i> sebelah hulu. Pengendapan terjadi pada 	

				<p>bagian belakang <i>Abumen</i> sebelah hilir.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kedalaman gerusan : <ul style="list-style-type: none"> - Untuk Q_1 model didapat - 1,6 cm setara dengan 48 cm di lapangan - Untuk Q_2 pembanding didapat - 1,8 cm setara dengan 54 cm di lapangan - Untuk Q_3 model didapat - 1,2 cm setara dengan 30 cm di lapangan - Untuk Q_4 pembanding didapat - 1,4 cm setara dengan 35 cm di lapangan 	<p>Penggunaan variasi model tirai, pengukuran kecepatan aliran, pengukuran kedalaman gerusan (ds)</p>	<p>Ds (kedalaman gerusan) t (waktu) V (kecepatan aliran) Jarak antar tirai (B)</p>
6	Nenny, 2016	Model proteksi gerusan pada pilar dengan tirai bersisi cekung	<p>Bersinya debit banjir dan kecepatan aliran mempengaruhi degradasi dasar dan gerusan disekitar pilar jembatan</p>	<p>Berdasarkan sintafasi bebesapi parareler yang berpengaruh untuk hubungan antara parameter maka didapatkan suatu koefisien model proteksi gerusan pada pilar dengan tirai bersisi cekung sebagai kebarharuan penelitian ini, yaitu nilai K_n</p>	<p>Penggunaan variasi model tirai, pengukuran kecepatan aliran, pengukuran kedalaman gerusan (ds)</p>	<p>Ds (kedalaman gerusan) t (waktu) V (kecepatan aliran) Jarak antar tirai (B)</p>

7	Cahyono Ikhshan dan Solichin	ANALISIS SUSUNAN TIRAI OPTIMAL SEBAGAI PROTEKSI PADA PILAR JEMBATAN DARI GERUSAN LOKAL.	<p>Penelitian ini untuk mengetahui reduksi yang terjadi pada pilar jembatan</p> <p>Nilai reduksi yang paling besar terjadi pada pilar segitempat ujung bulat, dengan proteksi susunan tirai tipe zig-zag 2 yaitu sebesar 31,5561%. Sedangkan nilai reduksi yang paling besar pada pilar silinder dengan proteksi susunan tirai tipe zig-zag 2 sebesar 38,5323%.</p> <p>Nilai reduksi yang paling besar pada pilar segitempat ujung bulat dengan proteksi jarak tirai 2d yaitu sebesar 28,1770%. Sedangkan nilai reduksi yang paling besar pada pilar silinder dengan proteksi jarak tirai 2d sebesar 32,7189%.</p>	<p>Penelitian ini membahas mengenai peletakkan pilar jembatan dan susunan tirai pada gerusan lokal</p> <p>Jarak baris tirai (L) Q (debit)</p>	<p>Gerusan lokal di sekitar pilar merupakan akibat langsung dari interaksi antar pilar, aliran sungai, dan material sedimen dasar sungai</p>
8	Nurqudus dan Asih supriati agusima	MEKANISME PERILAKU GERUSAN LOKAL PADA PILART UNGGAL DENGAN VARIASI DIAMETER	<p>Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan gambaran proses perkembangan</p> <p>Kedalaman gerusan mengalami per-tambahan dengan cepat pada menit-menit awal dan perubahan kedalaman</p>	<p>Penelitian ini membahas tentang gerusan lokal</p>	<p>Pola aliran dan kedalaman gerusan pada pilar jembatan</p>

			<p>gerusan terhadap waktu dan pola gerusan di sekitar pilar tunggal.</p>	<p>semakin mengecil hingga mendekati keseimbangan.</p> <p>2. Posisi kedalaman gerusan maksimum pada samping pilar. hal ini terjadi karena didominasi penyempitan aliran, semakin sempit aliran maka kecepatan semakin besar.</p> <p>3. Kedalaman gerusan maksimum yang terjadi pada masing-masing pilar semakin meningkat seiring dengan peningkatan variasi diameter pilar. dalam penelitian ini terjadi dua macam gerusan, yaitu gerusan lokal disekitar model pilar yang terjadi karena pola aliran di sekitar model dan gerusan ditokalisir di alur sungai yang terjadi karena penyempitan alur sungai sehingga aliran menjadi lebih terpusat.</p>		<p>dengan variasi diameter</p>
--	--	--	--	--	--	--------------------------------

9	Okky Martanto Wibowo	PENGARUH ARAH ALIRAN TERHADAP GERUSAN LOKAL DISEKITAR PILAR JEMBATAN	<p>Tujuan yang akan dicapai dalam penelitian ini:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Mengetahui pengaruh arah aliran terhadap getaran lokal 2. disekitar pilar jembatan. 3. Mengetahui karal teristik getaran dan kedalaman gerusan yang terjadi disekitar pilar <i>lenticular</i> akibat pengaruh yang terbentuk terhadap arah aliran 	<p>Hasil yang didapat dari penelitian gerusan pada pilar <i>lenticular</i> dengan berbagai variasi sudut pilar terhadap arah aliran ini adalah: Pengaruh kedalaman gerusan pada menit-menit awal terjadi secara cepat pada berbagai sudut pilar. Salah satu faktor yang mempengaruhi besar kecilnya gerusan di sekitar pilar <i>lenticular</i> adalah sudut pilar terhadap arah aliran. Gerusan terbesar pada pilar <i>lenticular</i> dengan berbagai variasi sudut pilar terhadap arah aliran terjadi pada bagian hulu pilar pada titik pengamatan H1. Kedalaman gerusan maksimum dari semua pilar <i>lenticular</i> terjadi pada pilar sudut 15°, sedangkan</p>	<p>Penelitian ini membahas arah aliran terhadap gerusan di sekitar pilar jembatan</p>	<p>b = lebar pilar jembatan (m) h_0 = kedalaman aliran (m) K_f = faktor koreksi (untuk pilar bulat $K_f = 1.0$) γ_{max} = kedalaman gerusan saat selimbang (m)</p>
---	-------------------------	--	--	--	---	---

			<p>Kedalaman gerusan minimum dari semua pilar <i>lenticular</i> terjadi pada pilar sudut 0°. Kedalaman gerusan semakin bertambah seiring dengan bertambahnya sudut pilar terhadap arah aliran. Nilai kedalaman gerusan maksimum pada pilar <i>lenticular</i> dengan sudut 0°, 5°, 10° dan 15° secara berturut-turut adalah 9 mm, 12 mm, 14 mm dan 16 mm.</p>			
10	<p>Fakhri Abi, Dian Sisingsih, Suwanto Marsudi</p>	<p>ANALISA POLA GERUSAN PADA HILIR BENDUNG PLTM BANTAENG-1 KABUPATEN BANTAENG PROVINSI SULAWESI SELATAN</p>	<p>Tujuan dari studi ini adalah untuk melihat kinerja model numerik SSIM dalam mengadisi pola gerusan pada hilir sungai sesuai kajian morfologi sungai.</p>	<p>Berdasarkan hasil analisa yang telah dilakukan untuk menjawab rumusan masalah diperoleh beberapa hasil antara lain sebagai berikut</p> <p>Volume gerusan pada pemetaan fisik terhitung sebesar $810,47 \text{ m}^3$ pada prototype.</p>	<p>Penelitian ini membahas analisis pola gerusan</p>	<p>Algoritma yang digunakan untuk dasar yang memiliki kemiringan adalah: Reduksi pada tegangan geser kritis.</p>

				<p>Sedangkan pada pemodelan numerik terhitung gerusan sebesar 655,71 m³. Kesalahan relatif dihitung dengan absolute error dengan hasil sebesar 7%. Pola gerusan yang terjadi pada pemodelan fisik menggunakan debit terplih (Q 25 tahun) terdapat pada hilir bendung pada elevasi +737,650. Gerusan terjadi memanjang setelah peredam energi, dan pada sebatih kanan memanjang ke arah hilir. Dengan debit yang sama, pada model numerik terjadi gerusan dengan elevasi +739,048. Gerusan pada model numerik terjadi pada bagian kiri setelah peredam energi, dan melebar pada sebatih kanan setelah bangunan pelimpah kantong lumpur. Pada model numerik juga terjadi gerusan yang luas model pada hilir sungai.</p>		<p>Pergeseran dasar saluran</p>
--	--	--	--	--	--	---------------------------------

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Sungai Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar, Jl. Sultan Alauddin No. 259 Kecamatan Rappoeini Kota Makassar.

B. Metode Pengumpulan Data

Pada penelitian ini akan menggunakan data primer yakni data yang didapatkan dari pemodelan fisik di Laboratorium Sungai Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.

C. Alat dan Bahan

Pada umumnya, alat, bahan, dan model penelitian yang digunakan dalam menunjang penelitian adalah sebagai berikut :

1. Alat

- a) Flowwatch untuk mengukur kecepatan air.
- b) Stopwatch untuk mengukur waktu yang digunakan dalam pengukuran debit aliran.
- c) Pilar beton

- d) Mistar
- e) Meteran
- f) Pompa
- g) Kamera digital digunakan untuk merekam (dalam bentuk foto) momen-momen yang penting dalam keseluruhan kegiatan penelitian khususnya tahap-tahap dalam proses penelitian.
- h) Tabel data untuk mencatat data-data yang di ukur, serta alat tulis.
- i) Komputer, printer dan scanner digunakan untuk membantu dalam menganalisa data.
- j) Ayakan pasir.
- k) Sendok adukan
- l) Ember
- m) Cangkul
- n) Waterpas
- o) Selang air
- p) Benang
- q) Bak penampung air dan bak sirkulasi
- r) Pintu air (pengatur debit aliran)
- s) Tali

2. Bahan

- a) Pipa PVC 3" yang digunakan sebagai jaringan sirkulasi air.
- b) Air

- c) Pasir yang lolos saringan No.50, berdasarkan standar ASTM.
- d) Pasir
- e) Semen
- f) Papan
- g) kayu

D. Variabel yang digunakan

Sesuai tujuan penelitian ini pengujian model hidraulik dilaksanakan pada model saluran terbuka (flume), dengan kajian pada bagian hilir sungai yang mengacu pada rancangan yang telah disetujui untuk mendapatkan data sebagai bahan kajian.

Variabel yang digunakan adalah :

1. Variabel bebas
 - a) Tinggi muka air (h)
 - b) Kecepatan aliran (v)
 - c) Waktu (t)
 - d) Lebar penampang (b)
 - e) Kemiringan dasar saluran (I)
2. Variabel terikat
 - a) Debit (Q)
 - b) Froude (Fr)
 - c) Reynold (Re)

- d) Tegangan geser (τ_0)
- e) Tegangan geser kritis (τ_c)
- f) Kec. Geser kritis (U^*)

E. Persiapan Peralatan

Pada simulasi ini menggunakan data primer, dengan menggunakan nilai debit dan waktu sesuai dengan model fisik.

1. Model saluran

Saluran yang digunakan adalah saluran tanah yang dihamparkan material pasir dengan penampang bentuk trapezium. Bentuk geometris dari saluran adalah saluran lurus dengan dinding permanen, lebar dasar saluran 0,50 m, tinggi saluran 0,50 m dan panjang saluran percobaan 6 m.



Gambar 19. Model saluran terbuka dengan penampang trapezium

2. Model Pilar

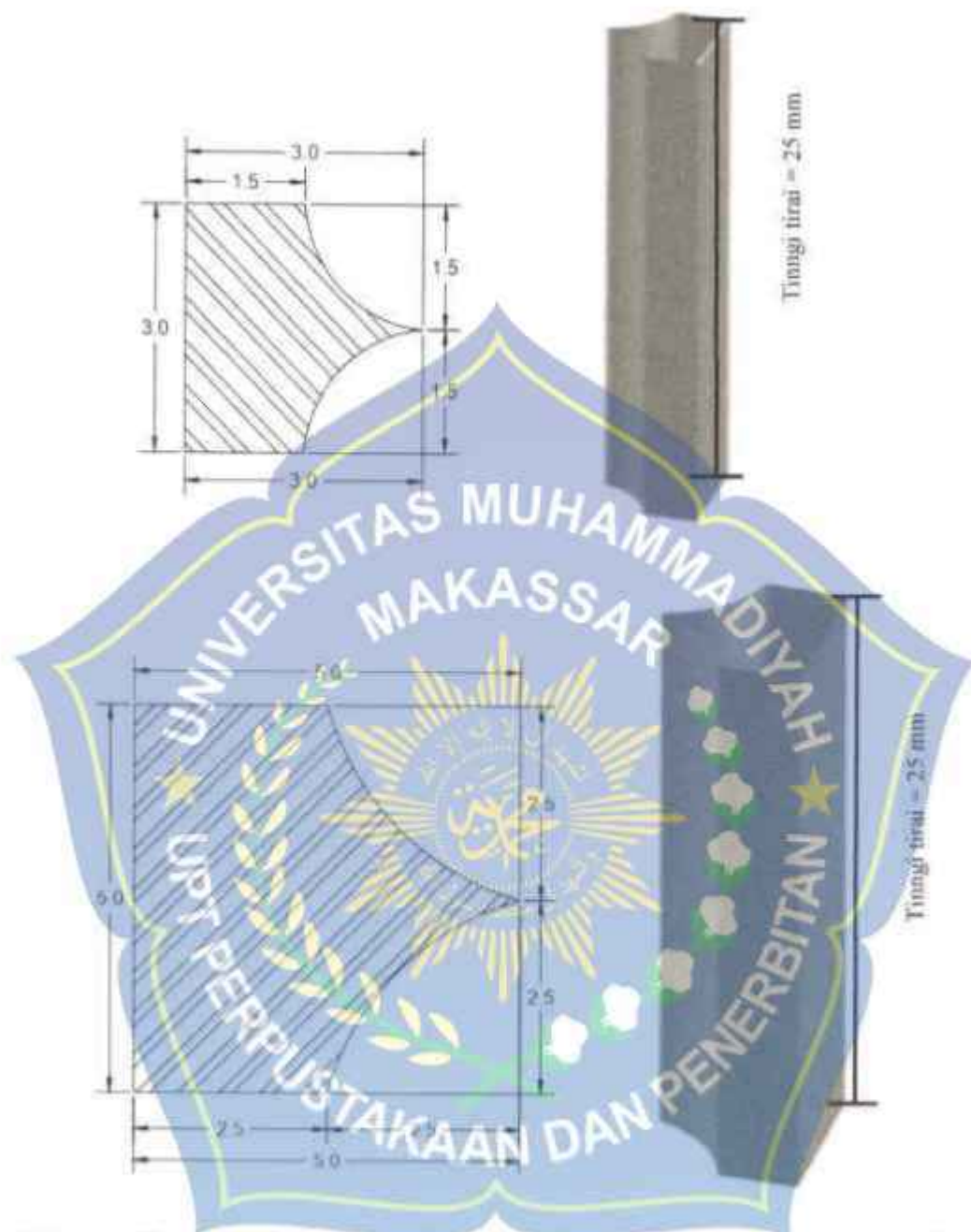
Model pilar yang digunakan pada penelitian ini terbuat dari beton yang dibentuk sesuai model. Penelitian ini menggunakan pilar model silinder dengan ketinggian 10 cm dan dengan diameter pilar 10 cm. Model pilar diletakkan di tengah model saluran pada jarak 4 m dari hulu



Gambar 20. Model silinder

3. Model Tirai

Model tirai yang digunakan pada penelitian ini terbuat dari beton yang dibentuk sesuai model. Penelitian ini menggunakan tirai bentuk persegi dengan sisi depan melengkung (*rectangular with wedge shape curve*) dengan ketinggian 25 cm dan dengan lebar pilar 5 cm dan 3 cm. Model tirai ini diletakkan di depan model pilar jembatan.



Gambar 21. Model 3 dimensi variasi bentuk Tirai persegi sisi depan melengkung

F. Pelaksanan Penelitian

Pada pelaksanaan penelitian direncanakan dengan menggunakan model pilar silinder dan peredam gerusan dengan model tirai bentuk persegi sisi depan melengkung (*rectangular with wedge shape curve*) dengan formasi, seperti pada gambar dibawah ini :



Gambar 22. Penempatan model tirai

G. Langkah-langkah pelaksanaan penelitian :

- 1) Model pilar diletakkan di tengah saluran tanah dengan jarak 4 m dari hulu, kemudian diatur penempatan model peredam di depan pilar serta dihamparkan material pasir dalam keadaan rata.
- 2) Melakukan penyebaran pasir dalam saluran dengan sistem pemadatan setinggi 10 cm pada saluran.
- 3) Air dialirkan dari debit kecil sampai debit yang ditentukan sehingga mencapai konstan.

- 4) Pengamatan yang dilakukan : kecepatan aliran (v), tinggi muka air (h) dilakukan setiap percobaan.
- 5) Pengamatan kedalaman gerusan , dilakukan melalui pengamatan setiap percobaan dengan mencatat kedalaman dan dari awal running setiap selang waktu tertentu dengan waktu ($t_1 = 10$ menit, $t_2 = 20$ menit dan $t_3=30$ menit).
- 6) Mematikan pompa agar aliran di saluran berhenti.
- 7) Pengambilan data kontur gerusan di sekitar zona pilar diukur setelah *running* selesai dengan cara memperkecil debit aliran secara perlahan agar gerusan di sekitar pilar tidak terganggu oleh adanya perubahan debit. Hal ini dilakukan agar diperoleh data kontur yang mewakili gerusan tersebut. Data kontur diukur dengan menggunakan alat *point gauge*. Daerah gerusan yang diukur elevasinya dibagi atas beberapa bagian yaitu arah sejajar aliran dan arah melintang aliran.
- 8) Pengambilan panjang gerusan disekitar zona pilar diukur setelah running selesai.
- 9) Setelah dilakukan pengukuran tiga dimensi, pasir diratakan kembali untuk selanjutnya dilakukan *running* dengan debit dan model tirai yang lain.

H. Analisis Data

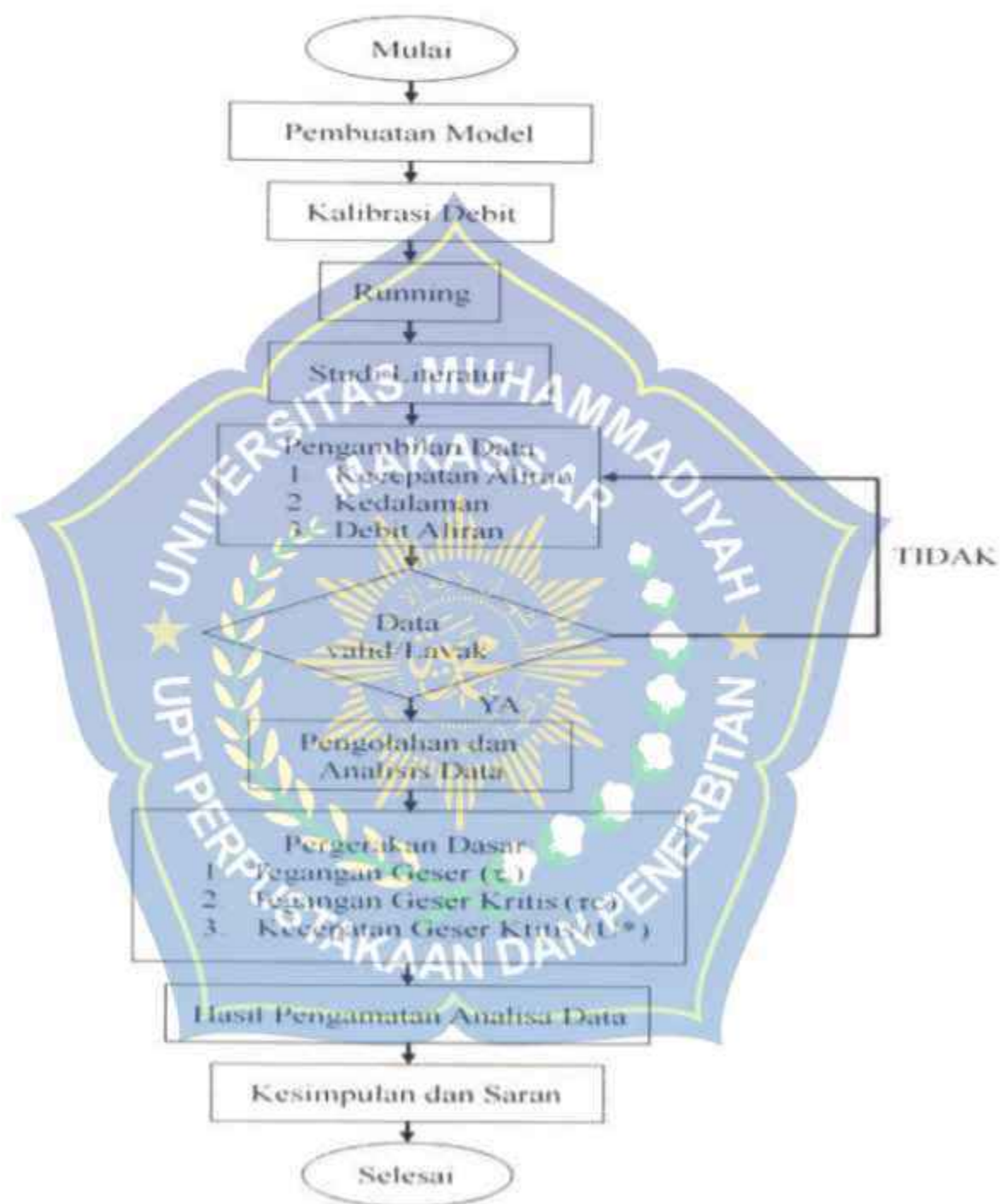
Pada penelitian ini sifat aliran yang digunakan adalah sub kritis ($Fr < 1$), kritis ($Fr = 1$), dan super kritis ($Fr > 1$). Data hasil pengamatan di plot menjadi grafik hubungan antara bilangan Froude (Fr) dengan kecepatan sebelum dan setelah penempatan model tirai.

Kedalaman aliran (y_0) diukur pada titik tertentu yang belum terganggu akibat adanya pilar. Pencatatan kedalaman aliran dilakukan beberapa kali pada saat yang bersamaan untuk mendapatkan data rata-rata kedalaman aliran yang optimal. Begitupun setelah ada bangunan pilar, penempatan model tirai dengan variasi jarak.

Kedalaman gerusan (y_s) diukur pada daerah gerusan yang paling maksimal yaitu disekitar ujung pilar setelah bangunan tirai. Kecepatan aliran rata-rata (U) adalah perbandingan data debit yang telah dikalibrasi dengan luas penampang basah (A). Kecepatan aliran kritis (U_c) diambil pada saat material dasar mulai bergerak.

Data kontur hasil pengukuran kemudian diolah untuk mendapatkan tampilan kontur permukaan di sekeliling pilar dengan program *Surver*.

