

SKRIPSI

STUDI KARAKTERISTIK ALIRAN DI SEKITAR

ABUTMENT JEMBATAN

(UJI MODEL LABORATORIUM)



FAKULTAS TEKNIK

JURUSAN TEKNIK SIPIL PENGAIRAN

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR

2015



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

HALAMAN PENGESAHAN

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 : **Studi Karakteristik Allran di Sekitar Abutmen Jembatan (Uji Laboratorium)**

Nama : Abd. Salam
Salmia

Stambuk : 105 81 1185 10
105 81 1186 10

Makassar, 09 Juni 2015

Telah Diperiksa dan Disetujui
Oleh Dosen Pembimbing;

Pembimbing I

Ir. H. Maruddin Laining, MS.

Pembimbing II

Ir. Nenny T Karim, ST., MT.

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Sipil



Muh. Syafaat S. Kuba, ST
NBM : 075 288

FAKULTAS TEKNIK

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

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

PENGESAHAN

Skripsi atas nama Abd. Salam dengan nomor induk Mahasiswa 105 81 1185 10 dan Salmia dengan nomor induk Mahasiswa 105 81 1186 10, dinyatakan diterima dan disahkan oleh Panitia Ujian Tugas Akhir/Skripsi sesuai dengan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar Nomor : 055/05/A.5-II/V/36/2015, sebagai salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Pengairan Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar pada hari Minggu tanggal 10 Mei 2015

Makassar, 22 Sya'ban 1436 H
09 Juni 2015 M

Panitia Ujian :

1. Pengawas Umum

a. Rektor Universitas Muhammadiyah Makassar

Dr. H. Irwan Akib, M.Pd.

b. Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

Dr. -Ing. Ir. Wahyu H. Piarah, MSME.

2. Penguji

a. Ketua

Prof. Dr. Ir. H. Lawalenna Samang, MS., M.Eng.

b. Sekretaris

Amrullah Mansida, ST., MT.

3. Anggota

1. Dr. Ir. H. Muh. Idrus Ompo, Sp. PSDA

2. Ir. H. Abd. Rahim Nanda, MT.

3. Ir. Hamzah Al Imran, ST., MT.

Mengetahui :

Pembimbing I



Ir. H. Maruddin Laining, MS.

Pembimbing II

Ir. Nenny T Karim, ST., MT.



KATA PENGANTAR

Syukur Alhamdulillah penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, karena rahmat dan hidayah-Nyalah sehingga penulis dapat menyusun Proposal rencana penelitian dengan judul :“STUDI KARAKTERISTIK ALIRAN DI SEKITAR ABUTMENT JEMBATAN”.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa di dalam penelitian ini masih terdapat kekurangan dan kesalahan, hal ini disebabkan penulis sebagai manusia biasa tidak lepas dari kekhilafan baik itu. Oleh karena itu penulis menerima dengan ikhlas dan senang hati segala koreksi serta perbaikan guna penyempurnaan tulisan ini agar kelak dapat lebih bermanfaat.

Proposal rencana penelitian ini dapat terwujud atas bantuan, arahan, dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu dengan segala ketulusan dan kerendahan hati, kami mengucapkan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada:

1. Bapak Hamzah Al Imran, ST., MT. sebagai Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
2. Bapak Muh. Syafaat S. Kuba, ST. Sebagai Ketua Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
3. Bapak Ir. H. Maruddin Laining MS. selaku Pembimbing I dan Ibu Nenny T Karim, ST., MT. Selaku pembimbing II, yang telah banyak meluangkan waktu, memberikan bimbingan dan pengarahan sehingga terwujudnya proposal ini.

4. Bapak proses belajar mengajar di Universitas Muhammadiyah Makassar.
5. Ayahanda, Ibunda dan Saudara-saudara yang tercinta, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya atas segala limpahan kasih sayang, doa, dorongan dan pengorbanannya.
6. Rekan-rekan mahasiswa Fakultas Teknik, terkhusus Saudaraku Angkatan 2010 yang dengan keakraban dan persaudaraannya banyak membantu dalam menyelesaikan proposal penelitian ini.

Semoga semua pihak tersebut di atas mendapat pahala yang berlipat ganda di sisi Allah SWT dan proposal penelitian yang sederhana ini dapat bermanfaat bagi penulis, rekan-rekan, masyarakat serta bangsa dan negara .Amin.