Flow Chart Penelitian



Gambar 23. Flow chart penulis

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil penelitian

Seperti yang telah di jelaskan pada bab sebelumnya bahwa tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui pengaruh kecepatan aliran terhadap pola gerusan yang terjadi di sekitar tirai sayap beton pada pilar jembatan dan menganalisa potensi gerusan lokal di sekitar pilar jembatan dengan menggunakan model tirai sayap beton pada hilir saluran.

B. Pola aliran

a. Hubungan Kecepatan Aliran Dengan bilangan Froude

Bilangan fraude adalah perbandingan gaya inersia dengan berat suatu aliran. Dengan demikian, bilangan Froude merupakan fungsi dari semua peristiwa pola aliran yang berada dalam saluran. Hal ini bahwa bilangan Froude sangat penting dalam menentukan kondisi aliran pada saat aliran kritis, subkritis, maupun super kritis.

Untuk mengetahui dan menetapkan jenis aliran yang terjadi dalam proses pengaliran dalam saluran dapat dijabarkan berdasarkan dengan bilangan Froude (Fr), sebagai berikut :

Hasil perhitungan bilangan Froude pada berbagai debit dan waktu yang di gunakan dalam penelitian dapat dilihat pada tabel berikut :

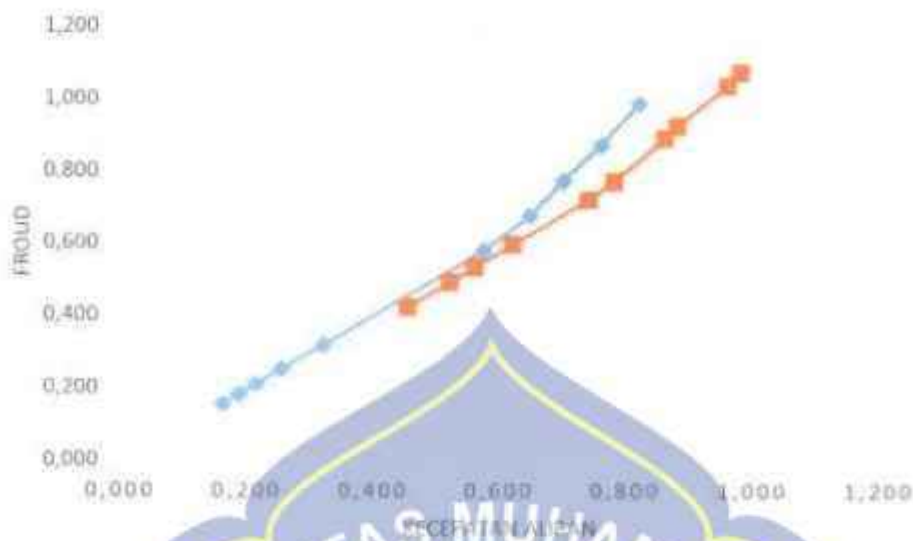
Tabel 5. Sebelum pemasangan tirai

No Patok	Kec. Aliran	Tinggi Muka Air	Froude (Fr)	Ket
	V	h		
1	0,980	0,085	1,075	Kritis
2	0,960	0,087	1,040	Kritis
3	0,880	0,092	0,927	Kritis
4	0,860	0,095	0,893	Sub Kritis
5	0,780	0,104	0,772	Sub Kritis
6	0,740	0,107	0,722	Sub Kritis
7	0,620	0,110	0,597	Sub Kritis
8	0,560	0,112	0,535	Sub Kritis
9	0,520	0,113	0,494	Sub Kritis
10	0,453	0,116	0,425	Sub Kritis

Tabel 6. Setelah pemasangan tirai

No Patok	Kec. Aliran	Tinggi Muka Air	Froude (Fr)	Ket
	V	h		
1	0,820	0,070	0,990	Kritis
2	0,760	0,077	0,875	Kritis
3	0,700	0,083	0,776	Kritis
4	0,647	0,093	0,678	Sub Kritis
5	0,573	0,099	0,581	Sub Kritis
6	0,320	0,103	0,319	Sub Kritis
7	0,253	0,104	0,251	Sub Kritis
8	0,213	0,105	0,210	Sub Kritis
9	0,187	0,106	0,183	Sub Kritis
10	0,160	0,107	0,156	Sub Kritis

Sumber: Hasil perhitungan



Gambar 24. Hubungan antara kecepatan dan bilangan Froude pada saluran dengan bangunan sebelum pemasangan tirai sayap beton dan bangunan setelah pemasangan tirai sayap beton

b. Perhitungan Bilangan Reynold

Keadaan atau perilaku aliran pada saluran terbuka pada dasarnya ditentukan oleh pengaruh kekentalan dan gravitasi. Pengaruh kekentalan (viscosity) aliran dapat bersifat laminar, turbulen dan peralihan yang tergantung pada pengaruh kekentalan relatif dapat dinyatakan dengan bilangan Reynold yang di definisikan sebagai berikut:

Tabel 7. Viskositas kinematis sebagai hubungan fungsi suhu

T	0	5	10	15	20	25	30	35	40	(°)
(M)	1,75	1,52	1,31	1,14	1,01	0,9	0,8	0,72	0,65	$10^{-6} \text{m}^2/\text{det}$

Sumber : (Mardjioen, 1987)

Tabel : 8. Sebelum pemasangan tirai

No Patok	Kec. Aliran	Jari-Jari hidrolis	Reynold	Ket
	V	R	(Re)	
1	0,980	0,063	73947,1	Turbulen
2	0,960	0,065	73834,2	Turbulen
3	0,880	0,067	70529,0	Turbulen
4	0,860	0,069	70377,3	Turbulen
5	0,780	0,074	68374,5	Turbulen
6	0,740	0,075	66206,0	Turbulen
7	0,620	0,076	56429,2	Turbulen
8	0,560	0,077	51567,2	Turbulen
9	0,520	0,078	48297,2	Turbulen
10	0,453	0,079	42885,0	Turbulen

Tabel : 9. Setelah pemasangan tirai

No Patok	Kec. Aliran	Jari-Jari hidrolis	Reynold	Ket
	V	R	(Re)	
No Patok	0,800	0,055	53385,9	Turbulen
	0,760	0,059	53272,8	Turbulen
3	0,700	0,062	52007,8	Turbulen
4	0,647	0,068	52212,0	Turbulen
5	0,573	0,071	48552,5	Turbulen
6	0,326	0,073	27758,0	Turbulen
7	0,253	0,073	22116,6	Turbulen
8	0,213	0,074	18835,6	Turbulen
9	0,187	0,075	16598,5	Turbulen
10	0,160	0,075	14321,1	Turbulen

Sumber : hasil perhitungan



Gambar 25. Hubungan Antara Bilangan Reynold dengan kecepatan pada bangunan tanpa menggunakan tirai sayap beton dan bangunan setelah menggunakan tirai sayap beton

c. Kedalaman Aliran

Kedalaman aliran diukur pada saat pengaliran air, untuk penelitian ini digunakan tiga variasi kedalaman air sesuai dengan tiga variasi debit yang diberikan. Untuk memperoleh nilai kedalaman air yang terjadi, dilakukan pengukuran pada penampang saluran sebelum belokan atau pada penampang saluran yang stabil. Untuk penelitian ini telah diperoleh kedalaman aliran yang merupakan rata-rata ketinggian air untuk setiap simulasi yang dilakukan.

d. Kecepatan Aliran

Kecepatan aliran (U_0) diukur dengan menggunakan *Flow watch*. *Flow watch* memberikan data kecepatan secara otomatis terhadap aliran pada saluran untuk titik pengamatan yang ditentukan.

Titik-titik pengamatan kecepatan aliran adalah pada hulu sebelum pilar, dan hilir setelah pilar, dimana untuk setiap titik pengamatan dilakukan pengukuran untuk bagian kiri, tengah dan kanan saluran, sedangkan untuk simulasi dengan pemasangan tirai pengukuran kecepatan aliran juga dilakukan pada ujung dan belakang tirai. Contoh data hasil pengamatan kecepatan aliran saluran sebagaimana disajikan pada tabel 1 berikut ini.

Tabel 10. Kecepatan aliran

Titik Pengamatan	Model Percobaan	Kecepatan (m/det)		
		Waktu (t) / det		
		600	1200	1800
1	Pilar	0.90	1.00	1.10
2		0.90	1.00	1.10
3		0.80	0.90	1.00
4		0.80	0.90	1.00
5		0.70	0.80	0.90
6		0.70	0.80	0.90
7		0.60	0.70	0.80
8		0.50	0.60	0.70
9		0.50	0.60	0.70
10		0.50	0.50	0.60
1	Pilar dengan tirai	0.90	0.90	0.90
2		0.80	0.80	0.90
3		0.70	0.70	0.80
4		0.70	0.70	0.80
5		0.60	0.60	0.70
6		0.40	0.40	0.60
7		0.30	0.30	0.40
8		0.20	0.20	0.30
9		0.20	0.30	0.30
10		0.20	0.20	0.20

Sumber : Hasil Pengujian

e. Debit Aliran

Perhitungan debit aliran diperoleh dengan menggunakan persamaan (1) dengan data parameter-parameter hasil pengamatan, hasilnya terlihat pada tabel 2 di bawah ini:

Tabel 11. Debit aliran

Uraian	Kecepatan (m/dtk)	TMA (m)	Lebar Saluran (m)	Luas Penampang Basah (m ²)	Keliling Basah (m)	Jari2 Hidrolis (m)	Debit
						A/P	(U0 * A)
	U ₀	h	B	A	P	R	Q
Q	0,820	0,070	0,5	0,035	0,640	0,055	0,02865

Sumber: Hasil Perhitungan

F. Klasifikasi Aliran

Aliran air pada saluran Reynold dan angka Froude, hasil perhitungan bilangan Reynold dan angka Froude dapat dilihat pada tabel 8 dan 9 berikut:

Tabel 12. Hasil perhitungan bilangan Reynolds dan Angka Froude tanpa Irai

No waktu	Q		Tinggi muka air (m)	Lebar kem. Sal (m)	Luas Penampang (A) (m ²)	Ketling basul (P) m	Jari-jari hidro (R) m	Reynold (Re)	Froude (Fr)	Keterangan	
	(m ³ /det)	(m/det)								Reynold (Re)	Froude (Fr)
1 600		0,880	0,087	0,50	0,044	0,675	0,065	63181,5	0,950	Transisi	Sub Kritis
2 1200	0,04153	0,980	0,086	0,50	0,022	0,672	0,064	71889,4	1,068	Transisi	Sub Kritis
3 1800		1,080	0,081	0,50	0,022	0,662	0,061	79027,5	1,212	Transisi	Sub Kritis

Tabel 13. Hasil Perhitungan Reynolds dan Angka Froude Dengan Menggunakan Irai

No waktu	Q		Tinggi muka air (m)	Lebar kem. Sal (m)	Luas Penampang (A) (m ²)	Ketling basul (P) m	Jari-jari hidro (R) m	Reynold (Re)	Froude (Fr)	Keterangan	
	(m ³ /det)	(m/det)								Reynold (Re)	Froude (Fr)
1 600		0,800	0,073	0,50	0,022	0,646	0,057	53930,1	0,947	Turbulen	Kritis
2 1200	0,02865	0,800	0,068	0,50	0,022	0,637	0,054	51361,0	0,977	Turbulen	Kritis
3 1800		0,860	0,068	0,50	0,022	0,637	0,054	55213,1	1,050	Turbulen	Kritis

Sumber : Hasil Perhitungan

Dari hasil perhitungan pada tabel 4 diatas aliran pada saluran penelitian ini diklasifikasi sebagai aliran transisi dengan nilai Reynold yaitu $Re > 12,500$ dan sub kritis dengan nilai $Fr < 1.0$

g. Kecepatan geser dan tegangan geser

Nilai tegangan geser kritis (τ_c) dapat diketahui. Bila tegangan geser dasar aliran berada diatas nilai kritisnya maka butiran sedimen bergerak.

1. Pengaruh Tegangan Geser Dasar (τ_0) Terhadap Kedalaman Aliran (h)

Perhitungan tegangan geser dasar (τ_0)

Data hasil pengamatan yang di gunakan adalah sebagai berikut

Diameter	Kedalaman	kemiringan	Bj Sedimen	Bj Air	τ_0
D	(h)	(l)	ρ_s	ρ_w	($\rho_w \cdot g \cdot h \cdot l$)
m	m	m	kg/m^3	kg/m^3	kg/m^2
0,0024	0,0699	0,0022	2576	1000	1,5079
0,0024	0,0769	0,0022	2576	1000	1,6589
0,0024	0,0830	0,0022	2576	1000	1,7913
0,0024	0,0929	0,0022	2576	1000	2,0042
0,0024	0,0992	0,0022	2576	1000	2,1409
0,0024	0,1026	0,0022	2576	1000	2,2143
0,0024	0,1035	0,0022	2576	1000	2,2345
0,0024	0,1092	0,0022	2576	1000	2,2704
0,0024	0,1063	0,0022	2576	1000	2,2934
0,0024	0,1073	0,0022	2576	1000	2,3150

Tabel 14. Pengaruh Tegangan Geser Dasar (τ_0) Terhadap Kedalaman Aliran (h)

2. Hubungan Tegangan Geser Dasar (τ_0) Terhadap Tegangan Geser Kritis (τ_c)

Untuk perhitungan selanjutnya dengan berbagai debit dapat di lihat pada tabel berikut :

Tabel 15. Hubungan Tegangan Geser Dasar (τ_0) Terhadap Tegangan Geser Kritis (τ_c)

Letak titik	Debit	kec. Rata2	Diameter	Kedalaman	Ketelitian	Bj	Bj Air	To	Re	Ter	u _c	u _c	Ket
	q	U	D	(h)	(f)	ps kg/m ³	kg/m ³	(pw.g.h.l) kg/m ²		ps kg/m ²	(g.h.l) ^{0.5} m/det	m/det	
Tank 1	0,0287	0,8200	0,0024	0,0699	0,0022	2576	1000	2,5679	114,55	1,2770	0,0388	0,0357	Diam
Tank 2	0,0292	0,7600	0,0024	0,0769	0,0022	2576	1000	1,6589	120,15	1,2406	0,0407	0,0362	Diam
Tank 3	0,0291	0,7000	0,0024	0,0850	0,0022	2576	1000	1,7915	124,86	1,2041	0,0423	0,0362	Mulai Bergerak
Tank 4	0,0300	0,6467	0,0024	0,0929	0,0022	2576	1000	2,0042	132,07	1,0946	0,0448	0,0357	Mulai Bergerak
Tank 5	0,0284	0,5733	0,0024	0,0992	0,0022	2576	1000	2,1409	136,50	0,9778	0,0463	0,0320	Bergerak
Tank 6	0,0164	0,3200	0,0024	0,1026	0,0022	2576	1000	2,2113	138,82	0,9924	0,0471	0,0320	Bergerak
Tank 7	0,0131	0,2533	0,0024	0,1035	0,0022	2576	1000	2,2345	139,45	0,9122	0,0473	0,0308	Bergerak
Tank 8	0,0112	0,2133	0,0024	0,1052	0,0022	2576	1000	2,2704	140,56	0,8757	0,0476	0,0302	Bergerak
Tank 9	0,0099	0,1867	0,0024	0,1063	0,0022	2576	1000	2,2934	141,28	0,8027	0,0479	0,0296	Bergerak
Tank 10	0,0086	0,1600	0,0024	0,1073	0,0022	2576	1000	2,3150	141,94	0,7297	0,0481	0,0283	Bergerak

Sumber : hasil perhitungan

3. Hubungan Antara Kecepatan Geser (V_c) Dan Kedalaman Aliran (h)

Untuk perhitungan selanjutnya dengan berbagai debit dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 16. Hubungan Antara Kecepatan Geser (U^*) Dan Kedalaman

No	Letak Titik	q	T_o	Grafik Shield	T_{cr}	U	U^*
			($\rho_w \cdot g \cdot h \cdot S$)		($\rho_s - \rho_w$)g.d		(g.h.S) ^{0,5}
			m ³ /det		kg/m ²		kg/m ²
1	Titik 1	0,0287	1,508	0,035	1,277	0,820	0,0388
2	Titik 2	0,0292	1,659	0,034	1,241	0,760	0,0407
3	Titik 3	0,0291	1,791	0,033	1,204	0,700	0,0423
4	Titik 4	0,0300	2,004	0,030	1,095	0,647	0,0448
5	Titik 5	0,0284	2,141	0,027	0,978	0,573	0,0463
6	Titik 6	0,0164	2,214	0,027	0,992	0,320	0,0471
7	Titik 7	0,0131	2,234	0,025	0,912	0,253	0,0473
8	Titik 8	0,0112	2,270	0,024	0,876	0,213	0,0476
9	Titik 9	0,0099	2,293	0,022	0,803	0,187	0,0479
10	Titik 10	0,0086	2,315	0,020	0,730	0,160	0,0481

Sumber: hasil perhitungan

h. Pola Gerusan

Berdasarkan gambar 28-29 dapat dilihat perbedaan pola dan kedalaman yang terjadi antara pilar tanpa menggunakan tirai sayap beton dengan pilar yang menggunakan tirai sayap beton.

Pada pilar tanpa menggunakan tirai sayap beton terbentuk *horseshoe vortex*, ini diakibatkan oleh tekanan air yang cukup kuat sehingga terjadi gerusan yang membentuk lubang kearah sisi-sisi pilar dengan kedalaman yang berbeda. Formasi pusaran air ini merupakan hasil dari penumpukan air pada hulu dan akselerasi aliran di sekitar bagian depan pilar. Pada bidang vertikal simetris, aliran di bagian hulu pilar menurun dari permukaan mencapai nol di dasar.

Sedangkan pada pilar yang menggunakan tirai sayap beton kedalaman gerusan lebih kecil dibandingkan pilar tanpa menggunakan tirai sayap beton, karena pada saat terjadi percepatan aliran di hulu pilar, tirai sayap beton berfungsi untuk memperkecil percepatan aliran dan mengurangi terjadinya gerusan di hulu pilar.



Gambar 26. Pola gerusan di sekitar pilar tanpa tirai sayap beton.



Gambar 27. Pola gerusan di sekitar pilar yang menggunakan tirai sayap beton.

i. Volume Gerusan

Gerusan dan endapan merupakan perilaku yang terjadi pada proses pengangkutan sedimen untuk setiap pengaliran, gerusan terjadi bila mana kapasitas pengangkutan yang masuk ke suatu area pengamatan lebih kecil dari pada kapasitas yang meninggalkan area tersebut, sedangkan endapan bilamana kapasitas pengangkutan yang masuk area pengamatan lebih besar dari pada yang meninggalkan area tersebut, dan bila mana kapasitas

pengangkutan yang masuk dan meninggalkan area pengamatan di saluran sama maka terjadi ketimbangan

Volume gerusan dan endapan dihitung berdasarkan perubahan luas penampang saluran dari bentuk sebelum dilakukan pengaliran sepanjang area pengamatan. Sesuai dengan tema penelitian ini yang difokuskan pada gerusan yang terjadi pada pilar sebelum dan sesudah pemasangan tirai.

Tabel 17. Tabel volume gerusan

No	TMA (m)	KECEPATAN	DEBIT (Q)	VOLUME GERUSAN (cm ³)
		ALIRAN (m)		
1	0.073	0.92		0.6720
2	0.068	0.8		0.5460
3	0.068	0.86		0.2240
4	0.088	0.74		0.2380
5	0.071	0.74		0.1540
6	0.071	0.8		0.6440
7	0.092	0.68		0.2340
8	0.078	0.68		0.3630
9	0.079	0.74		0.9240
10	0.097	0.64		1.0530
11	0.089	0.62		1.4700
12	0.089	0.68		0.9750
13	0.119	0.56	0.00875	0.8400
14	0.095	0.56		0.4950
15	0.093	0.6		1.8240
16	0.112	0.32		0.5850
17	0.098	0.28		1.6800
18	0.097	0.36		0.3900
19	0.111	0.24		0.2080
20	0.099	0.24		0.2210
21	0.100	0.28		0.9750
22	0.111	0.2		0.4680
23	0.102	0.22		2.1060
24	0.102	0.22		1.4000
25	0.111	0.18		1.6560

j. Pengaruh pemasangan tirai terhadap gerusan di pilar

Pemasangan tirai dibagian hulu pilar di maksudkan sebagai peredam kecepatan aliran dan mengarahkan atau membelokkan arah aliran. Sebagai efek nyata dari pemasangan tirai yang di amati di laboratorium, adalah pengurangan kecepatan yang terjadi di belakang tirai. Dengan kondisi semacam ini diharapkan bahwa volume gerusan yang terjadi juga mengalami pengurangan.

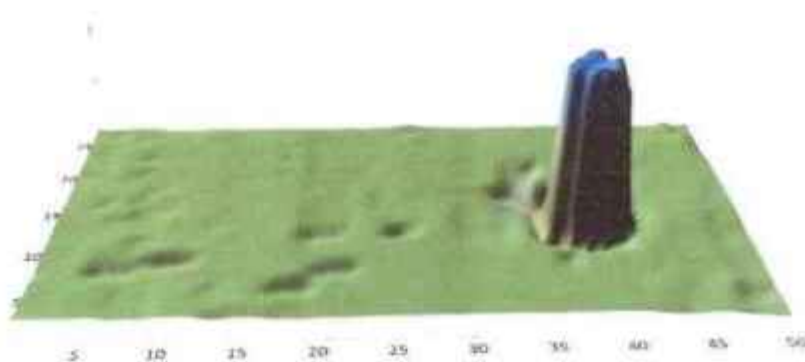
Tirai yang dipasang tegak lurus terhadap arah aliran, divariasikan dalam 3 variasi waktu. Waktu untuk setiap kondisi pengaliran adalah 10,20 dan 30 menit. Kondisi pengurangan gerusan yang terjadi pada saluran setelah pemasangan tirai untuk 3 variasi waktu yang berbeda di sajikan sebagai berikut.

Pengaruh pemasangan tirai pada hulu pilar sangat besar pengaruhnya terhadap karakteristik gerusan dan mereduksi gerusan yang terjadi di sekitar pilar.

Pada permukaan air interaksi aliran yang bergerak kearah pilar, aliran air di sekitar struktur akan berubah dan gradient kecepatan vertikal (*vertical gradient*) dari aliran akan akan berubah menjadi gradien tekanan (*pressure gradient*) pada ujung permukaan stuktur tersebut. Gradient tekanan (*pressure gradient*) ini merupakan hasil dari aliran bawah yang membentuk *bed*. Pada dasar struktur aliran bawah ini membentuk pusaran yang pada akhirnya

menyapu sekeliling dan bagian bawah struktur dengan memenuhi saluran aliran.





Gambar 28. Topografi gerusan di sekitar pilar tanpa menggunakan tirai dengan waktu pengaliran 30 menit.

Terjadinya perbedaan pola gerusan di sekitar pilar jembatan yang menggunakan tirai dengan pilar tanpa tirai. Gerusan di sekitar pilar yang tanpa tirai dimulai dari depan (hulu) pilar dengan kedalaman gerusan $-0,9$ cm, menuju sisi kanan $-1,4$ cm, sisi kiri pilar $0,8$ cm dan belakang (hilir) pilar.

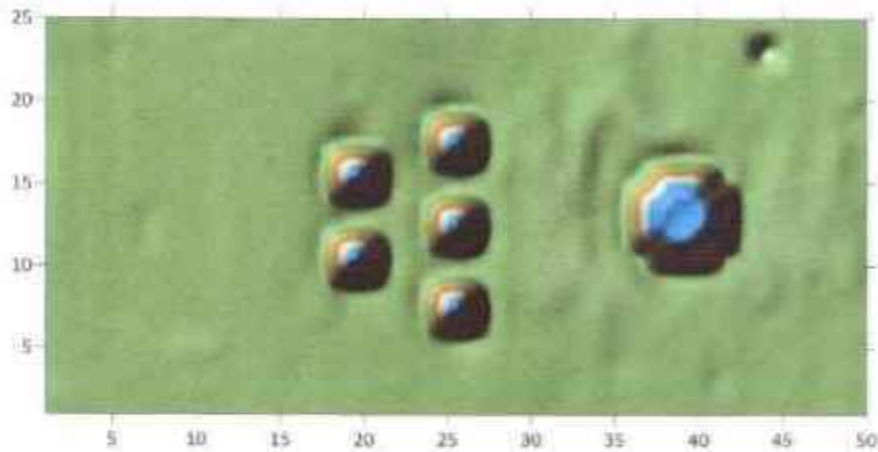
Sedangkan pada pilar yang menggunakan tirai, kecepatan aliran yang bergerak ke arah tirai akan terhalangi sehingga aliran akan terdistribusi samping tirai dan aliran akan berputar di antara tirai ini diakibatkan oleh bentuk lengkungan di sisi depan tirai gerusan yang terjadi di sekitar pilar dimulai dari depan pilar menuju ke sisi kanan dan sisi kiri pilar, sehingga kecepatan aliran yang menuju pilar akan semakin berkurang yang mengakibatkan gerusan akan semakin dangkal di belakang (hilir) pilar. Pada sisi kanan dan sisi kiri pilar kedalaman gerusan melebar karena terjadi gerusan lokal (*local scouring*) yang diakibatkan oleh pemasangan tirai yang menyebabkan aliran menjadi tidak terpusat.

Struktur tirai berfungsi mengurangi gradient tekanan (*pressure gradient*) sehingga aliran yang menyentuh *bed* di depan (hulu) pilar

berkurang. Selain dipengaruhi oleh gradient tekanan juga disebabkan oleh tarikan dari arus utama (*main flow*).

Dari hasil pengamatan pola gerusan dapat dilihat pada gambar 31 dimana pola gerusan terjadi di sekitar tirai sayap beton apabila arah panah searah jarum maka itu disebut gerusan begitupun sebaliknya jika arah panah berlawanan dengan arah jarum jam itu disebut endapan sedimen.





Gambar 29. Topografi gerusan di sekitar pilar menggunakan tirai dengan waktu pengaliran 30 menit.

- k. **Perhitungan Kedalaman Gerusan (d_s) dengan Pendekatan Empiris**
- Data kedalaman gerusan hasil pengujian selanjutnya akan dievaluasi terhadap persamaan empiris yang digunakan oleh The Colorado State University (CSU), Froehlich dengan membandingkan hasil uji model laboratorium. Adapun besarnya gerusan yang di hasilkan pada rekapitulasi hasil perhitungan kedalaman gerusan (d_s) dapat dilihat pada Tabel 18 berikut ini.

Tabel 18. Rekapitulasi Perhitungan Kedalaman Gerusan Hasil Uji Model Laboratorium

NO	Q1	Hasil uji laboratorium		The Colorado State University (CSU)		Froehlich	
		ds	ds/dz	ds	ds/dz	ds	ds/dz
1		0,04	0,620	0,063	2,208	0,041	1,581
2		0,02	0,500	0,061	2,194	0,040	1,570
3		0,01	0,730	0,061	2,150	0,040	1,537
4		0,01	0,560	0,064	2,199	0,043	1,384
5		0,01	0,750	0,059	2,177	0,039	1,369
6		0,02	0,660	0,059	2,141	0,039	1,346
7		0,01	0,640	0,061	2,147	0,038	1,236
8		0,03	0,540	0,058	2,104	0,035	1,210
9		0,04	0,730	0,058	2,073	0,036	1,191
10		0,03	0,580	0,059	2,133	0,037	1,067
11		0,05	0,670	0,057	2,087	0,036	1,043
12		0,03	0,580	0,057	2,068	0,036	1,033
13	0,00875	0,05	0,520	0,057	2,039	0,033	0,910
14		0,03	0,680	0,055	2,038	0,031	0,909
15		0,06	0,730	0,054	2,031	0,031	0,906
16		0,03	0,550	0,045	1,997	0,030	0,458
17		0,07	0,850	0,043	2,000	0,029	0,458
18		0,02	0,680	0,043	1,998	0,029	0,458
19		0,01	0,740	0,040	1,853	0,024	0,350
20		0,01	0,620	0,039	1,860	0,023	0,351
21		0,05	0,590	0,039	1,861	0,023	0,351
22		0,04	0,650	0,037	1,776	0,021	0,285
23		0,09	0,670	0,036	1,785	0,021	0,287
24		0,04	0,710	0,036	1,786	0,021	0,287
25		0,06	0,710	0,037	1,786	0,021	0,287

C. Pembahasan

Berdasarkan hasil-hasil yang diperoleh dari penelitian ini yang dilakukan pada hilir saluran dengan berbagai kondisi simulasi, maka berikut

ini disajikan gambaran mengenai keterhubungan antara kecepatan terhadap gerusan yang terjadi.

a. Hubungan antara debit aliran, pemasangan tirai dan kecepatan aliran

Pada penelitian ini dilakukan tiga variasi debit untuk memperoleh tiga variasi kecepatan. Kecepatan aliran yang terjadi pada saluran mengalami perubahan sepanjang area penelitian, pada bagian lurus hilir saluran kecepatan aliran relatif sama antara bagian kiri, tengah dan kanan saluran. Kecepatan aliran pada awal saluran, terlihat aliran besar dan memasuki sisi tirai sampai melewati tirai, kecepatan mengalami penurunan disekitar lokasi pengamatan atau di belakang tirai. Ilustrasi konsentrasi kecepatan aliran sebagaimana disajikan pada gambar berikut ini:

Gambar 30. Kecepatan aliran maksimum pada lokasi penelitian



b. Perbandingan antara sebelum dan sesudah pemasangan tirai dengan variasi debit, tinggi aliran (h) dengan kecepatan aliran (v)

Berdasarkan hasil pengamatan yang terjadi, perubahan dasar saluran diakibatkan adanya pengaruh kecepatan aliran dengan menggunakan tirai,

sehingga menunjukkan perbandingan sebelum dan sesudah pemasangan tirai, dapat mengurangi terjadinya gerusan pada hilir saluran dengan variasi debit, tinggi aliran, kecepatan aliran serta pemasangan tirai dapat di lihat pada tabel berikut.

Tabel 19. Perbandingan tinggi aliran (h) dan kecepatan (v) sebelum dan sesudah pemasangan tirai

no	variasi debit	kedalaman aliran rata-rata (h)		kecepatan aliran rata-rata (v)	
		Running kosong	Formasi zigzag	Running kosong	Formasi zigzag
1	0,0087	0,0847	0,0699	0,9800	0,8200
2	0,0119	0,1098	0,1008	1,0067	0,8000
3	0,0128	0,1185	0,1095	1,0097	0,7333



BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka disimpulkan bahwa:

1. Perubahan saluran akibat variasi bangunan tirai sayap beton sangat berpengaruh terhadap pergerakan kecepatan aliran. Pada saluran bangunan tirai, dimana nilai $Fr = 1,075$ dan nilai $Re = 73.947,1$, saluran dengan bangunan pilar dengan bangunan tirai, dimana nilai $Fr = 0,0990$, dan nilai $Re = 53.385,9$. Perhitungan menunjukkan bahwa kecepatan aliran cenderung menurun diakibatkan adanya bangunan tirai sayap beton.
2. Pada saluran tanpa bangunan pada saluran pergerakan sedimen yang terjadi pada sebelum tirai sayap beton, gerusan dan endapan yang terjadi sangat besar. Sebaliknya saluran memakai bangunan pergerakan sedimen yang terjadi pada pilar, maupun tirai, gerusan dan endapan yang terjadi akan mengecil atau melambat. Maka dari itu, tirai model sayap beton sangat berpengaruh pada pergerakan sedimen, gerusan maupun endapan yang terjadi disekitar pilar.

B. Saran

Dari pengalaman pada penelitian ini penulis memberikan saran-saran untuk penelitian lebih lanjut, yaitu:

1. Untuk penelitian selanjutnya dilakukan pengamatan dengan sedimen yang lebih bervariasi dan spesifik.
2. Untuk penelitian berikutnya titik pengambilan data (pias) harus lebih rapat dan lebih banyak agar data yang di peroleh lebih jelas dan akurat.
3. Dapat menjadi bahan referensi apabila ada kasus yang mirip dengan penelitian yang ada di lapangan.



DAFTAR PUSTAKA

- Achmad, F. R., Ikhsan, C., & Suyanto, S. (2017). *Analisis Tegangan Geser pada Sudetan Wonosari Sungai Bengawan Solo*. Matriks Teknik Sipil, 5(1).
- Anonim, 2005, *Field Observation And Evaluations Of Strembed Scour At Bridges*, Federal Highway Administration U.S Departement Of Transportation, USA
- Ariyanto, Anton. (2009). *Analisis Bentuk Pilar Jembatan Terhadap Potensi Gerusan Lokal*. Jurnal APTEK Vol 1, No 1, Juni, 2009.
- Breuser, H.N.E and Raudaviki, A.J. 1991. *Scouring LAHR Hydraulik Struktire Design Manual*. Rotterdam, A. Balkema.
- Dictanata, A., & Lujito, L. (2016). *Pengaruh Penempatan Tirai Satu Baris pada Pilar Jembatan terhadap Kedalaman Gerusan*. Informasi dan Ekspose hasil Riset Teknik Sipil dan Arsitektur, 12(2), 125-132.
- Fatimah, eldina. (2013). *Studi Kedalaman Gerusan Lokal pada Pilar Jembatan Smpang Surabaya Krueng Aceh, Banda Aceh*. Jurnal Teknik sipil, Vol 3, No 1, 27-36.
- Halim, fuad. (2014). *Pengaruh Debit Terhadap Pola Gerusan Disekitar Abutmen Jembatan (Uji Laboratorium Dengan Skala Model Jembatan Megawatt)*. Jurnal Ilmiah Media Engineering, Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil, Universitas Samratulangi Manado. Vo; 4, No 1. Maret: 32-40.
- Halim, Muayya Feisal Suma Fuad Dan Liany, A Hendratta. (2018). *Analisis Gerusan Lokal Pada Pilar Jembatan Kuwil Kabupaten Minahasa Utara Menggunakan Metode Empiris*. Jurnal Sipil Statik, Fakultas Teknik Jurusan Sipil, Universitas Sam Ratulangi Manado. Vol 6, No 11, November: 1017-1028.

- Ikhsan, J., & Hidayat, W. (2006). *Pengaruh Bentuk Pilar Jembatan Terhadap Potensi Gerusan Lokal*. *Semesta Teknika*, 9(2), 124-132.
- Ikhsan, C., & Solichin, S. (2008). Analisis Susunan Tirai Optimal Sebagai Proteksi Pada Pilar Jembatan Dari Gerusan Lokal. *Media Teknik Sipil*, 8(2), 85-90.
- Julien Y. Pierre. (2002), *River Mechanics*, Cambridge University Press.
- Manikin, M. B. D. S., Uji, S. P. B. S. M., Bogowonto, V. J. P. B. S., & Model, M. U. (2009). *Ariyanto, Anton. Analisis Bentuk Pilar Jembatan Terhadap Potensi Gerusan Lokal*. *Jurnal Aptek* Vol. 1 No. 1 Juli 2009.
- Badan Standardisasi Nasional. 2016. SNI 2400.1: 2016. *Tata Cara Perencanaan Krib di Sungai Jakarta*. BSN. Djufri, Hasdaryatmin, 2017. *Studi Pengaruh Sudut Belokan Sungai Terhadap* *Jurnal Aptek* Vol. 1(1).
- Nenny. 2016. *Model proteksi gerusan pada pilar dengan tirai bersisi cekung*. Sekolah Pascasarjana. Universitas Hasanuddin Makassar.
- Okky, MW. 2007. *Pengaruh Arah Aliran Terhadap Gerusan Lokal Di Sekitar Pilar Jembatan*, Tugas Akhir, Universitas Negeri Semarang.
- Qudus, N., & Agustina, A. S. (2007). *Mekanisme Perilaku Gerusan Lokal pada Pilar Tunggal dengan Variasi Diameter*. *Jurnal Teknik Sipil dan Perencanaan*, 9(2), 133-144.
- Shaskia, Nina Dan Maimun Rizalihadi. (2019). *Pola Gerusan Lokal Akibat Perlakuan Ada Abutmen Jembatan*. *Jurnal Jurusan Teknik Sipil. Fakultas Teknik. Universitas Syiah Kuala*. Vol 8. No 2.
- Wibowo, O. M. (2007). *Pengaruh arah aliran terhadap gerusan lokal disekitar pilar jembatan* (Doctoral dissertation, Universitas Negeri Semarang).
- Yuniar, alifi. (2006). *Karakteristik Gerusan Pilar Segi Empat Ujung Bulat pada Kondisi Terjadi Penurunan Dasar Sungai Dengan Proteksi Tirai*.

L

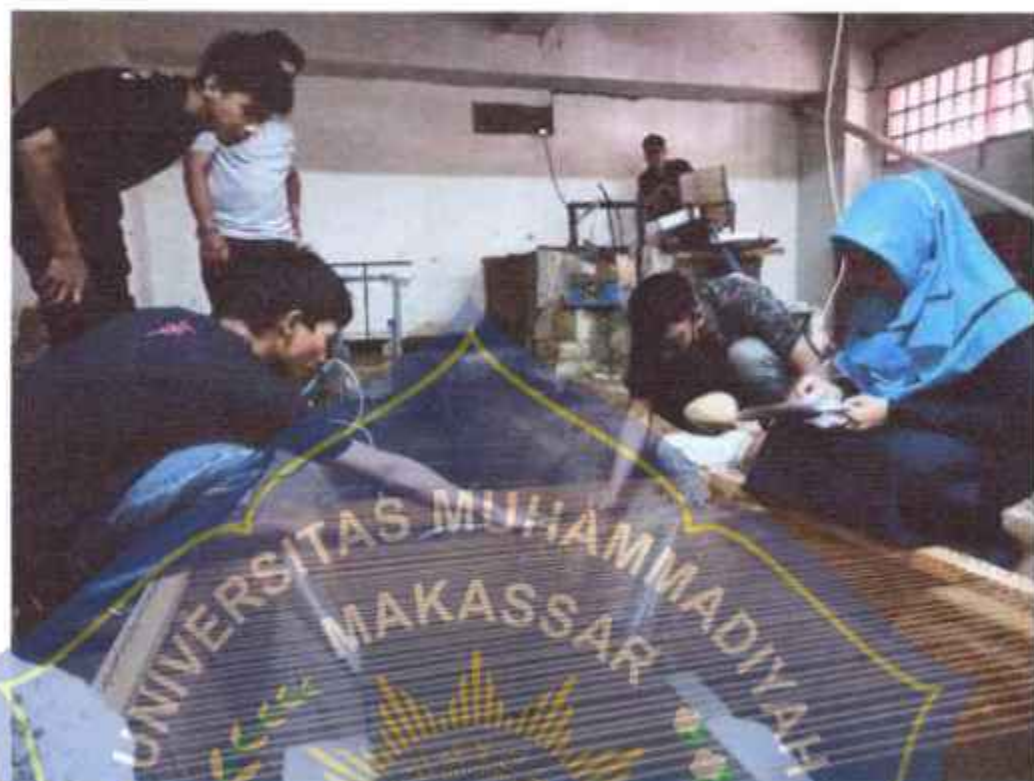
A



A

N

Dokumentasi Lapangan



LAMPIRAN TANPA TIRAI

Analisis pola geseran pada pilar jembatan dengan model sayap beton sebagai tirai

Nama : L. Syahrudin

2. Ahmad al muin

Tanggal :

Varasi

Bukan 1:0,5 cm

T1 - 10 menit

No. Pas	Debit (Q)	Kecepatan aliran						Tinggi muka air					
		V_1	V_2	V_3	V_4	V_5	V_6	h_1	h_2	h_3	h_4	h_5	h_6
1	0.900	0.930	0.890	0.900	0.900	0.900	0.880	0.087	0.086	0.085	0.089	0.087	0.087
2	0.900	0.890	0.890	0.900	0.900	0.900	0.880	0.089	0.090	0.090	0.091	0.090	0.090
3	0.800	0.800	0.700	0.800	0.800	0.800	0.780	0.096	0.098	0.098	0.097	0.095	0.097
4	0.800	0.700	0.700	0.800	0.800	0.800	0.760	0.099	0.100	0.099	0.099	0.100	0.099
5	0.700	0.700	0.600	0.700	0.700	0.700	0.680	0.104	0.104	0.104	0.105	0.106	0.105
6	0.700	0.700	0.500	0.600	0.600	0.700	0.640	0.107	0.106	0.107	0.108	0.107	0.107
7	0.600	0.500	0.500	0.500	0.500	0.600	0.520	0.109	0.108	0.109	0.110	0.109	0.109
8	0.500	0.400	0.300	0.500	0.500	0.600	0.460	0.110	0.111	0.112	0.109	0.111	0.111
9	0.400	0.500	0.300	0.400	0.500	0.500	0.420	0.111	0.113	0.112	0.113	0.113	0.112
10	0.300	0.400	0.200	0.400	0.500	0.500	0.360	0.112	0.116	0.119	0.120	0.119	0.117

Analisis pola gerusan pada pilar jembatan dengan model sayap beton sebagai tirai

Nama : 1. Syahrudin

2. Ahmad al muqri

Type :

Bukaan 1 : 0,5 cm

Tanggal :

Varian :

TZ : 20 menit

No. Pias	Debit (Q)	Kecepatan aliran					T	Tinggi muka air							
		V ₁	V ₂	V ₃	V ₄	V ₅		h ₁	h ₂	h ₃	h ₄	h ₅	h ₆	h ₇	
1		1.000	1.000	0.900	1.000	1.000	0.980	0.086	0.087	0.085	0.086	0.085	0.086	0.085	0.086
2		1.000	0.900	0.900	1.000	1.000	0.960	0.087	0.088	0.087	0.088	0.087	0.088	0.087	0.087
3		0.900	0.900	0.300	0.900	0.900	0.880	0.090	0.091	0.091	0.091	0.091	0.091	0.092	0.091
4		0.900	0.800	0.800	0.900	0.900	0.860	0.094	0.093	0.092	0.094	0.094	0.094	0.094	0.093
5		0.800	0.800	0.700	0.800	0.800	0.780	0.105	0.105	0.104	0.105	0.105	0.105	0.102	0.104
6		0.800	0.800	0.500	0.700	0.800	0.740	0.110	0.107	0.104	0.105	0.111	0.111	0.107	0.107
7		0.700	0.600	0.500	0.600	0.700	0.630	0.110	0.111	0.110	0.110	0.110	0.110	0.110	0.110
8		0.600	0.500	0.400	0.500	0.700	0.560	0.110	0.113	0.113	0.112	0.113	0.113	0.113	0.112
9		0.500	0.600	0.400	0.500	0.600	0.520	0.112	0.114	0.115	0.113	0.114	0.114	0.114	0.114
10		0.300	0.400	0.300	0.500	0.600	0.420	0.115	0.114	0.117	0.115	0.115	0.115	0.115	0.115

Analisis pola gerusan pada pilar jembatan dengan model sayap beton sebagai tirai

Nama : 1. Syaharudin

Type :

Bukaan 1 : 0,5 cm

2. Ahmad al mugini

Varian :

T3 : 30 menit

Tanggal :

No. Pias	Debit (Q)	Kecepatan aliran							Tinggi muka air							
		V ₁	V ₂	V ₃	V ₄	V ₅	V ₆	V ₇	V ₈	V ₉	V ₁₀	V ₁₁	V ₁₂	V ₁₃	V ₁₄	V ₁₅
1		1.100	1.100	1.000	1.100	1.100	1.080	1.080	0.080	0.082	0.082	0.081	0.080	0.081	0.083	0.088
2		1.100	1.000	1.000	1.100	1.100	1.060	0.084	0.084	0.084	0.084	0.084	0.082	0.083	0.088	
3		1.000	1.000	0.900	1.000	1.000	0.980	0.089	0.088	0.088	0.086	0.087	0.087	0.088	0.091	
4		1.000	0.900	0.900	1.000	1.000	0.960	0.090	0.091	0.091	0.092	0.091	0.091	0.091	0.091	
5		0.900	0.900	0.800	0.900	0.900	0.880	0.102	0.105	0.107	0.101	0.102	0.103	0.103	0.103	
6		0.900	0.900	0.700	0.800	0.900	0.840	0.106	0.105	0.107	0.108	0.110	0.107	0.107	0.107	
7		0.800	0.700	0.600	0.700	0.800	0.720	0.110	0.110	0.109	0.112	0.111	0.110	0.110	0.110	
8		0.700	0.600	0.500	0.700	0.800	0.660	0.111	0.112	0.114	0.113	0.112	0.112	0.112	0.112	
9		0.600	0.700	0.500	0.600	0.700	0.620	0.112	0.113	0.115	0.114	0.113	0.113	0.113	0.113	
10		0.600	0.600	0.400	0.600	0.700	0.580	0.117	0.116	0.115	0.117	0.115	0.115	0.116	0.116	

Analisis pola gerusan pada pilar jembatan dengan model sayap beton sebagai tirai

Nama : 1. Syahmudin

2. Ahmad al mughni

Type :

Bukaan 2 : 1 cm

Tanggal :

Waktu :