Makassar, Mei 2015

Penulis



ABSTRAK

Studi karakteristik aliran di sekitar abutment jembatan (uji laboratorium) dibimbing oleh Ir. H. Maruddin Laining, MS. dan Ir. Neny T Karim, ST, MT. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh kecepatan aliran terhadap gerusan lokal yang terjadi di sekitar abutmen jembatan, serta untuk mengetahui pola aliran yang lebih efektif diantara dua model abutment yang digunakan. Penelitian ini merupakan eksperimental dengan simulasi model fisika dilakukan di laboratorium Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar. Jenis model karakteristik aliran yang diaplikasikan dengan membuat saluran dengan lebar dasar saluran (B): 30 cm, tinggi (H) :40 cm, kemiringan saluran 1 :0,5, dan panjang saluran : 900 cm. Hasil penelitian menunjukkan bahwa 1). Kecepatan aliran berbanding lurus dengan kedalaman gerusan, Semakin besar kecepatan aliran maka semakin besar pula kedalaman gerusan. Kecepatan aliran mencapai 0,5 m/dtk dan kedalaman Gerusan mencapai 2,7 cm, begitu pun sebaliknya semakin kecil kecepatan aliran maka semakin kecil pula kedalaman gerusan. kecepatan aliran mencapai 0,1 m/dtk dan kedalaman gerusan mencapai 0,5 cm. 2). Model abutment tipe I pola alirannya lebih efektif dibandingkan dengan model abutment tipe II. Untuk Q_1 Pada model I, Kecepatan aliran mencapai 0,5 m/dtk, dan kedalaman gerusannya mencapai 2,8 cm. Sedangkan pada model II Kecepatan alirannya mencapai 0,6 m/dtk, dan kedalaman gerusannya mencapai 3,7 cm.

Kata kunci: Abutment Jembatan, Karakteristik Aliran, Gerusan Lokal.

Study the characteristics of the flow around the bridge abutments (test laboratory) led by Ir. H. Maruddin Laining, MS. and Ir. Neny T Karim, ST, MT. This study aims to determine the effect of the flow rate of the scours is happening around bridge abutments, as well as to determine the flow pattern of the more effective of the two models are digunakan abutment. This study is experimental physics model simulations carried out at the laboratories of the Faculty of Engineering, University of Muhammadiyah Makassar. This type of model the flow characteristics that are applied to create a channel by channel basis width (B): 30 cm, height (H): 40 cm, the slope of the channel 1: 0.5, and the channel length: 900 cm. The results showed that 1). The flow velocity is proportional to the depth of scour, The greater the flow rate, the greater the depth of scour. Flow rate of up to 0.5 m / sec and scours depth of 2.7 cm, and vice versa the smaller the flow rate, the smaller the depth scour. Celerity also flow reaches 0.1 m / sec and scour depth reaches 0.5 cm. 2). Model abutment type I flow pattern is more effective than the abutment models of type II. For Q_1 In model I, flow rate up to 0.5 m / sec, and a depth of 2.8 cm the scour. Whereas the second model of the flow speed reaches 0.6 m / sec, and a depth of 3.7 cm the scour.

Keywords: Bridge Abutment, Flow Characteristics, Scours.

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
ABSTRAK	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN	xii
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	4
C. Tujuan Penelitian.....	4
D. Manfaat Penelitian.....	5
E. Batasan Masalah.....	5
F. Sistematika Penulisan	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
A. Saluran Terbuka.....	8
B. Karakteristik Aliran	11
C. Pengukuran Debit.....	18
D. Abutment Jembatan	19
BAB III METODE PENELITIAN	
A. Lokasi dan Waktu Penelitian	24

B. Jenis Penelitian dan Sumber Data.....	24
C. Model Penelitian Saluran dan Abutment jembatan ..	25
D. Alat dan Bahan.....	26
E. Variabel yang diteliti	29
F. Prosedur / Langkah Penelitian.....	30
G. Pencatatan Data.....	31
H. Analisa Data.....	31
I. Flow Chart Penelitian	32
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
A. Karakteristik Pola Aliran	33
B. Kecepatan Aliran dan Gerusan Lokal Pada Zona Abutment.....	38
C. Pengaruh Abutment Terhadap Kecepatan Aliran dan Gerusan Lokal	50
BAB V PENUTUP	
A. Kesimpulan	54
B. Saran	55
DAFTAR PUSTAKA	56