T1 : 10 menit

No. Pas	Debit (Q)	Koefisien aliran					T	Tinggi muka air					
		V ₁	V ₂	V ₃	V ₄	V ₅		h ₁	h ₂	h ₃	h ₄	h ₅	f ₁
1		1.00	1.00	0.90	0.90	1.00	0.96	0.117	0.108	0.106	0.111	0.118	0.112
2		0.90	0.90	0.90	0.90	1.00	0.90	0.122	0.127	0.125	0.127	0.127	0.126
3		0.90	0.80	0.80	0.80	0.90	0.84	0.132	0.134	0.136	0.134	0.140	0.135
4		0.80	0.80	0.70	0.80	0.90	0.80	0.137	0.141	0.141	0.138	0.137	0.139
5		0.80	0.70	0.70	0.70	0.80	0.74	0.140	0.144	0.141	0.142	0.141	0.142
6		0.70	0.70	0.60	0.70	0.80	0.70	0.131	0.132	0.141	0.131	0.131	0.133
7		0.60	0.60	0.40	0.60	0.70	0.58	0.131	0.143	0.141	0.132	0.140	0.137
8		0.60	0.60	0.50	0.50	0.60	0.56	0.137	0.144	0.142	0.140	0.141	0.141
9		0.60	0.50	0.50	0.50	0.60	0.54	0.141	0.145	0.143	0.142	0.143	0.143
10		0.50	0.50	0.40	0.40	0.50	0.46	0.143	0.146	0.145	0.144	0.145	0.145

Analisis pola gerusan pada pilar jembatan dengan model sayap beton sebagai tirai

Nama : 1. Syahrudin

2. Alhrad al mngni

Type :

Bukaan 2 : 1 cm

Waktu : 20 menit

Tanggal :

Yasri :

No. Pias	Debit (Q)	Kecepatan aliran						Tinggi muka air					
		V ₁	V ₂	V ₃	V ₄	V ₅	F	h ₁	h ₂	h ₃	h ₄	h ₅	h̄
1		1.10	1.00	0.90	1.00	1.10	1.02	0.096	0.098	0.110	0.120	0.121	0.109
2		1.00	0.90	0.80	0.90	1.00	0.92	0.120	0.110	0.108	0.122	0.112	0.114
3		0.90	0.80	0.80	0.90	0.90	0.88	0.123	0.130	0.122	0.130	0.132	0.127
4		0.80	0.80	0.70	0.80	0.90	0.80	0.130	0.128	0.129	0.132	0.122	0.128
5		0.80	0.70	0.70	0.70	0.80	0.74	0.133	0.140	0.135	0.134	0.135	0.135
6		0.70	0.70	0.60	0.70	0.80	0.70	0.147	0.145	0.135	0.137	0.140	0.140
7		0.70	0.60	0.60	0.60	0.70	0.60	0.146	0.147	0.142	0.140	0.140	0.143
8		0.60	0.60	0.50	0.50	0.70	0.58	0.146	0.144	0.143	0.144	0.147	0.145
9		0.60	0.50	0.50	0.50	0.60	0.54	0.145	0.145	0.146	0.147	0.143	0.145
10		0.50	0.50	0.40	0.50	0.50	0.48	0.145	0.147	0.146	0.146	0.147	0.146

Analisis pola geseran pada pilar jembatan dengan model sayap beton sebagai tirai

Nama : 1. Syahrudin

2. Ahmed al mughni

Type :

Buku 2 : 1 cm
T3 : 30 menit

Tanggal :

Yarsi :

No. Pas	Delta (Q)	Kecepatan aliran					Tinggi muka air							
		V ₁	V ₂	V ₃	V ₄	V ₅	R	h ₁	h ₂	h ₃	h ₄	h ₅	h ₆	h ₇
1		1.100	1.000	1.000	1.000	1.100	1.040	0.122	0.098	0.100	0.110	0.112	0.108	
2		1.000	0.929	0.910	0.980	1.000	0.940	0.114	0.100	0.110	0.119	0.122	0.113	
3		1.000	0.929	0.900	0.980	0.900	0.900	0.121	0.112	0.108	0.114	0.120	0.115	
4		0.900	0.800	0.710	0.800	0.900	0.820	0.114	0.120	0.124	0.118	0.122	0.120	
5		0.900	0.700	0.700	0.700	0.800	0.760	0.133	0.122	0.125	0.130	0.126	0.127	
6		0.800	0.700	0.600	0.700	0.800	0.720	0.138	0.136	0.132	0.130	0.131	0.133	
7		0.700	0.600	0.590	0.600	0.700	0.620	0.136	0.135	0.134	0.135	0.133	0.135	
8		0.600	0.600	0.500	0.600	0.700	0.600	0.138	0.138	0.136	0.137	0.137	0.137	
9		0.600	0.500	0.500	0.500	0.600	0.540	0.144	0.142	0.139	0.141	0.142	0.142	
10		0.500	0.500	0.400	0.500	0.600	0.500	0.135	0.144	0.142	0.143	0.144	0.144	

Analisis gaya geser pada pilar jembatan dengan model sayap beton sebagai tiral

Skema :
 1 No observables
 2 Affected at analysis
 3 Affected at analysis

Type :
 Variable

ukuran 2 : 1 cm
 EA : 100 m

No	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	0.0	0.7	1.6	1.6	1.7	1.7	1.2	0.4	0.5	1.2	1.0	0.8	1.0	1.1	1.2	1.0
2	0.5	0.6	1.6	1.5	1.9	1.0	0.9	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.6	0.4	1.0
3	0.4	0.6	1.7	1.0	1.9	0.9	0.8	0.3	0.4	0.4	0.5	0.5	0.6	0.7	0.5	1.0
4	0.1	0.4	1.4	1.7	1.6	1.4	1.4	1.1	1.1	1.1	1.1	0.9	0.8	0.9	0.9	1.0
5	0.2	0.4	1.4	1.5	0.9	1.2	0.6	0.4	0.4	1.2	1.2	0.8	0.9	0.9	0.9	1.0
6	0.1	0.0	0.4	0.4	0.4	0.3	0.6	0.4	0.0	0.4	0.4	0.0	0.4	0.1	0.1	0.0
7	0.2	0.1	0.3	0.4	0.4	0.2	0.6	0.4	0.4	0.4	0.4	0.0	0.4	0.1	0.1	0.0
8	0.1	0.0	0.0	0.3	0.4	0.2	0.4	0.4	1.0	0.9	0.7	0.2	0.2	0.3	0.0	0.1
9	0.1	0.0	0.0	0.2	0.2	0.2	0.1	0.9	1.0	0.8	0.8	0.2	0.2	0.1	0.1	0.2
10	0.8	0.5	0.5	0.5	0.8	0.8	0.8	0.5	0.4	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2
11	0.2	0.8	0.8	0.4	0.3	0.4	0.2	0.4	0.4	0.4	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.0
12	0.8	0.7	0.8	0.4	0.4	0.4	0.2	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.0
13	0.4	0.6	0.5	0.4	0.1	0.1	0.3	0.3	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
14	0.5	0.6	0.5	0.3	0.2	0.2	0.2	0.0	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
15	1.0	1.0	0.8	0.8	0.8	0.8	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
16	0.8	0.7	0.9	0.9	0.9	0.4	0.0	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
17	0.0	0.7	0.7	0.6	0.6	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
18	0.9	0.9	0.8	0.8	0.8	0.8	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
19	1.0	0.7	0.8	0.8	0.8	0.8	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
20	1.0	0.7	0.8	0.8	0.8	0.8	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
21	0.9	0.9	1.0	1.0	1.0	0.7	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
22	0.8	0.8	0.9	1.0	0.9	0.7	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
23	0.9	1.0	0.8	1.0	0.9	0.7	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
24	0.9	0.9	0.8	1.0	0.9	0.7	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
25	1.0	1.0	0.8	1.0	1.1	1.1	0.6	0.9	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
26	0.2	0.8	0.8	1.0	1.0	1.0	1.0	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
27	0.3	0.6	0.8	0.9	1.0	1.0	1.0	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
28	0.4	0.8	0.8	1.1	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
29	0.4	0.6	1.0	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
30	0.4	0.6	1.0	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
31	0.1	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
32	0.1	1.2	0.4	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
33	0.1	0.3	0.5	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
34	0.0	0.2	0.7	0.5	0.6	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
35	-0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
36	0.4	0.4	0.4	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
37	0.1	0.3	0.3	0.6	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
38	0.2	0.3	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
39	0.2	0.3	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
40	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
41	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
42	0.3	0.5	0.3	-1.4	-0.5	0.4	1.8	1.3	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
43	0.2	0.2	0.0	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
44	0.1	0.1	0.3	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
45	0.2	0.3	0.2	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
46	0.2	0.3	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
47	0.1	0.2	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
48	0.4	0.2	0.2	0.2	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
49	0.3	0.5	0.6	0.7	0.9	0.9	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
50	0.6	0.3	0.5	0.4	0.6	1.8	0.7	0.9	1.1	1.2	1.0	1.1	1.2	1.0	1.1	1.2

Analisis pola gerakan pada pilar jembatan dengan model sayap beton sebagai tirai

Titik : 1. Sudarudin
2. Ahmad al-muqim

Type :
Versi :

Buku 2.1 cm
14

No	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	2.4	2.4	2.5	2.3	2.0	1.8	1.7	1.6	1.3	1.4	1.0	1.3	1.8	1.8	2.0	2.0
2	2.4	2.4	2.7	2.4	2.2	2.0	2.0	1.9	1.4	1.3	1.5	1.9	1.8	1.7	1.9	2.0
3	2.3	2.3	2.5	2.5	2.2	1.9	1.8	1.0	1.4	1.3	1.7	1.8	2.0	2.0	2.0	2.0
4	3.2	2.6	2.8	2.7	2.8	2.4	2.3	2.2	2.1	1.9	1.6	2.3	2.3	2.2	2.2	2.2
5	3.0	2.7	3.0	2.8	2.7	2.4	2.6	2.3	2.3	2.3	2.2	2.0	2.4	2.4	2.3	2.3
6	2.9	2.9	2.8	2.2	2.8	2.8	2.8	2.0	2.0	1.9	1.5	1.9	2.3	2.3	2.2	2.2
7	2.8	2.6	2.4	2.2	2.3	2.0	1.6	1.7	1.4	1.4	1.4	1.4	1.8	1.6	1.7	1.5
8	3.1	2.6	2.2	2.6	2.6	2.3	2.1	1.7	1.4	1.4	1.5	1.4	1.8	1.6	1.7	1.5
9	3.1	2.6	2.2	2.6	2.6	2.3	2.1	1.7	1.4	1.4	1.5	1.4	1.8	1.6	1.7	1.5
10	2.7	2.6	3.1	2.7	2.6	2.4	2.3	2.3	2.1	1.9	1.5	1.4	1.8	1.5	1.8	1.4
11	2.0	2.0	2.2	2.0	2.5	2.3	2.1	2.1	1.8	1.7	1.6	1.5	1.8	1.5	1.6	1.2
12	3.7	3.9	2.0	2.0	2.1	2.1	1.8	1.0	1.6	1.4	1.4	1.5	1.1	0.9	1.0	1.0
13	1.6	2.0	1.9	2.3	2.1	2.2	1.9	1.7	1.6	1.6	1.8	1.3	1.2	1.0	1.1	1.3
14	1.5	1.9	2.0	2.0	2.0	2.2	1.8	1.7	1.7	1.7	1.9	1.6	1.6	1.0	1.2	1.2
15	1.5	1.8	1.6	1.8	1.9	1.8	1.5	1.7	1.6	1.6	1.2	1.0	1.0	1.0	1.4	1.6
16	1.4	1.7	1.7	1.8	1.9	1.9	1.6	1.5	1.4	1.4	1.3	1.2	1.0	1.2	1.5	1.2
17	1.5	1.8	1.6	1.8	1.9	1.9	1.7	1.5	1.4	1.4	1.3	1.2	1.0	1.2	1.5	1.2
18	1.5	1.7	1.9	1.8	2.0	1.8	1.7	1.5	1.4	1.4	1.3	1.2	1.0	1.2	1.5	1.2
19	1.5	1.7	1.7	1.7	1.6	1.7	1.4	1.4	1.5	1.5	1.4	1.4	1.4	1.2	1.3	1.4
20	1.6	1.8	1.7	1.7	1.5	1.7	1.3	1.5	1.2	1.3	1.1	1.0	1.2	1.2	1.2	1.4
21	1.2	1.9	1.5	1.7	1.6	1.5	1.4	1.6	1.9	1.9	1.4	1.4	1.4	1.1	1.1	1.2
22	1.0	1.9	1.7	1.6	1.6	1.7	1.5	1.5	1.7	1.9	1.2	1.0	1.0	1.0	1.1	1.2
23	0.8	1.1	1.8	1.7	1.6	1.7	1.5	1.5	1.7	1.9	1.2	1.0	1.0	1.0	1.1	1.3
24	0.6	0.9	1.2	1.4	1.5	1.9	1.4	1.3	1.3	1.7	1.0	0.9	0.9	0.8	1.2	1.4
25	1.1	1.0	1.1	1.5	1.5	1.5	1.4	1.2	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.2	1.4	1.4
26	0.7	1.3	1.1	1.4	1.4	1.6	1.5	1.1	1.2	1.5	0.7	0.7	1.0	1.0	1.2	1.2
27	0.9	1.0	1.3	1.0	1.1	1.2	1.1	1.6	1.6	1.3	1.1	1.1	1.1	0.8	0.9	1.1
28	1.0	0.9	1.1	1.1	1.2	1.2	1.4	1.4	1.4	1.3	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
29	0.8	1.0	0.9	1.0	1.0	1.0	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
30	1.0	1.0	0.9	1.2	1.2	1.0	1.2	1.1	1.2	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
31	1.0	1.0	1.1	1.3	1.4	1.3	1.5	1.3	1.6	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.1	1.1
32	0.9	0.9	1.3	1.2	1.3	1.3	1.4	1.5	1.1	1.1	1.2	1.2	1.2	1.2	1.0	1.0
33	0.9	1.0	1.1	1.2	1.4	1.3	1.4	1.4	1.2	1.3	1.2	1.2	1.2	1.2	1.0	1.0
34	0.6	1.0	0.9	1.0	1.0	1.0	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
35	0.5	0.5	0.9	1.2	1.4	1.4	1.4	1.4	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.0	1.0
36	0.7	0.6	1.1	1.6	1.3	1.3	1.0	1.1	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.0	1.0
37	0.5	0.4	0.6	0.5	0.5	0.6	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.5	0.5
38	0.8	0.7	0.9	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
39	0.4	0.2	1.1	0.1	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
40	0.6	0.6	0.4	0.6	0.6	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
41	0.5	0.4	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
42	0.3	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
43	0.3	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
44	0.5	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
45	0.6	0.3	0.3	0.3	0.3	0.0	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
46	0.4	1.1	0.2	0.4	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.6	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
47	0.6	1.6	0.2	0.9	0.6	0.4	1.2	1.4	2.2	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6
48	0.4	0.5	0.6	0.5	0.7	0.9	0.5	1.6	2.2	1.7	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
49	0.4	0.6	0.4	0.8	0.4	0.3	1.6	1.8	2.6	2.3	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
50	0.8	0.4	0.6	0.7	0.6	1.5	1.8	2.0	3.0	2.7	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0

Analisis profil kerentanan pada polder Jerambah dengan model sayap be-tom sebagai tirid

Nama
[Blank]

1. Nsiborobodo
2. Almond al ongu

Type
[Blank]

Subjek 2 : 1.00
13 : 20190011

No.	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.
1	2.0	2.4	2.6	2.8	2.9	2.9	2.8	2.7	2.1	2.0	1.9	1.8	1.9	1.7	1.6	1.7
2	2.0	2.1	2.5	2.4	2.5	2.4	2.1	2.1	2.1	2.0	1.8	1.8	1.8	1.7	1.6	1.7
3	2.2	2.2	2.2	2.4	2.4	2.4	2.1	2.0	1.9	1.8	1.9	1.8	2.0	1.6	2.0	1.4
4	2.8	2.5	2.5	2.5	2.7	2.0	1.8	2.0	1.8	1.8	1.8	1.8	2.0	1.7	2.0	1.5
5	2.8	2.8	2.4	2.3	2.3	2.1	2.2	2.0	1.9	1.7	1.7	2.0	1.9	2.0	1.5	1.4
6	3.0	2.8	2.8	2.5	2.3	2.3	2.3	2.1	1.9	1.7	1.4	2.0	1.7	1.7	1.5	1.4
7	2.9	2.2	2.9	2.5	2.1	2.1	2.1	2.1	1.8	1.7	1.4	2.0	1.7	1.7	1.5	1.4
8	3.0	2.8	2.8	2.6	2.5	2.3	2.3	2.3	1.8	1.7	1.4	2.0	1.7	1.7	1.5	1.4
9	3.0	3.1	2.8	2.6	2.7	2.0	2.1	2.1	2.0	1.9	1.5	2.0	2.0	1.7	1.6	1.3
10	3.0	3.1	3.1	2.6	2.6	2.0	2.1	2.1	2.0	1.9	1.5	2.0	2.0	2.0	1.9	1.8
11	2.8	3.1	3.1	2.8	2.6	2.0	2.1	2.1	2.0	1.9	1.5	2.0	2.0	2.0	1.9	1.8
12	2.2	2.9	3.0	2.8	2.8	2.6	2.6	2.6	2.3	2.1	1.8	2.1	2.1	2.1	1.9	1.8
13	2.4	2.5	2.7	2.8	2.7	2.6	2.7	2.7	2.3	2.0	1.7	2.1	2.1	2.1	2.0	1.8
14	2.5	2.5	2.8	2.7	2.5	2.5	2.6	2.6	2.4	2.0	1.7	2.1	2.1	2.1	2.0	1.8
15	2.3	2.5	2.5	2.5	2.7	2.5	2.6	2.6	2.4	2.0	1.7	2.1	2.1	2.1	2.0	1.8
16	2.1	2.4	2.6	2.5	2.4	2.6	2.5	2.5	2.0	1.7	1.5	2.0	2.0	2.0	1.9	1.8
17	2.1	2.4	2.6	2.5	2.4	2.6	2.5	2.5	2.0	1.7	1.5	2.0	2.0	2.0	1.9	1.8
18	2.1	2.5	2.6	2.6	2.5	2.4	2.7	2.7	2.1	1.8	1.5	2.0	2.0	2.0	1.9	1.8
19	2.8	3.0	3.0	2.8	2.8	2.5	2.4	2.4	2.3	2.0	1.7	2.1	2.1	2.1	2.0	1.8
20	2.8	3.0	3.0	2.9	2.9	2.7	2.4	2.4	2.3	2.0	1.7	2.1	2.1	2.1	2.0	1.8
21	2.8	3.0	3.0	2.9	2.9	2.7	2.4	2.4	2.3	2.0	1.7	2.1	2.1	2.1	2.0	1.8
22	2.8	2.9	2.9	2.9	2.9	2.7	2.4	2.4	2.3	2.0	1.7	2.1	2.1	2.1	2.0	1.8
23	2.0	2.2	2.2	2.0	2.0	2.0	2.1	2.1	1.9	1.7	1.5	2.0	2.0	2.0	1.9	1.8
24	2.0	2.2	2.2	2.2	2.2	2.1	2.1	2.1	1.8	1.6	1.4	2.0	2.0	2.0	1.9	1.8
25	2.0	2.4	2.3	2.3	2.0	2.0	2.1	2.1	1.8	1.6	1.4	2.0	2.0	2.0	1.9	1.8
26	2.1	2.0	2.0	2.0	2.0	2.1	2.1	2.1	1.8	1.6	1.4	2.0	2.0	2.0	1.9	1.8
27	2.1	2.0	2.0	2.0	2.0	2.1	2.1	2.1	1.8	1.6	1.4	2.0	2.0	2.0	1.9	1.8
28	2.0	2.5	2.5	2.6	2.5	2.4	2.4	2.4	2.3	2.0	1.7	2.1	2.1	2.1	2.0	1.8
29	2.0	2.5	2.5	2.6	2.5	2.4	2.4	2.4	2.3	2.0	1.7	2.1	2.1	2.1	2.0	1.8
30	1.9	2.6	2.6	2.6	2.6	2.5	2.4	2.4	2.3	2.0	1.7	2.1	2.1	2.1	2.0	1.8
31	2.1	2.3	2.3	2.3	2.3	2.2	2.1	2.1	1.9	1.7	1.5	2.0	2.0	2.0	1.9	1.8
32	1.9	2.0	2.1	2.1	2.0	2.0	2.1	2.1	1.9	1.7	1.5	2.0	2.0	2.0	1.9	1.8
33	2.1	2.1	2.1	2.1	2.0	2.0	2.1	2.1	1.9	1.7	1.5	2.0	2.0	2.0	1.9	1.8
34	2.8	2.2	2.2	2.1	2.2	2.2	2.1	2.1	2.0	1.8	1.6	2.0	2.0	2.0	1.9	1.8
35	2.3	2.2	2.1	1.9	2.0	2.0	2.1	2.1	1.9	1.7	1.5	2.0	2.0	2.0	1.9	1.8
36	2.3	2.2	2.1	1.9	2.0	2.0	2.1	2.1	1.9	1.7	1.5	2.0	2.0	2.0	1.9	1.8
37	2.2	2.2	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	1.8	1.6	1.4	2.0	2.0	2.0	1.9	1.8
38	1.5	1.6	2.0	2.0	2.1	2.1	2.1	2.1	1.7	1.5	1.3	2.0	2.0	2.0	1.9	1.8
39	1.5	1.7	2.1	2.1	2.2	2.2	2.2	2.2	1.7	1.5	1.3	2.0	2.0	2.0	1.9	1.8
40	1.4	2.1	1.9	2.0	2.0	2.1	2.1	2.1	1.7	1.5	1.3	2.0	2.0	2.0	1.9	1.8
41	1.4	2.0	2.1	2.0	2.0	2.1	2.1	2.1	1.7	1.5	1.3	2.0	2.0	2.0	1.9	1.8
42	2.0	1.8	1.8	1.6	1.4	1.5	1.5	1.5	1.1	0.9	0.7	2.0	2.0	2.0	1.9	1.8
43	1.4	1.4	1.4	1.5	1.3	1.3	1.3	1.3	1.1	0.9	0.7	2.0	2.0	2.0	1.9	1.8
44	1.4	1.4	1.4	1.5	1.3	1.3	1.3	1.3	1.1	0.9	0.7	2.0	2.0	2.0	1.9	1.8
45	0.6	1.2	0.9	0.6	0.9	0.9	0.9	0.9	0.7	0.5	0.3	2.0	2.0	2.0	1.9	1.8
46	0.7	1.0	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	0.8	0.6	0.4	2.0	2.0	2.0	1.9	1.8
47	0.6	0.7	0.8	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.5	0.4	0.3	2.0	2.0	2.0	1.9	1.8
48	0.8	1.0	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	0.9	0.7	0.5	2.0	2.0	2.0	1.9	1.8
49	0.9	1.0	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.9	0.7	0.5	2.0	2.0	2.0	1.9	1.8
50	0.8	1.0	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.9	0.7	0.5	2.0	2.0	2.0	1.9	1.8

Analisis pola gerusan pada pilar jembatan dengan model sayap beton sebagai tirai

Nama : 1. Syahrudin

Type :

Bukaan 3 : 1.5 cm

2. Ahmad al mughni

Yasri :

TZ : 10 menit

Tanggal :

No. Pias	Debit (Q)	Kecepatan aliran					F	Tinggi muka air						
		V ₁	V ₂	V ₃	V ₄	V ₅		h ₁	h ₂	h ₃	h ₄	h ₅	h ₆	h ₇
1	1.100	1.000	0.900	0.900	0.900	1.000	0.660	0.119	0.117	0.119	0.114	0.114	0.114	0.117
2	1.000	0.900	0.800	0.800	0.800	0.900	0.880	0.119	0.120	0.121	0.120	0.122	0.120	0.120
3	0.900	0.800	0.800	0.700	0.800	0.800	0.820	0.129	0.121	0.124	0.124	0.124	0.124	0.124
4	0.800	0.800	0.700	0.700	0.800	0.800	0.760	0.140	0.134	0.136	0.134	0.133	0.135	
5	0.800	0.700	0.600	0.500	0.700	0.700	0.660	0.141	0.140	0.142	0.138	0.137	0.140	
6	0.600	0.500	0.400	0.400	0.600	0.600	0.500	0.140	0.141	0.143	0.137	0.139	0.140	
7	0.400	0.300	0.300	0.400	0.400	0.400	0.360	0.141	0.135	0.144	0.141	0.143	0.142	
8	0.300	0.300	0.200	0.300	0.400	0.400	0.300	0.143	0.140	0.145	0.145	0.144	0.144	
9	0.300	0.200	0.200	0.200	0.300	0.300	0.260	0.144	0.145	0.144	0.144	0.147	0.145	
10	0.200	0.200	0.100	0.200	0.300	0.200	0.200	0.147	0.146	0.145	0.146	0.147	0.146	

Analisis pola gerusan pada pilar jembatan dengan model sayap beton sebagai tirai

Nama : 1. Syahrudin

2. Ahmad al mughni

Tanggal :

Buakan 3 : 1.5 cm

T: 20 menit

No. Pias	Debit (Q)	Kecepatan aliran						Tinggi muka air					
		V ₁	V ₂	V ₃	V ₄	V ₅	V̄	h ₁	h ₂	h ₃	h ₄	h ₅	h̄
1.0	1.000	0.960	0.800	0.800	0.990	1.000	0.920	0.120	0.117	0.117	0.118	0.121	0.119
2.0	1.000	0.960	0.800	0.800	0.800	0.900	0.880	0.126	0.117	0.118	0.119	0.123	0.121
3.0	0.900	0.900	0.800	0.800	0.700	0.800	0.820	0.120	0.122	0.124	0.124	0.127	0.123
4.0	0.800	0.800	0.700	0.700	0.700	0.800	0.780	0.122	0.120	0.131	0.123	0.125	0.124
5.0	0.800	0.700	0.600	0.500	0.700	0.700	0.660	0.130	0.128	0.134	0.131	0.128	0.130
6.0	0.600	0.500	0.400	0.400	0.600	0.600	0.560	0.135	0.132	0.128	0.140	0.137	0.134
7.0	0.500	0.400	0.300	0.400	0.400	0.400	0.400	0.142	0.134	0.136	0.141	0.141	0.139
8.0	0.400	0.300	0.200	0.300	0.400	0.400	0.320	0.141	0.139	0.141	0.144	0.141	0.141
9.0	0.400	0.200	0.200	0.300	0.300	0.300	0.280	0.145	0.142	0.144	0.143	0.143	0.143
10.0	0.300	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.240	0.145	0.144	0.144	0.146	0.145	0.145

Analisis pola gerusan pada pilar jembatan dengan model sayap beton sebagai tirai

Nama : 1. Syafarudin

Type :

Bukaan 3 : 15 cm

2. Ahmad al mughni

Variasi :

TZ : 30 menit

Tanggal :

Variasi :

No. Pias	Debit (Q)	Kecepatan aliran					Tinggi muka air							
		V ₁	V ₂	V ₃	V ₄	V ₅	F	h ₁	h ₂	h ₃	h ₄	h ₅	h	
1	1.000	0.960	1.800	0.900	0.900	1.000	1.120	0.121	0.119	0.121	0.119	0.121	0.121	0.120
2	1.000	0.900	0.800	0.800	0.800	0.900	0.880	0.123	0.118	0.119	0.118	0.121	0.121	0.120
3	0.900	0.900	0.800	0.800	0.800	0.800	0.840	0.124	0.132	0.121	0.121	0.123	0.122	
4	0.800	0.800	0.700	0.700	0.700	0.800	0.760	0.128	0.125	0.124	0.125	0.127	0.126	
5	0.800	0.700	0.700	0.500	0.700	0.680	0.680	0.136	0.134	0.131	0.132	0.134	0.133	
6	0.600	0.500	0.400	0.400	0.400	0.600	0.580	0.138	0.137	0.137	0.138	0.138	0.138	
7	0.500	0.400	0.300	0.400	0.400	0.500	0.420	0.142	0.139	0.141	0.140	0.140	0.140	
8	0.400	0.400	0.200	0.300	0.400	0.400	0.340	0.143	0.141	0.142	0.142	0.141	0.142	
9	0.400	0.300	0.200	0.300	0.300	0.300	0.300	0.144	0.143	0.145	0.142	0.143	0.143	
10	0.300	0.200	0.200	0.200	0.300	0.300	0.240	0.147	0.145	0.145	0.146	0.145	0.146	

Analisis pola gerakan pada titik-jeramban di ruang model sayap berm utangan tirai

Status: 1. Berjalan
2. Menunggu

Time (Second): 1.1700

Run: 1.1700

Table with 50 columns and 50 rows containing numerical data points. The table is overlaid with a large blue watermark logo of Universitas Murdhani Widyadarmas Cirebon.

ABDUL
RENUUTI

ANALISIS PENGARUH SUSUNAN TIRAI TERHADAP POLA ALIRAN DI SEKITAR PILAR SUDUTER
: ADRIANTO
MUH. ALI AL-ANJOK

T+R4+B1:S24+B1:S28+B1:S32+R4+B1:S24+B1:S3+R4+B1:S28

LOKASI PENELITIAN : LABORATORIUM SUDUTER TEKNIK SIPIL, UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR
HARI/TGL PENGAMBILAN DATA :

DI... : D.01094111/2021
M... : 0.01 m
T... : 27C

No	Lantai 0116	t (detak)	V (cm/detik)					Kor. fluida v _{kor}	v (cm)					h (jaras resol (cm))	Lambor (ty)	Luas Penampang [cm ²]	Garis Pemisah [cm ² /detak]	
			1	2	3	4	5		1	2	3	4	5					
3	0116 3	6000	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.010	0.007	0.006	0.006	0.006	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007
		12000	1	1	1	1	1	0.010	0.007	0.006	0.006	0.006	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	
		18000	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	0.010	0.007	0.006	0.006	0.006	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	
Z	0116 2	6000	0.9	0.8	0.8	0.8	0.8	0.010	0.007	0.006	0.006	0.006	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	
		12000	1	0.9	0.9	1	1	0.010	0.007	0.006	0.006	0.006	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	
		18000	1.1	1	1	1.1	1.1	0.010	0.007	0.006	0.006	0.006	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	
R	0116 3	6000	0.9	0.8	0.7	0.8	0.8	0.010	0.007	0.006	0.006	0.006	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	
		12000	0.9	0.8	0.8	0.8	0.8	0.010	0.007	0.006	0.006	0.006	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	
		18000	1	0.9	0.9	1	1	0.010	0.007	0.006	0.006	0.006	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	
R	0116 4	6000	0.8	0.7	0.7	0.8	0.8	0.010	0.007	0.006	0.006	0.006	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	
		12000	0.9	0.8	0.8	0.8	0.8	0.010	0.007	0.006	0.006	0.006	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	
		18000	1	0.9	0.9	1	1	0.010	0.007	0.006	0.006	0.006	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	
5	0116 5	6000	0.7	0.5	0.6	0.7	0.7	0.010	0.007	0.006	0.006	0.006	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	
		12000	0.8	0.6	0.7	0.8	0.8	0.010	0.007	0.006	0.006	0.006	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	
		18000	0.9	0.9	0.8	0.8	0.8	0.010	0.007	0.006	0.006	0.006	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	
6	0116 6	6000	0.7	0.7	0.5	0.7	0.7	0.010	0.007	0.006	0.006	0.006	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	
		12000	0.8	0.8	0.6	0.7	0.7	0.010	0.007	0.006	0.006	0.006	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	
		18000	0.9	0.9	0.7	0.7	0.7	0.010	0.007	0.006	0.006	0.006	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	
7	0116 7	6000	0.8	0.5	0.4	0.5	0.6	0.010	0.007	0.006	0.006	0.006	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	
		12000	0.7	0.6	0.5	0.6	0.6	0.010	0.007	0.006	0.006	0.006	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	
		18000	0.8	0.7	0.6	0.7	0.7	0.010	0.007	0.006	0.006	0.006	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	
B	0116 8	6000	0.5	0.4	0.3	0.5	0.6	0.010	0.007	0.006	0.006	0.006	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	
		12000	0.6	0.5	0.4	0.6	0.7	0.010	0.007	0.006	0.006	0.006	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	
		18000	0.7	0.6	0.5	0.7	0.8	0.010	0.007	0.006	0.006	0.006	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	
9	0116 9	6000	0.4	0.5	0.3	0.4	0.5	0.010	0.007	0.006	0.006	0.006	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	
		12000	0.5	0.6	0.4	0.5	0.6	0.010	0.007	0.006	0.006	0.006	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	
		18000	0.6	0.7	0.5	0.6	0.7	0.010	0.007	0.006	0.006	0.006	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	
10	0116 10	6000	0.3	0.4	0.2	0.4	0.5	0.010	0.007	0.006	0.006	0.006	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	
		12000	0.3	0.4	0.3	0.5	0.6	0.010	0.007	0.006	0.006	0.006	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	
		18000	0.6	0.6	0.4	0.6	0.7	0.010	0.007	0.006	0.006	0.006	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	

T+R4+B1:S24+B1:S28+B1:S32+R4+B1:S24+B1:S3+B1:S28

JUDUL : ANALISIS PENGARUH SUDUTAN TITIK TERHADAP POLA ALIRAN DI SEKITAR PILAR SILINDER
 PENELITI : ADRIANTO
 MURAH RIUAL ANUGRA
 LABORATORIUM SURVEI TERBUK SIPIL, UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR
 HARUJOGI PENGAMBILAN DATA :

Q1 = 0.01290 m³/detik
 H = 0.01 m
 T = 27°C

No	Letak titik	t (detik)	V(m/detik)					h ₁ (m)	h ₂ (m)	h (rata-rata) (m)	lebar (b) (m)	luas Penampang (m ²)	Debit (m ³ /detik)				
			1	2	3	4	5										
1	titik 1	6000	1	1	0.0	0.0	1	0.060	0.117	0.117	0.118	0.117	0.138	0.112	0.109	0.008	0.00830
		12000	1.1	1	0.0	0.0	1.1	0.060	0.106	0.106	0.110	0.110	0.121	0.116	0.108	0.008	0.00830
		18000	1.1	1	1	1	1.1	0.060	0.107	0.100	0.110	0.110	0.112	0.110	0.113	0.008	0.00830
2	titik 2	6000	0.9	0.9	0.8	0.8	0.9	0.060	0.122	0.127	0.127	0.127	0.127	0.127	0.126	0.079	0.07413
		12000	1	0.9	0.8	0.8	1	0.060	0.120	0.110	0.109	0.112	0.112	0.112	0.112	0.079	0.07413
		18000	1	0.8	0.8	0.8	1	0.060	0.118	0.105	0.119	0.119	0.122	0.122	0.113	0.079	0.07413
3	titik 3	6000	0.9	0.7	0.8	0.8	0.9	0.060	0.110	0.136	0.136	0.136	0.140	0.130	0.130	0.083	0.05496
		12000	0.9	0.9	0.8	0.8	0.9	0.060	0.110	0.130	0.130	0.132	0.132	0.132	0.132	0.083	0.05496
		18000	1	0.9	0.8	0.8	0.9	0.060	0.110	0.112	0.116	0.116	0.120	0.115	0.115	0.083	0.05496
4	titik 4	6000	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.060	0.127	0.143	0.143	0.136	0.137	0.139	0.128	0.064	0.05108
		12000	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.060	0.120	0.138	0.138	0.132	0.132	0.130	0.128	0.064	0.05108
		18000	0.9	0.8	0.8	0.8	0.9	0.060	0.124	0.134	0.130	0.128	0.122	0.126	0.126	0.064	0.05108
5	titik 5	6000	0.8	0.7	0.7	0.7	0.8	0.060	0.140	0.146	0.146	0.142	0.141	0.142	0.145	0.067	0.05030
		12000	0.8	0.7	0.7	0.7	0.8	0.060	0.135	0.140	0.135	0.135	0.135	0.135	0.135	0.067	0.05030
		18000	0.9	0.7	0.7	0.7	0.8	0.060	0.140	0.132	0.132	0.130	0.126	0.126	0.126	0.067	0.05030
6	titik 6	6000	0.7	0.7	0.8	0.8	0.7	0.060	0.133	0.147	0.147	0.141	0.141	0.141	0.143	0.068	0.04794
		12000	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.060	0.147	0.143	0.143	0.140	0.140	0.140	0.140	0.068	0.04794
		18000	0.8	0.7	0.7	0.7	0.8	0.060	0.138	0.138	0.138	0.138	0.138	0.138	0.138	0.068	0.04794
7	titik 7	6000	0.6	0.6	0.6	0.6	0.7	0.060	0.141	0.143	0.143	0.137	0.140	0.140	0.143	0.069	0.04350
		12000	0.7	0.6	0.6	0.6	0.7	0.060	0.140	0.140	0.140	0.140	0.140	0.140	0.140	0.069	0.04350
		18000	0.7	0.6	0.5	0.5	0.7	0.060	0.139	0.139	0.139	0.133	0.133	0.133	0.133	0.069	0.04350
8	titik 8	6000	0.6	0.6	0.5	0.5	0.6	0.060	0.143	0.143	0.143	0.142	0.141	0.141	0.141	0.072	0.03866
		12000	0.6	0.6	0.5	0.5	0.6	0.060	0.140	0.145	0.145	0.145	0.145	0.145	0.145	0.072	0.03866
		18000	0.6	0.6	0.5	0.5	0.6	0.060	0.138	0.142	0.142	0.141	0.142	0.142	0.142	0.072	0.03866
9	titik 9	6000	0.5	0.5	0.5	0.5	0.6	0.060	0.143	0.146	0.146	0.146	0.145	0.145	0.145	0.072	0.03866
		12000	0.6	0.5	0.5	0.5	0.6	0.060	0.140	0.145	0.145	0.145	0.145	0.145	0.145	0.072	0.03866
		18000	0.6	0.5	0.5	0.5	0.6	0.060	0.140	0.142	0.142	0.141	0.142	0.142	0.142	0.072	0.03866
10	titik 10	6000	0.5	0.5	0.4	0.4	0.5	0.060	0.143	0.146	0.146	0.146	0.145	0.145	0.145	0.072	0.03866
		12000	0.5	0.5	0.4	0.4	0.5	0.060	0.140	0.145	0.145	0.145	0.145	0.145	0.145	0.072	0.03866
		18000	0.5	0.5	0.4	0.5	0.6	0.060	0.145	0.145	0.145	0.144	0.144	0.144	0.144	0.072	0.03866

T+R4+B1:S24+B1:S28+B1:S32+R4+B1:S24+B1:S3+B1:S28

JUDUL PENELITIAN

ANALISIS PENGARUH SUSUNAN TRAJEK TERHADAP POLA ALIRAN DI SEKITAR PILAR SILINDER

ADRIANTO

LOKASI PENELITIAN

LABORATORIUM SUNGAI TEKNIK SIPIL UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MALANG

MUR, RIJAL ANGGA

HARI/TGL PENGAMBILAN DATA :

03 = 0.01512 m²/detik

H = 0.01 m

T = 27C

No	Ketinggian titik	V (m/detik)					Rata-rata	h (cm)					h (rata-rata) (cm)	Lebar (b) (m)	Luas Persegi Panjang (m ²)	Densitas (m ³ /detik)
		1	2	3	4	5		1	2	3	4	5				
1	titik 1	4000	1.1	1	0.9	0.8	0.9	0.119	0.119	0.119	0.119	0.119	0.117	0.5	0.063	0.06316
	12000	1	0.9	0.8	0.6	0.6	0.825	0.120	0.117	0.117	0.117	0.117	0.119	0.5	0.063	0.06316
	18000	1	0.9	0.9	1.2	0.8	1.007	0.119	0.117	0.117	0.117	0.117	0.119	0.5	0.063	0.06316
2	titik 2	6000	1	0.9	0.8	0.8	0.825	0.119	0.120	0.119	0.120	0.120	0.118	0.5	0.063	0.06316
	12000	1	0.9	0.8	0.8	0.8	0.825	0.119	0.117	0.117	0.117	0.117	0.119	0.5	0.063	0.06316
	18000	1	0.8	0.8	0.8	0.8	0.825	0.119	0.117	0.117	0.117	0.117	0.119	0.5	0.063	0.06316
3	titik 3	6000	0.9	0.9	0.9	0.9	0.825	0.119	0.119	0.119	0.119	0.119	0.119	0.5	0.063	0.06316
	12000	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.825	0.119	0.119	0.119	0.119	0.119	0.119	0.5	0.063	0.06316
	18000	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.825	0.119	0.119	0.119	0.119	0.119	0.119	0.5	0.063	0.06316
4	titik 4	6000	0.8	0.8	0.8	0.8	0.825	0.119	0.119	0.119	0.119	0.119	0.119	0.5	0.063	0.06316
	12000	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.825	0.119	0.119	0.119	0.119	0.119	0.119	0.5	0.063	0.06316
	18000	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.825	0.119	0.119	0.119	0.119	0.119	0.119	0.5	0.063	0.06316
5	titik 5	6000	0.8	0.7	0.6	0.6	0.667	0.140	0.134	0.134	0.134	0.134	0.134	0.5	0.067	0.06480
	12000	0.6	0.7	0.7	0.7	0.7	0.667	0.132	0.128	0.128	0.128	0.128	0.134	0.5	0.067	0.06480
	18000	0.6	0.7	0.7	0.7	0.7	0.667	0.132	0.128	0.128	0.128	0.128	0.134	0.5	0.067	0.06480
6	titik 6	6000	0.6	0.5	0.4	0.4	0.500	0.140	0.140	0.140	0.140	0.140	0.140	0.5	0.069	0.06419
	12000	0.6	0.5	0.4	0.4	0.4	0.500	0.138	0.138	0.138	0.138	0.138	0.140	0.5	0.069	0.06419
	18000	0.6	0.5	0.4	0.4	0.4	0.500	0.138	0.138	0.138	0.138	0.138	0.140	0.5	0.069	0.06419
7	titik 7	6000	0.5	0.3	0.3	0.3	0.300	0.143	0.143	0.143	0.143	0.143	0.143	0.5	0.070	0.06739
	12000	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.300	0.142	0.142	0.142	0.142	0.142	0.143	0.5	0.070	0.06739
	18000	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.300	0.142	0.142	0.142	0.142	0.142	0.143	0.5	0.070	0.06739
8	titik 8	6000	0.3	0.3	0.2	0.2	0.300	0.144	0.144	0.144	0.144	0.144	0.144	0.5	0.071	0.06775
	12000	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.300	0.143	0.143	0.143	0.143	0.143	0.144	0.5	0.071	0.06775
	18000	0.4	0.4	0.2	0.2	0.2	0.300	0.143	0.143	0.143	0.143	0.143	0.144	0.5	0.071	0.06775
9	titik 9	6000	0.3	0.2	0.2	0.2	0.200	0.146	0.146	0.146	0.146	0.146	0.146	0.5	0.072	0.06966
	12000	0.4	0.2	0.2	0.2	0.2	0.200	0.145	0.145	0.145	0.145	0.145	0.146	0.5	0.072	0.06966
	18000	0.4	0.2	0.2	0.2	0.2	0.200	0.145	0.145	0.145	0.145	0.145	0.146	0.5	0.072	0.06966
10	titik 10	6000	0.2	0.2	0.1	0.2	0.200	0.147	0.146	0.146	0.147	0.146	0.146	0.5	0.073	0.06999
	12000	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.200	0.145	0.145	0.145	0.145	0.145	0.146	0.5	0.073	0.06999
	18000	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.200	0.145	0.145	0.145	0.145	0.145	0.146	0.5	0.073	0.06999

No	letak titik	Q		Tinggi muka air (m)	Lebar (m)	Kem. Sal (m)	Luas Penampang (A) (m ²)	Keliling basal (P) (m)	Jari-jari hidro (R) (m)	Reynold (Re)	Froude (Fr)	Keterangan
		(m ³ /det)	kec. Aliran (m/det)									
1	Titik 1	0.04153	0.990	0.985	0.5	0.0022	0.042	0.669	0.069	79947.1	1.075	turbulen kritis
2	Titik 2	0.04174	0.960	0.987	0.5	0.0022	0.043	0.674	0.065	78034.2	1.040	turbulen kritis
3	Titik 3	0.04047	0.880	0.992	0.5	0.0022	0.046	0.684	0.067	70259.0	0.977	turbulen kritis
4	Titik 4	0.04069	0.860	0.995	0.5	0.0022	0.047	0.689	0.069	70377.3	0.893	turbulen kritis
5	Titik 5	0.04063	0.790	0.104	0.5	0.0022	0.052	0.708	0.074	68334.5	0.772	turbulen kritis
6	Titik 6	0.03968	0.740	0.107	0.5	0.0022	0.054	0.714	0.075	66306.0	0.722	turbulen kritis
7	Titik 7	0.03408	0.630	0.110	0.5	0.0022	0.059	0.720	0.076	59429.2	0.597	turbulen kritis
8	Titik 8	0.03130	0.590	0.112	0.5	0.0022	0.056	0.723	0.077	51567.2	0.505	turbulen kritis
9	Titik 9	0.02943	0.520	0.113	0.5	0.0022	0.057	0.726	0.078	48297.2	0.494	turbulen kritis
10	Titik 10	0.02635	0.453	0.116	0.5	0.0022	0.054	0.723	0.079	42885.0	0.425	turbulen kritis

No	letak titik	q		Tinggi muka air (m)	Lebar (m)	Kem. Sal (m)	Luas Penampang (A) (m ²)	Keliling basal (P) (m)	Jari-jari hidro (R) (m)	Reynold (Re)	Froude (Fr)	Keterangan
		(m ³ /det)	kec. Aliran (m/det)									
1	Titik 1	0.026330	1.007	0.110	0.5	0.0132	0.058	0.740	0.080	96564.1	0.970	turbulen kritis
2	Titik 2	0.024413	0.920	0.118	0.5	0.0132	0.059	0.735	0.080	87733.4	0.856	turbulen kritis
3	Titik 3	0.024496	0.873	0.126	0.5	0.0132	0.063	0.752	0.084	87143.4	0.786	turbulen kritis
4	Titik 4	0.025198	0.807	0.129	0.5	0.0132	0.064	0.756	0.085	81797.2	0.717	turbulen kritis
5	Titik 5	0.026330	0.747	0.135	0.5	0.0132	0.067	0.769	0.088	77914.8	0.649	turbulen kritis
6	Titik 6	0.04794	0.707	0.136	0.5	0.0136	0.068	0.771	0.088	74071.9	0.613	turbulen kritis
7	Titik 7	0.04150	0.600	0.138	0.5	0.0132	0.069	0.777	0.089	68687.0	0.515	turbulen kritis
8	Titik 8	0.04087	0.590	0.141	0.5	0.0132	0.070	0.782	0.090	62304.1	0.493	turbulen kritis
9	Titik 9	0.03866	0.540	0.143	0.5	0.0132	0.072	0.786	0.091	58690.4	0.456	turbulen kritis
10	Titik 10	0.03475	0.480	0.145	0.5	0.0132	0.072	0.790	0.092	52457.8	0.403	turbulen kritis

No	letak titik	q		Tinggi muka air (m)	Lebar (m)	Kem. Sal (m)	Luas Penampang (A) (m ²)	Keliling basal (P) (m)	Jari-jari hidro (R) (m)	Reynold (Re)	Froude (Fr)	Keterangan
		(m ³ /det)	kec. Aliran (m/det)									
1	Titik 1	0.063116	1.007	0.118	0.5	0.0022	0.063	0.737	0.085	102153.4	0.934	turbulen kritis
2	Titik 2	0.052292	0.880	0.120	0.5	0.0022	0.059	0.741	0.081	85170.9	0.810	turbulen kritis
3	Titik 3	0.050598	0.827	0.123	0.5	0.0022	0.062	0.747	0.083	81375.2	0.752	turbulen kritis
4	Titik 4	0.048882	0.760	0.128	0.5	0.0022	0.064	0.757	0.085	76869.5	0.677	turbulen kritis
5	Titik 5	0.044890	0.667	0.134	0.5	0.0022	0.067	0.769	0.087	69454.8	0.581	turbulen kritis
6	Titik 6	0.034333	0.500	0.137	0.5	0.0022	0.069	0.775	0.089	52824.9	0.431	turbulen kritis
7	Titik 7	0.02759	0.393	0.140	0.5	0.0022	0.070	0.781	0.090	42124.2	0.335	turbulen kritis
8	Titik 8	0.022275	0.320	0.142	0.5	0.0022	0.071	0.784	0.091	34571.6	0.271	turbulen kritis
9	Titik 9	0.01966	0.273	0.144	0.5	0.0022	0.072	0.788	0.091	29749.6	0.230	turbulen kritis
10	Titik 10	0.01649	0.227	0.146	0.5	0.0022	0.073	0.791	0.092	24851.0	0.190	turbulen kritis

Letak titik	Debit		kec. Rata2 u	Diameter D	kedalaman (h)	Keruhangan (U)	Keruhangan (U)	Bj Sedimen gs	Bj Air kg/m ³	To (pw.g/h.l)	Gratk Shield	To (ps-pw/g.d N/m ²)	u (g.h.l) ^{0.5} m/det	Ket
	q m ³ /detik	q m ³ /detik												
1	0.0415	0.980	0.980	0.00236	0.118	0.0022	0.0022	2576	1000	1.829	0.039	1.423	0.0428	Daman
2	0.0412	0.960	0.960	0.00236	0.120	0.0022	0.0022	2576	1000	1.876	0.038	1.382	0.0433	Daman
3	0.0405	0.880	0.880	0.00236	0.128	0.0022	0.0022	2576	1000	1.984	0.033	1.204	0.0445	Mula Bergerak
4	0.0407	0.860	0.860	0.00236	0.134	0.0022	0.0022	2576	1000	2.042	0.030	1.095	0.0452	Mula Bergerak
5	0.0406	0.780	0.780	0.00236	0.137	0.0022	0.0022	2576	1000	2.247	0.027	0.976	0.0474	Bergerak
6	0.0397	0.740	0.740	0.00236	0.140	0.0022	0.0022	2576	1000	2.314	0.027	0.922	0.0483	Bergerak
7	0.0341	0.620	0.620	0.00236	0.142	0.0022	0.0022	2576	1000	2.371	0.025	0.912	0.0487	Bergerak
8	0.0313	0.560	0.560	0.00236	0.144	0.0022	0.0022	2576	1000	2.411	0.024	0.875	0.0491	Bergerak
9	0.0294	0.520	0.520	0.00236	0.146	0.0022	0.0022	2576	1000	2.442	0.022	0.803	0.0494	Bergerak
10	0.0264	0.453	0.453	0.00236	0.146	0.0022	0.0022	2576	1000	2.501	0.020	0.730	0.0501	Bergerak

Letak titik	Debit		kec. Rata2 u	Diameter D	kedalaman (h)	Keruhangan (U)	Keruhangan (U)	Bj Sedimen gs	Bj Air kg/m ³	To (pw.g/h.l)	Gratk Shield	To (ps-pw/g.d N/m ²)	u (g.h.l) ^{0.5} m/det	Ket
	q m ³ /detik	q m ³ /detik												
1	0.0583	1.007	1.007	0.00236	0.118	0.0022	0.0022	2576	1000	2.537	0.028	1.387	0.0506	Daman
2	0.0541	0.920	0.920	0.00236	0.123	0.0022	0.0022	2576	1000	2.596	0.027	1.350	0.0509	Mula Bergerak
3	0.0550	0.873	0.873	0.00236	0.128	0.0022	0.0022	2576	1000	2.662	0.025	1.277	0.0516	Bergerak
4	0.0540	0.807	0.807	0.00236	0.135	0.0022	0.0022	2576	1000	2.773	0.024	1.241	0.0527	Bergerak
5	0.0503	0.747	0.747	0.00236	0.136	0.0022	0.0022	2576	1000	2.985	0.023	1.158	0.0546	Bergerak
6	0.0479	0.707	0.707	0.00236	0.138	0.0022	0.0022	2576	1000	3.047	0.021	1.131	0.0552	Bergerak
7	0.0415	0.600	0.600	0.00236	0.141	0.0022	0.0022	2576	1000	3.069	0.020	1.095	0.0556	Bergerak
8	0.0409	0.580	0.580	0.00236	0.143	0.0022	0.0022	2576	1000	3.141	0.020	1.095	0.0559	Bergerak
9	0.0397	0.540	0.540	0.00236	0.145	0.0022	0.0022	2576	1000	3.141	0.020	1.095	0.0559	Bergerak
10	0.0348	0.480	0.480	0.00236	0.145	0.0022	0.0022	2576	1000	3.141	0.020	1.095	0.0559	Bergerak

Letak titik	Debit		kec. Rata2 u	Diameter D	kedalaman (h)	Keruhangan (U)	Keruhangan (U)	Bj Sedimen gs	Bj Air kg/m ³	To (pw.g/h.l)	Gratk Shield	To (ps-pw/g.d N/m ²)	u (g.h.l) ^{0.5} m/det	Ket
	q m ³ /detik	q m ³ /detik												
1	0.0632	1.007	1.007	0.00236	0.118	0.0022	0.0022	2576	1000	2.537	0.028	1.387	0.0506	Daman
2	0.0529	0.880	0.880	0.00236	0.120	0.0022	0.0022	2576	1000	2.596	0.027	1.350	0.0509	Mula Bergerak
3	0.0510	0.827	0.827	0.00236	0.123	0.0022	0.0022	2576	1000	2.662	0.025	1.277	0.0516	Bergerak
4	0.0488	0.760	0.760	0.00236	0.128	0.0022	0.0022	2576	1000	2.773	0.024	1.241	0.0527	Bergerak
5	0.0448	0.667	0.667	0.00236	0.134	0.0022	0.0022	2576	1000	2.901	0.024	1.241	0.0539	Bergerak
6	0.0343	0.500	0.500	0.00236	0.137	0.0022	0.0022	2576	1000	2.964	0.024	1.241	0.0544	Bergerak
7	0.0276	0.393	0.393	0.00236	0.140	0.0022	0.0022	2576	1000	3.027	0.024	1.241	0.0550	Bergerak
8	0.0228	0.320	0.320	0.00236	0.142	0.0022	0.0022	2576	1000	3.069	0.022	1.158	0.0554	Bergerak
9	0.0197	0.273	0.273	0.00236	0.144	0.0022	0.0022	2576	1000	3.105	0.021	1.131	0.0557	Bergerak
10	0.0165	0.227	0.227	0.00236	0.146	0.0022	0.0022	2576	1000	3.141	0.021	1.131	0.0560	Bergerak

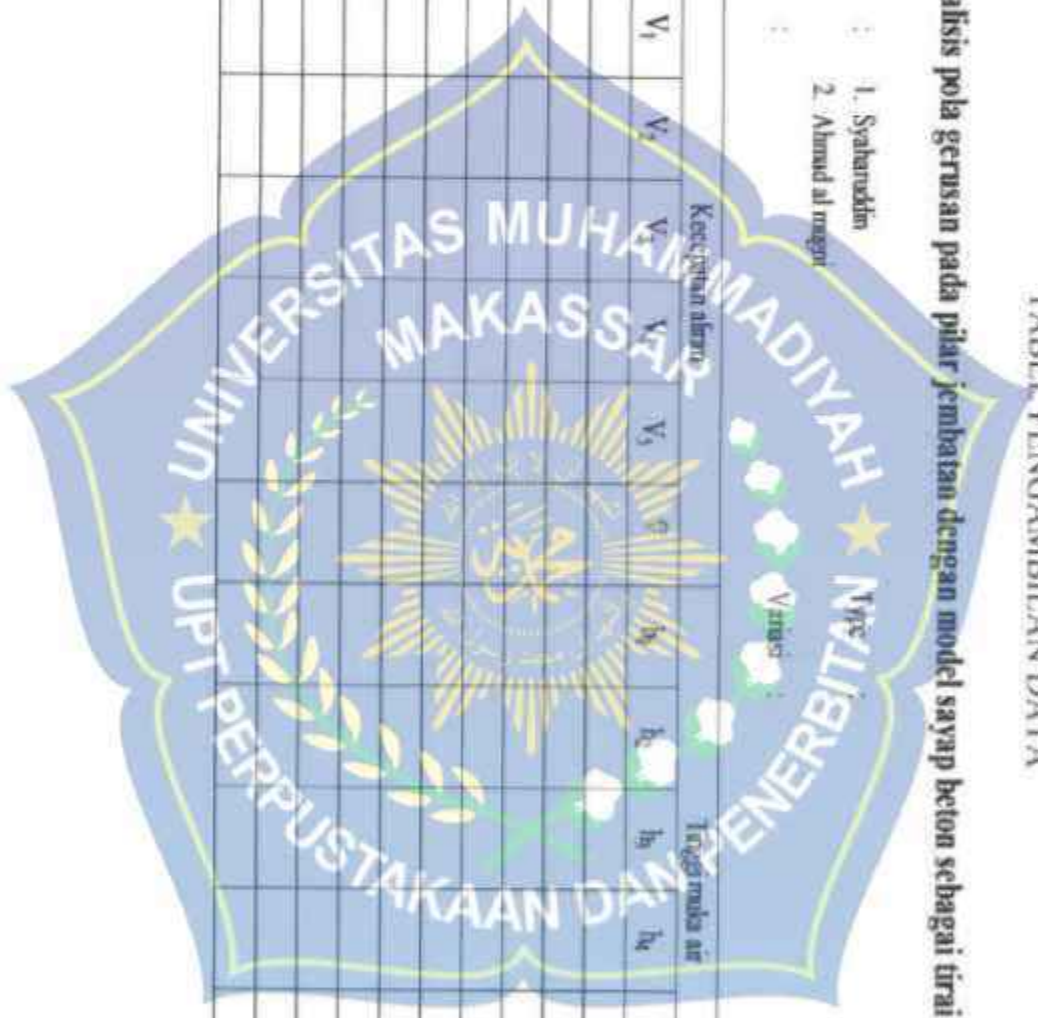
TABEL PENGAMBILAN DATA

Analisis pola gerusan pada pilar jembatan dengan model sayap beton sebagai tirai

Nama : 1. Syahrudin
 2. Almasid al magri
 Tanggal :

Bukaan 1 : ... cm
 T1 : menit

No. Pias	Debit (Q)	Kecelakaan aliran					Tinggi muka air				
		V ₁	V ₂	V ₃	V ₄	V ₅	h ₁	h ₂	h ₃	h ₄	h ₅
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											



No. Pokok

Nama
(jurnal)

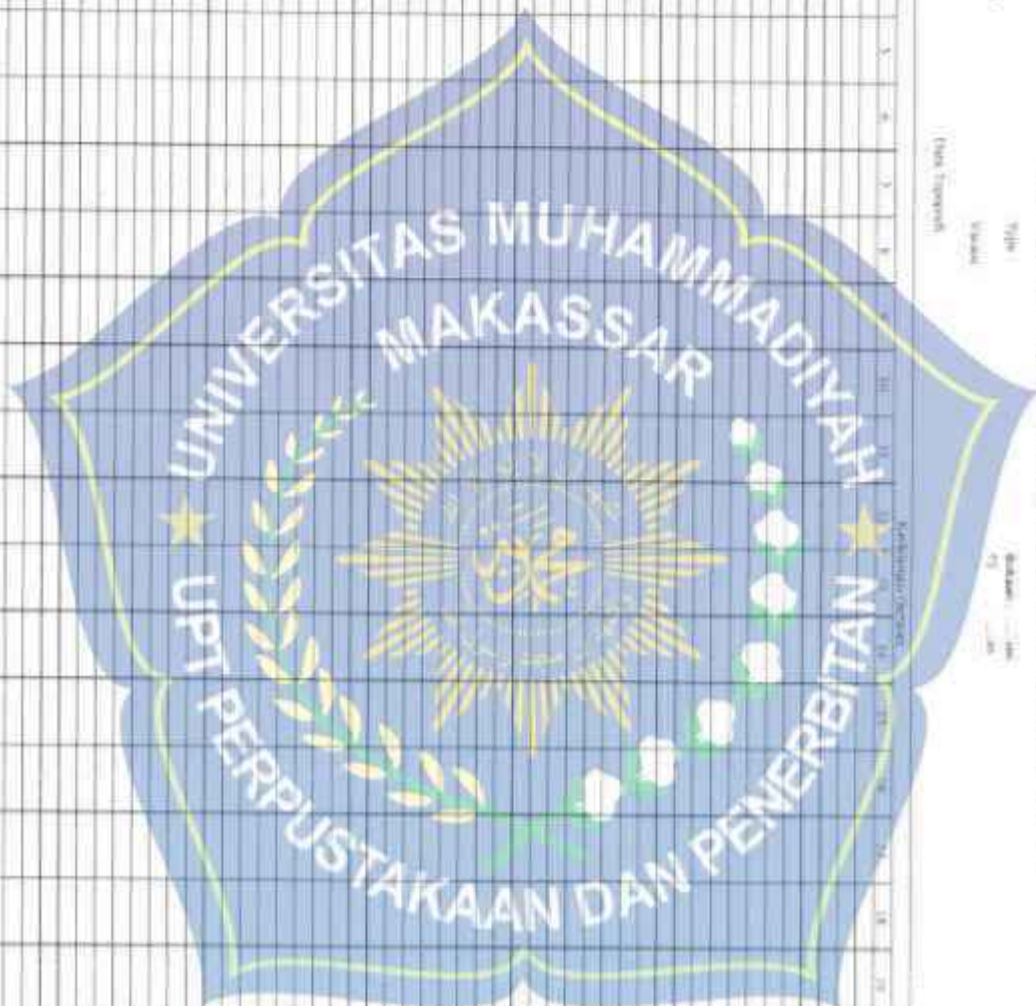
1. jenis/judul
2. alamat/cetakan

Volumen
Tahun

Jumlah
Halaman

Analisis pada Geramasi pada pilar jembatan dengan model sayap beton selangsiang steel

No. Pokok	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
1																									
2																									
3																									
4																									
5																									
6																									
7																									
8																									
9																									
10																									
11																									
12																									
13																									
14																									
15																									
16																									
17																									
18																									
19																									
20																									
21																									
22																									
23																									
24																									
25																									
26																									
27																									
28																									
29																									
30																									
31																									
32																									
33																									
34																									
35																									
36																									
37																									
38																									
39																									
40																									
41																									
42																									
43																									
44																									
45																									
46																									
47																									
48																									
49																									
50																									



Lampiran Tampak Menggunakan Tirai

Analisis pola gerusan pada pilar jembatan dengan model sayap beton sebagai tirai

Nama : 1. Syahamudin

2. Ahmad al mugni

Tanggal :

Bukaan 1 : 0,5 cm

TI : 10 menit

No. Pias	Debit (Q)	Kecepatan aliran					V'	h ₁	h ₂	Tinggi muka air				
		V ₁	V ₂	V ₃	V ₄	V ₅				h ₃	h ₄	h ₅	h ₆	h̄
1	0.900	0.700	0.700	0.700	0.800	0.900	0.800	0.078	0.063	0.066	0.068	0.089	0.073	
2	0.800	0.700	0.600	0.600	0.700	0.900	0.740	0.081	0.090	0.092	0.091	0.088	0.088	
3	0.700	0.600	0.600	0.700	0.800	0.800	0.680	0.092	0.094	0.094	0.091	0.091	0.092	
4	0.700	0.600	0.600	0.600	0.600	0.700	0.640	0.097	0.098	0.101	0.101	0.100	0.099	
5	0.600	0.500	0.500	0.600	0.600	0.600	0.560	0.108	0.110	0.106	0.111	0.111	0.109	
6	0.400	0.300	0.200	0.300	0.400	0.400	0.320	0.114	0.112	0.113	0.113	0.112	0.112	
7	0.300	0.200	0.200	0.200	0.300	0.300	0.240	0.109	0.116	0.112	0.113	0.112	0.111	
8	0.200	0.200	0.100	0.200	0.300	0.300	0.290	0.110	0.110	0.110	0.115	0.110	0.111	
9	0.200	0.100	0.100	0.200	0.300	0.300	0.180	0.108	0.112	0.113	0.113	0.109	0.111	
10	0.200	0.100	0.100	0.200	0.200	0.200	0.160	0.109	0.113	0.115	0.112	0.111	0.112	

Analisis pola gerusan pada pilar jembatan dengan model sayap beton sebagai tirai

Nama : 1. Syaharuddin

Type :

Bukaan 1 : 0,5 cm

2. Ahmad al mugni

Varnisi :

T2 : 20 menit

Tanggal :

No. Pias	Debit (Q)	Kecepatan aliran					Tinggi muka air						
		V ₁	V ₂	V ₃	V ₄	V ₅	Γ	h ₁	h ₂	h ₃	h ₄	h ₅	\bar{h}
1	0.900	0.800	0.700	0.700	0.900	0.900	0.800	0.076	0.072	0.064	0.062	0.068	0.068
2	0.800	0.700	0.600	0.700	0.900	0.740	0.077	0.070	0.069	0.066	0.073	0.071	
3	0.700	0.700	0.600	0.600	0.800	0.680	0.081	0.076	0.078	0.080	0.073	0.078	
4	0.700	0.600	0.500	0.600	0.700	0.620	0.089	0.091	0.096	0.077	0.093	0.089	
5	0.600	0.500	0.500	0.600	0.600	0.560	0.096	0.096	0.095	0.097	0.093	0.095	
6	0.400	0.200	0.300	0.200	0.300	0.280	0.101	0.098	0.095	0.096	0.102	0.098	
7	0.300	0.200	0.200	0.200	0.300	0.240	0.098	0.100	0.098	0.100	0.101	0.099	
8	0.200	0.200	0.200	0.200	0.300	0.220	0.101	0.102	0.104	0.101	0.103	0.102	
9	0.300	0.200	0.100	0.200	0.200	0.200	0.103	0.105	0.106	0.104	0.103	0.104	
10	0.200	0.200	0.100	0.100	0.200	0.160	0.103	0.105	0.108	0.106	0.105	0.105	

Analisis pola gerusan pada pilar jembatan dengan model sayap beton sebagai tirai

Nama : 1. Syaharuddin

2. Ahmad al mugni

Type :

Bukaan 1 : 0,5 cm
T3 : 30 menit

Tanggal :

No. Pias	Debit (Q)	Kecepatan aliran					Tinggi muka air						
		V ₁	V ₂	V ₃	V ₄	V ₅	f	h ₁	h ₂	h ₃	h ₄	h ₅	\bar{h}
1	0.900	0.900	0.800	0.800	0.900	0.900	0.860	0.076	0.063	0.063	0.064	0.076	0.068
2	0.900	0.700	0.700	0.800	0.900	0.800	0.800	0.075	0.068	0.066	0.069	0.078	0.071
3	0.800	0.700	0.700	0.700	0.800	0.700	0.740	0.081	0.078	0.077	0.079	0.080	0.079
4	0.800	0.600	0.600	0.700	0.700	0.680	0.680	0.091	0.088	0.092	0.091	0.088	0.090
5	0.700	0.500	0.500	0.600	0.700	0.600	0.600	0.094	0.091	0.095	0.092	0.093	0.093
6	0.600	0.200	0.200	0.300	0.500	0.360	0.360	0.092	0.096	0.098	0.099	0.101	0.097
7	0.400	0.200	0.200	0.200	0.400	0.280	0.280	0.101	0.101	0.100	0.101	0.098	0.100
8	0.300	0.200	0.100	0.200	0.300	0.220	0.220	0.101	0.102	0.105	0.103	0.101	0.102
9	0.300	0.100	0.100	0.200	0.200	0.180	0.180	0.103	0.104	0.106	0.103	0.102	0.104
10	0.200	0.200	0.100	0.100	0.200	0.160	0.160	0.104	0.105	0.106	0.104	0.103	0.104

Analisis pola gerusan pada pilar jembatan dengan model sayap beton sebagai tirai

Nama : 1. Syahrudin

Type :

Bukaan 2 : 1 cm

2. Ahmad al magri

Tanggal :

Varian :

TI : 10 menit

No. Pas	Debit (Q)	Kecepatan aliran					Tinggi muka air						
		V ₁	V ₂	V ₃	V ₄	V ₅	T	h ₁	h ₂	h ₃	h ₄	h ₅	h̄
1	0.800	0.800	0.700	0.800	0.800	0.800	0.780	0.108	0.099	0.097	0.102	0.109	0.103
2	0.700	0.800	0.700	0.700	0.800	0.800	0.740	0.113	0.118	0.116	0.118	0.118	0.117
3	0.800	0.700	0.600	0.700	0.700	0.800	0.720	0.123	0.125	0.127	0.125	0.131	0.126
4	0.700	0.700	0.600	0.700	0.700	0.700	0.680	0.128	0.132	0.132	0.129	0.128	0.130
5	0.600	0.700	0.600	0.600	0.600	0.600	0.620	0.131	0.135	0.132	0.133	0.132	0.133
6	0.500	0.300	0.200	0.300	0.300	0.500	0.360	0.122	0.125	0.132	0.122	0.122	0.124
7	0.400	0.300	0.200	0.200	0.400	0.400	0.340	0.122	0.134	0.132	0.123	0.131	0.128
8	0.300	0.200	0.200	0.200	0.400	0.400	0.280	0.125	0.125	0.139	0.131	0.132	0.130
9	0.300	0.100	0.200	0.200	0.400	0.400	0.220	0.132	0.129	0.128	0.131	0.132	0.130
10	0.200	0.200	0.100	0.200	0.300	0.300	0.200	0.126	0.131	0.132	0.131	0.128	0.130

Analisis pola gerusan pada pilar jembatan dengan model sayap beton sebagai tirai

Nama : 1. Syahrudin

2. Alhmad al murya

Type :

Bukaan 2 : 1 cm

Tanggal :

Variasi :

T2 : 20 menit

No. Pius	Debit (Q)	Kecepatan aliran					Tinggi muka air						
		V ₁	V ₂	V ₃	V ₄	V ₅	F	h ₁	h ₂	h ₃	h ₄	h ₅	H
1	0.800	0.800	0.800	0.800	0.800	0.800	0.800	0.087	0.083	0.101	0.111	0.112	0.100
2	0.800	0.700	0.800	0.800	0.800	0.800	0.780	0.111	0.101	0.099	0.113	0.103	0.105
3	0.700	0.700	0.700	0.700	0.700	0.800	0.720	0.114	0.124	0.113	0.121	0.123	0.118
4	0.700	0.700	0.600	0.600	0.800	0.800	0.680	0.121	0.119	0.12	0.123	0.113	0.119
5	0.600	0.800	0.700	0.500	0.700	0.660	0.660	0.124	0.131	0.126	0.125	0.126	0.126
6	0.500	0.600	0.500	0.500	0.600	0.540	0.540	0.138	0.134	0.126	0.128	0.131	0.131
7	0.500	0.400	0.400	0.500	0.500	0.460	0.460	0.139	0.138	0.133	0.131	0.131	0.134
8	0.400	0.400	0.300	0.400	0.300	0.360	0.360	0.129	0.132	0.134	0.135	0.138	0.134
9	0.300	0.300	0.200	0.200	0.300	0.260	0.260	0.127	0.129	0.139	0.139	0.134	0.134
10	0.200	0.200	0.100	0.100	0.300	0.200	0.200	0.131	0.138	0.135	0.137	0.136	0.135

Analisis pola gerusan pada pilar jembatan dengan model sayap beton sebagai tirai

Nama : 1. Syahrudin

2. Ahmad al maghri

Type :

Variasi :

Bukaan 2 : 1 cm

T3 : 30 menit

Tanggal :

No. Pias	Debit (Q)	Kec. erusan aliran					Tinggi muka air							
		V ₁	V ₂	V ₃	V ₄	V ₅	R	b ₁	b ₂	h ₁	h ₂	h ₃	h ₄	h ₅
1	0.800	0.800	0.800	0.800	0.800	0.900	0.820	0.113	0.089	0.091	0.101	0.103	0.103	0.099
2	0.800	0.800	0.700	0.800	0.800	0.800	0.780	0.105	0.094	0.101	0.110	0.113	0.104	
3	0.700	0.700	0.600	0.700	0.700	0.700	0.680	0.112	0.104	0.099	0.105	0.111	0.106	
4	0.600	0.600	0.700	0.800	0.700	0.700	0.680	0.105	0.114	0.115	0.109	0.113	0.111	
5	0.500	0.700	0.500	0.700	0.800	0.800	0.640	0.124	0.113	0.116	0.121	0.117	0.118	
6	0.600	0.600	0.400	0.500	0.700	0.700	0.560	0.129	0.127	0.123	0.121	0.122	0.124	
7	0.500	0.500	0.400	0.400	0.600	0.600	0.480	0.135	0.120	0.122	0.126	0.124	0.125	
8	0.400	0.500	0.300	0.300	0.400	0.400	0.380	0.137	0.122	0.124	0.126	0.128	0.127	
9	0.300	0.200	0.100	0.200	0.300	0.300	0.220	0.129	0.126	0.128	0.132	0.129	0.129	
10	0.200	0.200	0.169	0.100	0.300	0.180	0.136	0.135	0.133	0.131	0.132	0.133		

Analisis pola gerakan pada pilar jembatan dengan model rayap bertan sebagai detail

Nama :
Tempat :

Typo :
Skala :

Disusun :
di

No	Nama		Tempat		Typo		Skala		Disusun		di	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	2.8	2.2	1.8	1.2	1.2	0.9	0.0	0.5	0.7	2.0	1.1	1.0
2	2.8	2.5	2.0	1.4	1.7	1.1	0.8	1.2	1.1	0.9	0.8	1.0
3	2.4	2.5	2.5	2.2	2.0	1.7	1.5	1.5	1.4	0.7	0.5	0.8
4	2.4	2.6	2.6	2.0	2.1	2.0	1.7	1.7	1.7	1.1	0.9	1.0
5	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.1	1.9	1.8	1.8	0.9	0.7	0.8
6	2.4	2.3	2.3	2.3	2.3	2.1	1.9	1.7	1.7	1.1	0.9	1.0
7	2.5	2.5	2.2	2.1	2.0	1.6	1.5	1.4	1.4	0.7	0.5	0.8
8	2.2	2.4	2.1	2.0	2.0	2.1	2.0	2.1	2.0	1.1	0.9	1.0
9	2.4	2.3	2.3	2.0	2.0	2.1	1.9	1.8	1.8	1.0	0.9	1.0
10	2.1	2.3	2.1	2.1	2.1	2.0	1.8	1.8	1.8	1.0	0.9	1.0
11	1.6	2.1	2.6	2.3	2.3	2.2	2.2	2.2	2.2	1.1	0.9	1.0
12	1.3	1.0	2.1	2.6	2.4	2.1	1.9	1.8	1.8	1.0	0.9	1.0
13	1.3	1.8	2.3	2.3	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	1.1	0.9	1.0
14	0.8	0.6	0.7	0.6	0.8	0.7	0.7	0.7	0.7	0.5	0.5	0.6
15	1.0	0.8	1.0	0.6	0.9	0.8	0.8	0.8	0.8	0.5	0.5	0.6
16	0.6	0.6	0.7	0.7	0.7	0.6	0.6	0.6	0.6	0.5	0.5	0.6
17	0.5	0.6	0.6	0.7	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.6
18	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.5	0.5	0.6
19	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
20	0.4	0.7	0.8	0.7	0.6	1.0	0.1	1.8	2.8	5.0	9.0	12.1
21	0.6	0.5	0.6	0.7	0.7	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.6
22	0.4	0.8	0.8	0.7	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
23	0.3	0.1	0.0	0.1	0.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
24	0.4	0.9	0.7	0.1	0.5	1.6	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7
25	0.4	0.5	0.3	0.3	0.3	2.3	2.0	1.8	1.6	1.5	1.4	1.3
26	0.3	0.1	0.0	0.1	0.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
27	0.4	0.1	0.0	0.1	0.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
28	0.2	0.6	0.8	0.5	0.4	0.8	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
29	0.2	0.6	0.8	0.5	0.4	0.8	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
30	0.0	0.2	0.8	0.6	0.2	0.5	1.1	1.6	2.2	3.7	5.2	6.7
31	0.3	0.3	0.7	0.7	0.6	0.7	1.2	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8
32	0.2	0.4	0.2	0.6	0.7	1.6	2.4	3.2	4.4	6.1	8.1	10.4
33	0.1	0.5	0.4	1.5	2.1	4.3	7.2	11.1	16.1	22.4	30.4	40.4
34	0.1	0.5	0.4	1.5	2.1	4.3	7.2	11.1	16.1	22.4	30.4	40.4
35	0.4	0.1	1.0	1.0	1.7	2.6	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2
36	0.1	0.6	0.7	1.4	1.8	2.6	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
37	0.6	0.6	1.1	1.5	1.6	1.6	1.5	1.4	1.3	1.2	1.1	1.0
38	0.5	0.7	1.0	1.5	1.8	1.8	1.7	1.6	1.5	1.4	1.3	1.2
39	0.8	0.6	0.5	0.9	1.5	1.7	1.2	1.6	1.8	1.9	2.0	2.1
40	1.3	2.0	2.2	2.5	2.5	2.1	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
41	0.4	0.8	0.8	1.6	1.2	1.6	1.6	1.7	1.9	2.1	2.3	2.5
42	0.4	1.0	1.0	1.4	1.7	2.1	2.6	3.1	3.6	4.1	4.6	5.1
43	0.4	1.0	1.0	1.4	1.7	2.1	2.6	3.1	3.6	4.1	4.6	5.1
44	0.5	0.5	1.2	1.5	1.6	1.6	1.5	1.4	1.3	1.2	1.1	1.0
45	0.6	0.6	0.9	1.2	1.4	1.4	1.3	1.2	1.1	1.0	0.9	0.8
46	0.5	0.7	1.0	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8
47	0.7	0.9	1.1	1.7	1.7	1.8	2.1	2.3	2.5	2.7	2.9	3.1
48	0.7	0.4	1.1	1.7	1.7	1.8	2.1	2.3	2.5	2.7	2.9	3.1
49	0.1	0.8	0.9	1.2	1.3	1.4	1.6	1.8	2.0	2.2	2.4	2.6
50	0.2	0.1	0.4	0.6	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6

Analisis pada gerbakan pada jalur pembatasan dengan mode 1 sayap beaun sebagai trial

Name :
No. Absensi :
Absensi :
Tanggal :

Type :
Variasi :

Revisi : 1.1 cm
0

Maat : 0,80 mm

No	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	
1	2,2	2,4	2,5	1,7	1,5	1,1	0,8	0,1	0,0	0,6	0,1	0,0	0,2	0,8	0,0	1,0	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Analisis pola geseran pada pilar jembatan dengan model sayap beton sebagai tirai

Nama : 1. Syaharuddin

2. Ahmad al mugni

Type :

Bukaan 3 : 1.5 cm

T2 : 10 menit

Tanggal :

No. Pias	Debit (Q)	Kecepatan aliran							Tinggi muka air						
		V ₁	V ₂	V ₃	V ₄	V ₅	V	h ₁	h ₂	h ₃	h ₄	h ₅	h̄		
1	0.800	0.800	0.700	0.700	0.800	0.800	0.780	0.110	0.108	0.110	0.105	0.105	0.108		
2	0.700	0.800	0.800	0.800	0.700	0.700	0.760	0.110	0.109	0.110	0.105	0.109	0.109		
3	0.700	0.700	0.700	0.700	0.700	0.700	0.700	0.120	0.112	0.119	0.110	0.115	0.115		
4	0.600	0.700	0.700	0.600	0.600	0.600	0.640	0.131	0.125	0.127	0.125	0.124	0.126		
5	0.500	0.600	0.500	0.700	0.600	0.600	0.580	0.132	0.131	0.133	0.129	0.128	0.131		
6	0.400	0.500	0.400	0.500	0.500	0.500	0.460	0.131	0.132	0.134	0.128	0.130	0.131		
7	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.132	0.130	0.135	0.132	0.134	0.133		
8	0.300	0.300	0.300	0.300	0.300	0.300	0.300	0.134	0.132	0.136	0.136	0.135	0.135		
9	0.300	0.200	0.200	0.200	0.300	0.300	0.260	0.135	0.136	0.135	0.135	0.138	0.136		
10	0.200	0.300	0.100	0.200	0.300	0.300	0.220	0.138	0.137	0.136	0.137	0.138	0.137		

Analisis pola geseran pada pilar jembatan dengan model sayap beton sebagai tirai

Nama : 1. Syahrudin

2. Almarud al marjani

Type :

Bukaan 3 : 1.5 cm

TZ : 20 menit

Tanggal :

Yerensi :

No. Pias	Debit (Q)	Kecepatan aliran					Tinggi muka air						
		V ₁	V ₂	V ₃	V ₄	V ₅	V̄	h ₁	h ₂	h ₃	h ₄	h ₅	h̄
1.0	0.800	0.700	0.700	0.700	0.700	0.700	0.720	0.111	0.108	0.108	0.109	0.112	0.110
2.0	0.700	0.700	0.688	0.700	0.800	0.700	0.700	0.117	0.112	0.110	0.110	0.111	0.112
3.0	0.700	0.700	0.600	0.600	0.800	0.680	0.680	0.111	0.108	0.109	0.106	0.118	0.110
4.0	0.700	0.600	0.500	0.600	0.700	0.620	0.620	0.113	0.111	0.122	0.114	0.109	0.114
5.0	0.600	0.600	0.400	0.500	0.700	0.560	0.560	0.121	0.119	0.125	0.122	0.119	0.121
6.0	0.500	0.500	0.400	0.500	0.600	0.500	0.500	0.126	0.123	0.119	0.131	0.128	0.125
7.0	0.400	0.400	0.400	0.400	0.500	0.420	0.420	0.133	0.125	0.127	0.132	0.132	0.130
8.0	0.300	0.400	0.2	0.300	0.400	0.350	0.350	0.132	0.130	0.132	0.135	0.132	0.132
9.0	0.300	0.200	0.100	0.200	0.300	0.220	0.220	0.136	0.133	0.135	0.134	0.134	0.134
10.0	0.200	0.200	0.100	0.200	0.300	0.200	0.200	0.136	0.135	0.135	0.137	0.136	0.136

Analisis pola gerusan pada pilar jembatan dengan model sayap beton sebagai tirai

Nama : 1. Syahrudin

2. Ahmad al masyri

Type :

Bukaan 3 : 1.5 cm

Tanggal :

Varian :

T2 : 30 menit

No. Pias	Debit (Q)	Necorpa/ukuran					Tinggi muka air							
		V ₁	V ₂	V ₃	V ₄	V ₅	V	h ₁	h ₂	h ₃	h ₄	h ₅	F	
1	0.800	0.700	0.700	0.700	0.700	0.600	0.700	0.112	0.110	0.112	0.110	0.112	0.112	0.111
2	0.700	0.700	0.700	0.700	0.700	0.600	0.680	0.114	0.109	0.110	0.109	0.112	0.111	
3	0.700	0.700	0.700	0.600	0.600	0.600	0.660	0.115	0.113	0.112	0.112	0.114	0.113	
4	0.700	0.700	0.600	0.600	0.600	0.600	0.640	0.119	0.116	0.115	0.116	0.118	0.117	
5	0.600	0.600	0.500	0.500	0.500	0.500	0.540	0.127	0.125	0.122	0.123	0.125	0.124	
6	0.500	0.500	0.400	0.500	0.500	0.480	0.480	0.129	0.128	0.128	0.129	0.129	0.129	
7	0.400	0.400	0.300	0.400	0.400	0.380	0.380	0.133	0.130	0.132	0.131	0.131	0.131	
8	0.300	0.300	0.200	0.200	0.300	0.300	0.260	0.134	0.132	0.133	0.133	0.132	0.133	
9	0.300	0.200	0.200	0.200	0.300	0.300	0.240	0.135	0.134	0.136	0.133	0.134	0.134	
10	0.200	0.200	0.100	0.200	0.300	0.200	0.200	0.138	0.136	0.136	0.137	0.136	0.137	

Analisis pola gerakan pada gitar berdasarkan diagram model karyap betan sebagai alat

nama :
 1. Habsyehda
 2. Ahmad Arifin
 2020
 22 Desember

No	Data Terjadi									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	2.1	2.0	2.2	1.3	1.1	0.2	0.4	0.3	0.4	0.4
2	2.1	2.0	2.1	1.0	1.1	1.6	1.3	0.3	0.4	0.3
3	1.0	1.0	2.0	1.0	1.4	1.7	1.3	1.2	1.1	0.3
4	1.9	2.1	2.1	2.1	1.8	1.6	1.2	1.2	1.2	0.3
5	1.9	1.9	1.9	1.7	1.8	1.4	1.7	1.9	1.4	1.7
6	1.9	1.8	1.8	1.8	1.7	1.8	1.4	1.2	1.4	1.2
7	2.0	2.0	1.7	1.7	1.6	1.5	1.1	1.2	1.2	0.9
8	1.7	1.9	1.8	1.8	1.8	1.6	1.6	1.5	1.6	1.5
9	1.9	1.8	2.0	1.4	1.5	1.5	1.4	1.4	1.2	1.2
10	1.1	1.6	1.6	1.6	1.4	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3
11	1.1	1.6	1.6	1.6	1.4	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3
12	0.8	1.1	1.8	1.8	1.7	1.5	1.6	1.6	1.6	1.6
13	0.8	1.1	1.8	1.8	1.7	1.5	1.6	1.6	1.6	1.6
14	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.2	0.4	0.3	0.4	0.3
15	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.2	0.4	0.3	0.4	0.3
16	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.2	0.4	0.3	0.4	0.3
17	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.2	0.4	0.3	0.4	0.3
18	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.2	0.4	0.3	0.4	0.3
19	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.2	0.4	0.3	0.4	0.3
20	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.2	0.4	0.3	0.4	0.3
21	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.2	0.4	0.3	0.4	0.3
22	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.2	0.4	0.3	0.4	0.3
23	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.2	0.4	0.3	0.4	0.3
24	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.2	0.4	0.3	0.4	0.3
25	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.2	0.4	0.3	0.4	0.3
26	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.2	0.4	0.3	0.4	0.3
27	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.2	0.4	0.3	0.4	0.3
28	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.2	0.4	0.3	0.4	0.3
29	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.2	0.4	0.3	0.4	0.3
30	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.2	0.4	0.3	0.4	0.3
31	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.2	0.4	0.3	0.4	0.3
32	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.2	0.4	0.3	0.4	0.3
33	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.2	0.4	0.3	0.4	0.3
34	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.2	0.4	0.3	0.4	0.3
35	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.2	0.4	0.3	0.4	0.3
36	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.2	0.4	0.3	0.4	0.3
37	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.2	0.4	0.3	0.4	0.3
38	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.2	0.4	0.3	0.4	0.3
39	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.2	0.4	0.3	0.4	0.3
40	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.2	0.4	0.3	0.4	0.3
41	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.2	0.4	0.3	0.4	0.3
42	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.2	0.4	0.3	0.4	0.3
43	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.2	0.4	0.3	0.4	0.3
44	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.2	0.4	0.3	0.4	0.3
45	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.2	0.4	0.3	0.4	0.3
46	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.2	0.4	0.3	0.4	0.3
47	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.2	0.4	0.3	0.4	0.3
48	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.2	0.4	0.3	0.4	0.3
49	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.2	0.4	0.3	0.4	0.3
50	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.2	0.4	0.3	0.4	0.3



Q1 = 0.00875 m²/det
 H = 0.03 m
 T = 37.9C

No	Letak titik	t (detik)	V(m/detik)					Kor. dasar (m)	h (m)					h (rata-rata) (m)	lebar (b) (m)	luas Perampang (m ²)	Dahit Perangai (m ³ /detik)
			1	2	3	4	5		1	2	3	4	5				
1	titik 1	600	0.9	0.7	0.7	0.8	0.9	0.800	0.078	0.293	0.066	0.066	0.081	0.073	0.5	0.0135	0.02873
		1200	0.9	0.8	0.7	0.7	0.9	0.800	0.078	0.077	0.064	0.062	0.068	0.066			
		1800	0.9	0.9	0.8	0.8	0.9	0.800	0.078	0.063	0.063	0.064	0.076	0.066			
			Rata-rata						Rata-rata								
			0.8	0.7	0.6	0.7	0.9	0.800	0.081	0.071	0.067	0.066	0.074	0.070			
2	titik 2	600	0.7	0.5	0.6	0.7	0.6	0.700	0.072	0.072	0.070	0.066	0.074	0.071	0.5	0.0268	0.029025
		1200	0.8	0.7	0.6	0.7	0.9	0.700	0.072	0.070	0.066	0.074	0.074	0.071			
		1800	0.9	0.7	0.7	0.8	0.7	0.700	0.072	0.070	0.066	0.074	0.074	0.071			
			Rata-rata						Rata-rata								
			0.8	0.6	0.6	0.7	0.7	0.700	0.072	0.070	0.066	0.074	0.071	0.071			
3	titik 3	600	0.7	0.5	0.6	0.6	0.6	0.600	0.067	0.064	0.064	0.061	0.066	0.063	0.5	0.0242	0.020005
		1200	0.7	0.6	0.6	0.6	0.8	0.600	0.067	0.061	0.070	0.068	0.073	0.070			
		1800	0.8	0.7	0.7	0.7	0.8	0.600	0.067	0.061	0.070	0.068	0.073	0.070			
			Rata-rata						Rata-rata								
			0.6	0.5	0.6	0.6	0.6	0.600	0.067	0.064	0.064	0.061	0.066	0.063			
4	titik 4	600	0.7	0.6	0.6	0.6	0.6	0.600	0.067	0.064	0.064	0.061	0.066	0.063	0.5	0.0246	0.020005
		1200	0.7	0.6	0.6	0.6	0.7	0.600	0.067	0.064	0.064	0.061	0.066	0.063			
		1800	0.8	0.6	0.6	0.6	0.7	0.600	0.067	0.064	0.064	0.061	0.066	0.063			
			Rata-rata						Rata-rata								
			0.6	0.5	0.6	0.6	0.6	0.600	0.067	0.064	0.064	0.061	0.066	0.063			
5	titik 5	600	0.6	0.5	0.5	0.6	0.6	0.500	0.062	0.104	0.110	0.111	0.112	0.109	0.5	0.0240	0.020005
		1200	0.6	0.5	0.5	0.6	0.6	0.500	0.062	0.104	0.110	0.111	0.112	0.109			
		1800	0.7	0.5	0.5	0.5	0.7	0.500	0.062	0.104	0.110	0.111	0.112	0.109			
			Rata-rata						Rata-rata								
			0.5	0.5	0.5	0.6	0.6	0.500	0.062	0.104	0.110	0.111	0.112	0.109			
6	titik 6	600	0.4	0.3	0.2	0.3	0.4	0.300	0.111	0.112	0.113	0.113	0.112	0.112	0.5	0.0293	0.02164
		1200	0.4	0.3	0.3	0.3	0.4	0.300	0.111	0.112	0.113	0.113	0.112	0.112			
		1800	0.6	0.2	0.2	0.3	0.5	0.300	0.111	0.112	0.113	0.113	0.112	0.112			
			Rata-rata						Rata-rata								
			0.4	0.3	0.2	0.3	0.4	0.300	0.111	0.112	0.113	0.113	0.112	0.112			
7	titik 7	600	0.3	0.2	0.2	0.2	0.3	0.200	0.108	0.110	0.110	0.113	0.112	0.111	0.5	0.0262	0.021311
		1200	0.3	0.2	0.2	0.2	0.3	0.200	0.108	0.110	0.110	0.113	0.112	0.111			
		1800	0.4	0.2	0.2	0.2	0.4	0.200	0.108	0.110	0.110	0.113	0.112	0.111			
			Rata-rata						Rata-rata								
			0.3	0.2	0.2	0.2	0.3	0.200	0.108	0.110	0.110	0.113	0.112	0.111			
8	titik 8	600	0.2	0.1	0.1	0.2	0.3	0.200	0.107	0.110	0.110	0.113	0.112	0.111	0.5	0.0263	0.020005
		1200	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.200	0.107	0.110	0.110	0.113	0.112	0.111			
		1800	0.3	0.2	0.1	0.2	0.3	0.200	0.107	0.110	0.110	0.113	0.112	0.111			
			Rata-rata						Rata-rata								
			0.1	0.1	0.1	0.2	0.3	0.200	0.107	0.110	0.110	0.113	0.112	0.111			
9	titik 9	600	0.2	0.1	0.1	0.2	0.3	0.100	0.109	0.113	0.115	0.112	0.112	0.112	0.5	0.0244	0.020005
		1200	0.2	0.2	0.1	0.2	0.2	0.100	0.109	0.113	0.115	0.112	0.112	0.112			
		1800	0.3	0.1	0.1	0.2	0.2	0.100	0.109	0.113	0.115	0.112	0.112	0.112			
			Rata-rata						Rata-rata								
			0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.100	0.109	0.113	0.115	0.112	0.112	0.112			
10	titik 10	600	0.2	0.1	0.1	0.2	0.2	0.100	0.109	0.113	0.115	0.112	0.112	0.112	0.5	0.0244	0.020005
		1200	0.2	0.2	0.1	0.1	0.2	0.100	0.109	0.113	0.115	0.112	0.112	0.112			
		1800	0.2	0.2	0.1	0.1	0.2	0.100	0.109	0.113	0.115	0.112	0.112	0.112			
			Rata-rata						Rata-rata								
			0.2	0.2	0.1	0.1	0.2	0.100	0.109	0.113	0.115	0.112	0.112	0.112			

LOKASI PENELITIAN : LABORATORIUM SUNGAI TEKNIK SIPIL UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR
 HARI/TGL PENGAMBILAN DATA :

Q1 = 0.0194 m³/det
 H = 0.01 m
 T = 27C

No	Letak titik	t (detik)	V (m/detik)					h (m)	h (m)					h (rata-rata) (m)	Lebar (b) (m)	luas Penampang (m ²)	Debit (m ³ /detik)
			1	2	3	4	5		1	2	3	4	5				
1	titik 1	600	0.6	0.6	0.7	0.8	0.6	0.700	0.108	0.095	0.097	0.102	0.109	0.103	0.5	0.063	0.04235
		1200	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.800	0.111	0.098	0.101	0.111	0.112	0.100			
		1800	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.800	0.112	0.097	0.095	0.101	0.103	0.099			
			Rata-rata					0.800	0.113	0.108	0.105	0.110	0.117	0.105			0.101
2	titik 2	600	0.7	0.8	0.7	0.7	0.8	0.750	0.113	0.108	0.115	0.118	0.117	0.5	0.064	0.04166	
		1200	0.8	0.7	0.8	0.8	0.8	0.790	0.111	0.103	0.097	0.113	0.101				
		1800	0.8	0.8	0.7	0.8	0.8	0.780	0.105	0.091	0.091	0.110	0.112				0.104
			Rata-rata					0.767	0.112	0.105	0.107	0.115	0.116	0.109			0.109
3	titik 3	600	0.8	0.7	0.6	0.7	0.8	0.720	0.123	0.115	0.127	0.125	0.131	0.5	0.068	0.04129	
		1200	0.7	0.7	0.7	0.7	0.8	0.760	0.114	0.121	0.113	0.117	0.123				
		1800	0.7	0.7	0.6	0.7	0.7	0.680	0.111	0.103	0.099	0.107	0.111				
			Rata-rata					0.707	0.117	0.116	0.112	0.120	0.117	0.117			0.117
4	titik 4	600	0.7	0.7	0.6	0.7	0.7	0.680	0.128	0.132	0.132	0.132	0.128	0.5	0.060	0.04075	
		1200	0.7	0.6	0.6	0.7	0.8	0.680	0.121	0.119	0.117	0.118	0.119				
		1800	0.5	0.6	0.7	0.5	0.7	0.580	0.105	0.111	0.115	0.109	0.111				
			Rata-rata					0.680	0.127	0.129	0.127	0.128	0.120	0.120			0.120
5	titik 5	600	0.6	0.7	0.6	0.6	0.6	0.620	0.131	0.135	0.132	0.134	0.132	0.5	0.063	0.04023	
		1200	0.6	0.8	0.7	0.6	0.7	0.660	0.124	0.133	0.126	0.126	0.126				
		1800	0.5	0.7	0.5	0.7	0.6	0.600	0.124	0.113	0.116	0.114	0.112				
			Rata-rata					0.646	0.127	0.128	0.127	0.127	0.126	0.126			0.126
6	titik 6	600	0.5	0.5	0.2	0.3	0.5	0.450	0.127	0.128	0.123	0.123	0.122	0.5	0.063	0.03982	
		1200	0.5	0.6	0.5	0.5	0.6	0.540	0.118	0.114	0.113	0.113	0.111				
		1800	0.6	0.6	0.4	0.5	0.7	0.550	0.129	0.127	0.123	0.123	0.122				
			Rata-rata					0.487	0.127	0.125	0.122	0.122	0.122	0.122			0.122
7	titik 7	600	0.4	0.3	0.2	0.3	0.4	0.340	0.132	0.133	0.132	0.122	0.130	0.5	0.065	0.02761	
		1200	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.460	0.119	0.114	0.114	0.111	0.111				
		1800	0.5	0.5	0.4	0.4	0.6	0.480	0.113	0.112	0.112	0.115	0.115				
			Rata-rata					0.427	0.125	0.127	0.125	0.124	0.124	0.124			0.124
8	titik 8	600	0.3	0.2	0.2	0.3	0.3	0.280	0.125	0.123	0.122	0.121	0.112	0.5	0.065	0.022718	
		1200	0.4	0.4	0.3	0.4	0.4	0.360	0.121	0.111	0.112	0.108	0.108				
		1800	0.4	0.5	0.3	0.3	0.4	0.380	0.118	0.117	0.122	0.126	0.128				
			Rata-rata					0.340	0.124	0.122	0.122	0.124	0.124	0.124			0.124
9	titik 9	600	0.3	0.1	0.2	0.2	0.3	0.220	0.132	0.129	0.128	0.131	0.132	0.5	0.065	0.01538	
		1200	0.3	0.3	0.2	0.2	0.3	0.260	0.127	0.129	0.129	0.129	0.134				
		1800	0.3	0.2	0.3	0.2	0.3	0.260	0.129	0.126	0.128	0.132	0.129				
			Rata-rata					0.233	0.129	0.128	0.131	0.132	0.130	0.130			0.130
10	titik 10	600	0.2	0.2	0.1	0.2	0.3	0.200	0.126	0.131	0.132	0.131	0.128	0.5	0.066	0.01294	
		1200	0.2	0.2	0.1	0.2	0.3	0.200	0.131	0.128	0.135	0.137	0.136				
		1800	0.2	0.2	0.1	0.1	0.3	0.180	0.126	0.125	0.133	0.131	0.132				
			Rata-rata					0.193	0.126	0.129	0.131	0.132	0.132	0.133			0.133

Q1 = 0,01283 m³/det
 H = 0,01 m
 T = 22°C

No	tebak turb	V(m/detik)					Kor. Haba rata	h (m)					h (rata- rata) (m)	Lebar (b) (m)	Luas Perak (m ²)	Debit (m ³ /det)
		1	2	3	4	5		1	2	3	4	5				
1	600	0,8	0,8	0,7	0,8	0,8	0,790	0,110	0,108	0,110	0,105	0,105	0,108	0,5	0,0708	0,04233
	1200	0,8	0,7	0,7	0,7	0,7	0,730	0,110	0,109	0,110	0,112	0,111				
	1800	0,8	0,7	0,7	0,7	0,6	0,733	0,110	0,112	0,110	0,112	0,112				
		Rata-rata						Rata-rata								
		0,7	0,8	0,8	0,8	0,7	0,750	0,110	0,109	0,110	0,105	0,109	0,109			
2	600	0,7	0,8	0,8	0,8	0,7	0,750	0,110	0,112	0,110	0,112	0,112	0,5	0,065	0,03960	
	1200	0,7	0,7	0,6	0,7	0,8	0,750	0,110	0,110	0,110	0,111	0,111				
	1800	0,7	0,7	0,7	0,7	0,6	0,718	0,110	0,109	0,110	0,112	0,110				
		Rata-rata						Rata-rata								
		0,7	0,7	0,7	0,7	0,6	0,718	0,110	0,112	0,110	0,115	0,115				
3	600	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,700	0,110	0,112	0,110	0,112	0,112	0,5	0,066	0,03960	
	1200	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,700	0,110	0,112	0,110	0,112	0,112				
	1800	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,700	0,110	0,112	0,110	0,112	0,112				
		Rata-rata						Rata-rata								
		0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,700	0,110	0,112	0,110	0,112	0,112				
4	600	0,6	0,7	0,7	0,6	0,6	0,640	0,110	0,112	0,110	0,112	0,112	0,5	0,060	0,03768	
	1200	0,7	0,6	0,5	0,6	0,7	0,620	0,110	0,112	0,110	0,112	0,112				
	1800	0,7	0,7	0,6	0,6	0,6	0,640	0,110	0,112	0,110	0,112	0,112				
		Rata-rata						Rata-rata								
		0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,640	0,110	0,112	0,110	0,112	0,112				
5	600	0,5	0,6	0,6	0,5	0,5	0,560	0,110	0,112	0,110	0,112	0,112	0,5	0,064	0,03080	
	1200	0,6	0,6	0,6	0,5	0,7	0,560	0,110	0,112	0,110	0,112	0,112				
	1800	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	0,560	0,110	0,112	0,110	0,112	0,112				
		Rata-rata						Rata-rata								
		0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,560	0,110	0,112	0,110	0,112	0,112				
6	600	0,4	0,5	0,4	0,5	0,5	0,460	0,110	0,112	0,110	0,112	0,112	0,5	0,064	0,03080	
	1200	0,5	0,5	0,4	0,5	0,6	0,460	0,110	0,112	0,110	0,112	0,112				
	1800	0,5	0,4	0,4	0,5	0,5	0,460	0,110	0,112	0,110	0,112	0,112				
		Rata-rata						Rata-rata								
		0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,460	0,110	0,112	0,110	0,112	0,112				
7	600	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,400	0,110	0,112	0,110	0,112	0,112	0,5	0,066	0,02605	
	1200	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,400	0,110	0,112	0,110	0,112	0,112				
	1800	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,400	0,110	0,112	0,110	0,112	0,112				
		Rata-rata						Rata-rata								
		0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,400	0,110	0,112	0,110	0,112	0,112				
8	600	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,300	0,110	0,112	0,110	0,112	0,112	0,5	0,067	0,01865	
	1200	0,3	0,4	0,2	0,3	0,3	0,300	0,110	0,112	0,110	0,112	0,112				
	1800	0,3	0,3	0,2	0,2	0,3	0,300	0,110	0,112	0,110	0,112	0,112				
		Rata-rata						Rata-rata								
		0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,300	0,110	0,112	0,110	0,112	0,112				
9	600	0,3	0,2	0,2	0,3	0,3	0,260	0,110	0,112	0,110	0,112	0,112	0,5	0,067	0,01618	
	1200	0,3	0,2	0,1	0,2	0,3	0,260	0,110	0,112	0,110	0,112	0,112				
	1800	0,3	0,2	0,2	0,2	0,3	0,260	0,110	0,112	0,110	0,112	0,112				
		Rata-rata						Rata-rata								
		0,3	0,2	0,2	0,2	0,3	0,260	0,110	0,112	0,110	0,112	0,112				
10	600	0,2	0,3	0,1	0,2	0,3	0,200	0,110	0,112	0,110	0,112	0,112	0,5	0,068	0,01411	
	1200	0,2	0,2	0,1	0,2	0,3	0,200	0,110	0,112	0,110	0,112	0,112				
	1800	0,2	0,2	0,1	0,2	0,3	0,200	0,110	0,112	0,110	0,112	0,112				
		Rata-rata						Rata-rata								
		0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,200	0,110	0,112	0,110	0,112	0,112				

No	lebak titik	Q (m ³ /det)	kec. Aliran (m/det)	Tinggi muka air (m)	Lebar (m)	Kem. Sal (m)	Luas Penampang (A) (m ²)	Ketinggian basop m	Jari-jari hidro (R) m	Reynold (Re)	Froude (Fr)	Keterangan Reynold (Re) Froude (Fr)
1	Titik 1	0.02873	0.800	0.070	0.5	0.0022	0.035	0.640	0.095	53533.5	0.990	turbulen Kritis
2	Titik 2	0.02921	0.790	0.077	0.5	0.0022	0.038	0.654	0.099	53254.8	0.875	turbulen Kritis
3	Titik 3	0.02905	0.790	0.083	0.5	0.0022	0.042	0.666	0.092	52988.8	0.776	turbulen Kritis
4	Titik 4	0.03003	0.647	0.093	0.5	0.0022	0.046	0.686	0.068	52390.7	0.678	turbulen Sub Kritis
5	Titik 5	0.02944	0.573	0.099	0.5	0.0022	0.050	0.698	0.071	48531.4	0.541	turbulen Sub Kritis
6	Titik 6	0.01642	0.300	0.103	0.5	0.0022	0.051	0.705	0.073	27345.5	0.339	turbulen Sub Kritis
7	Titik 7	0.01311	0.253	0.104	0.5	0.0022	0.054	0.707	0.071	22206.5	0.261	turbulen Sub Kritis
8	Titik 8	0.01122	0.213	0.105	0.5	0.0022	0.053	0.710	0.074	14826.9	0.220	turbulen Sub Kritis
9	Titik 9	0.00802	0.187	0.106	0.5	0.0022	0.053	0.712	0.075	10290.8	0.183	turbulen Sub Kritis
10	Titik 10	0.00856	0.160	0.107	0.5	0.0022	0.064	0.715	0.075	14834.3	0.156	turbulen Sub Kritis

No	lelak titik	q (m ³ /det)	kec. Aliran (m/det)	Tinggi muka air (m)	Lebar (m)	Kem. Sal (m)	Luas Penampang (A) (m ²)	Ketinggian basop m	Jari-jari hidro (R) m	Reynold (Re)	Froude (Fr)	Keterangan Reynold (Re) Froude (Fr)
1	Titik 1	0.04035	0.800	0.101	0.5	0.0022	0.055	0.702	0.075	71948.8	0.804	turbulen Kritis
2	Titik 2	0.04166	0.767	0.109	0.5	0.0022	0.054	0.712	0.076	69213.3	0.743	turbulen Sub Kritis
3	Titik 3	0.04129	0.707	0.117	0.5	0.0022	0.054	0.714	0.064	67071.2	0.660	turbulen Sub Kritis
4	Titik 4	0.04075	0.690	0.120	0.5	0.0022	0.060	0.720	0.081	65665.9	0.627	turbulen Sub Kritis
5	Titik 5	0.04023	0.640	0.126	0.5	0.0022	0.063	0.751	0.044	63815.8	0.576	turbulen Sub Kritis
6	Titik 6	0.03882	0.467	0.127	0.5	0.0022	0.063	0.753	0.044	48765.7	0.437	turbulen Sub Kritis
7	Titik 7	0.02761	0.427	0.129	0.5	0.0022	0.065	0.759	0.065	43361.4	0.379	turbulen Sub Kritis
8	Titik 8	0.02218	0.340	0.130	0.5	0.0022	0.065	0.761	0.066	34740.8	0.301	turbulen Sub Kritis
9	Titik 9	0.01528	0.233	0.131	0.5	0.0022	0.067	0.762	0.066	23897.7	0.206	turbulen Sub Kritis
10	Titik 10	0.01284	0.193	0.133	0.5	0.0022	0.066	0.766	0.087	19985.3	0.189	turbulen Sub Kritis

No	lelak titik	q (m ³ /det)	kec. Aliran (m/det)	Tinggi muka air (m)	Lebar (m)	Kem. Sal (m)	Luas Penampang (A) (m ²)	Ketinggian basop m	Jari-jari hidro (R) m	Reynold (Re)	Froude (Fr)	Keterangan Reynold (Re) Froude (Fr)
1	Titik 1	0.04233	0.733	0.109	0.5	0.0022	0.058	0.719	0.080	70185.1	0.708	turbulen Sub Kritis
2	Titik 2	0.03940	0.713	0.110	0.5	0.0022	0.055	0.721	0.077	65138.3	0.685	turbulen Sub Kritis
3	Titik 3	0.03840	0.680	0.113	0.5	0.0022	0.056	0.716	0.078	63048.5	0.646	turbulen Sub Kritis
4	Titik 4	0.03768	0.633	0.119	0.5	0.0022	0.060	0.738	0.081	60859.8	0.586	turbulen Sub Kritis
5	Titik 5	0.03511	0.560	0.125	0.5	0.0022	0.063	0.751	0.084	55740.3	0.505	turbulen Sub Kritis
6	Titik 6	0.03080	0.480	0.128	0.5	0.0022	0.064	0.757	0.085	48515.9	0.428	turbulen Sub Kritis
7	Titik 7	0.02625	0.400	0.131	0.5	0.0022	0.066	0.763	0.086	41035.8	0.352	turbulen Sub Kritis
8	Titik 8	0.01865	0.280	0.133	0.5	0.0022	0.067	0.766	0.087	29001.1	0.246	turbulen Sub Kritis
9	Titik 9	0.01618	0.240	0.135	0.5	0.0022	0.067	0.770	0.088	25061.1	0.209	turbulen Sub Kritis
10	Titik 10	0.01411	0.207	0.137	0.5	0.0022	0.068	0.773	0.088	21752.0	0.179	turbulen Sub Kritis

Letak titik	Debit q m ³ /detik	Kec. Rata2 u m	Diameter D m	kedalaman h m	kemiringan i m	Bj Sedimen ρ _s kg/m ³	Bj Air ρ _a kg/m ³	To (cm.g.h/l) N/m ²	Gratit Shield N/m ²	To (ps-pw/g.d N/m ²)	u m/det	Ket
1	0.0287	0.820	0.00236	0.109	0.0022	2576	1000	1.528	0.035	1.277	0.0388	Diam
2	0.0292	0.760	0.00236	0.110	0.0022	2576	1000	1.559	0.034	1.241	0.0402	Diam
3	0.0291	0.700	0.00236	0.083	0.0022	2576	1000	1.791	0.033	1.208	0.0413	Mula Bergerak
4	0.0300	0.647	0.00236	0.093	0.0022	2576	1000	2.004	0.030	1.075	0.0448	Mula Bergerak
5	0.0294	0.573	0.00236	0.099	0.0022	2576	1000	2.141	0.027	0.976	0.0463	Bergerak
6	0.0164	0.320	0.00236	0.103	0.0022	2576	1000	2.214	0.027	0.992	0.0471	Bergerak
7	0.0131	0.253	0.00236	0.104	0.0022	2576	1000	2.234	0.025	0.912	0.0473	Bergerak
8	0.0112	0.213	0.00236	0.105	0.0022	2576	1000	2.270	0.024	0.875	0.0476	Bergerak
9	0.0099	0.187	0.00236	0.106	0.0022	2576	1000	2.293	0.022	0.803	0.0479	Bergerak
10	0.0096	0.160	0.00236	0.107	0.0022	2576	1000	2.315	0.020	0.730	0.0481	Bergerak

Letak titik	Debit q m ³ /detik	Kec. Rata2 u m	Diameter D m	kedalaman h m	kemiringan i m	Bj Sedimen ρ _s kg/m ³	Bj Air ρ _a kg/m ³	To (cm.g.h/l) N/m ²	Gratit Shield N/m ²	To (ps-pw/g.d N/m ²)	u m/det	Ket
1	0.0424	0.800	0.00236	0.101	0.0022	2576	1000	2.375	0.020	1.423	0.0466	Diam
2	0.0417	0.767	0.00236	0.109	0.0022	2576	1000	2.365	0.037	1.350	0.0484	Mula Bergerak
3	0.0413	0.707	0.00236	0.117	0.0022	2576	1000	2.522	0.036	1.314	0.0502	Mula Bergerak
4	0.0408	0.640	0.00236	0.130	0.0022	2576	1000	2.587	0.035	1.277	0.0509	Bergerak
5	0.0402	0.640	0.00236	0.126	0.0022	2576	1000	2.714	0.034	1.241	0.0521	Bergerak
6	0.0308	0.487	0.00236	0.127	0.0022	2576	1000	2.734	0.033	1.204	0.0523	Bergerak
7	0.0276	0.427	0.00236	0.129	0.0022	2576	1000	2.791	0.032	1.168	0.0528	Bergerak
8	0.0222	0.340	0.00236	0.133	0.0022	2576	1000	2.816	0.031	1.131	0.0531	Bergerak
9	0.0153	0.233	0.00236	0.131	0.0022	2576	1000	2.827	0.030	1.095	0.0532	Bergerak
10	0.0128	0.193	0.00236	0.133	0.0022	2576	1000	2.876	0.030	1.095	0.0535	Bergerak

Letak titik	Debit q m ³ /detik	Kec. Rata2 u m	Diameter D m	kedalaman h m	kemiringan i m	Bj Sedimen ρ _s kg/m ³	Bj Air ρ _a kg/m ³	To (cm.g.h/l) N/m ²	Gratit Shield N/m ²	To (ps-pw/g.d N/m ²)	u m/det	Ket
1	0.0423	0.733	0.00236	0.109	0.0022	2576	1000	2.364	0.038	1.387	0.0486	Diam
2	0.0394	0.713	0.00236	0.110	0.0022	2576	1000	2.384	0.037	1.350	0.0488	Mula Bergerak
3	0.0394	0.680	0.00236	0.113	0.0022	2576	1000	2.437	0.035	1.277	0.0494	Mula Bergerak
4	0.0377	0.633	0.00236	0.119	0.0022	2576	1000	2.588	0.034	1.241	0.0507	Bergerak
5	0.0351	0.560	0.00236	0.125	0.0022	2576	1000	2.706	0.034	1.241	0.0520	Bergerak
6	0.0308	0.480	0.00236	0.128	0.0022	2576	1000	2.770	0.034	1.241	0.0526	Bergerak
7	0.0263	0.400	0.00236	0.131	0.0022	2576	1000	2.833	0.034	1.241	0.0532	Bergerak
8	0.0186	0.280	0.00236	0.133	0.0022	2576	1000	2.875	0.032	1.168	0.0536	Bergerak
9	0.0162	0.240	0.00236	0.135	0.0022	2576	1000	2.911	0.031	1.131	0.0540	Bergerak
			0.00236	0.137	0.0022	2576	1000	2.947	0.031	1.131	0.0543	Bergerak