DAFTAR TABEL

Nomor	Halaman
1. Hasil Perhitungan bilangan Froude model tipe I	33
2. Hasil Perhitungan bilangan Froude model tipe II	34
3. Viskositas kinematis sebagai hubungan fungsi suhu	35
4. Perhitungan bilangan Reynold (Re) Model tipe I	35
5. Perhitungan bilangan Reynold (Re) Model tipe II	36
6. Rekapitulasi bilangan Froude dan bilangan reynold pada model tipe I	37
7. Rekapitulasi bilangan Froude dan bilangan reynold pada model tipe II	37
8. Data pengukuran kecepatan aliran dan gerusan local untuk Q1 sayap kiri (Tipe I).....	38
9. Data pengukuran kecepatan aliran dan gerusan local untuk Q1 sayap kanan (Tipe I)	39
10. Data pengukuran kecepatan aliran dan gerusan local untuk Q2 sayap kiri (Tipe I).....	40
11. Data pengukuran kecepatan aliran dan gerusan local untuk Q2 sayap kanan (Tipe I)	41
12. Data pengukuran kecepatan aliran dan gerusan local untuk Q3 sayap kiri (Tipe I).....	42
13. Data pengukuran kecepatan aliran dan gerusan local untuk	

Q3 sayap kanan (Tipe I)	43
14. Data pengukuran kecepatan aliran dan gerusan local untuk Q1 sayap kiri (Tipe II).....	44
15. Data pengukuran kecepatan aliran dan gerusan local untuk Q1 sayap kanan (Tipe II)	45
16. Data pengukuran kecepatan aliran dan gerusan local untuk Q2 sayap kiri (Tipe II).....	46
17. Data pengukuran kecepatan aliran dan gerusan local untuk Q2 sayap kanan (Tipe II)	47
18. Data pengukuran kecepatan aliran dan gerusan local untuk Q3 sayap kiri (Tipe II).....	48
19. Data pengukuran kecepatan aliran dan gerusan local untuk Q3 sayap kanan (Tipe II)	49
20. Kecepatan aliran dan gerusan local dititik pengamatan (TP.2, TP.4,TP.5 dan TP.7) pada sayap kiri	49
21. Kecepatan aliran dan gerusan local dititik pengamatan (TP.2, TP.4,TP.5 dan TP.7) pada sayap kanan	49

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Halaman
1. Penampang Saluran trapesium	10
2. Diagram Klasifikasi aliran saluran terbuka	12
3. Pola penjalaran gelombang di saluran terbuka	15
4. Aliran laminar dan aliran turbulen	17
5. Penampang saluran berbentuk trapesium	25
6. Model abutment tipe I	25
7. Model abutment tipe II	26
8. Denah Saluran penelitian	26
9. Potongan A - A	27
10. Potongan B- B	27
11. Peralatan yang digunakan	27
12. Diagram alur penelitian	32
13. Hubungan antara kecepatan aliran dan bilangan Froude untuk berbagai variasi debit model tipe I	33
14 Hubungan antara kecepatan aliran dan bilangan Froude untuk berbagai variasi debit model tipe II	34
15. Hubungan antara Kecepatan Aliran dan bilangan Reynold Pada Model tipe I	35
16. Hubungan antara Kecepatan Aliran dan bilangan Reynold Pada Model tipe II	36

17. Grafik perbandingan hubungan kecepatan aliran dan gerusan Dengan titik pengamatan $Q_1=0.0018 \text{ m}^3/\text{dtk}$ (Tipe I kiri)	38
18. Grafik perbandingan hubungan kecepatan aliran dan gerusan Dengan titik pengamatan $Q_1=0.0018 \text{ m}^3/\text{dtk}$ (Tipe I kanan) ..	39
19. Grafik perbandingan hubungan kecepatan aliran dan gerusan Dengan titik pengamatan $Q_2=0.0057 \text{ m}^3/\text{dtk}$ (Tipe I kiri)	40
20. Grafik perbandingan hubungan kecepatan aliran dan gerusan Dengan titik pengamatan $Q_2=0.0057 \text{ m}^3/\text{dtk}$ (Tipe I kanan) ..	41
21. Grafik perbandingan hubungan kecepatan aliran dan gerusan Dengan titik pengamatan $Q_3=0.0071 \text{ m}^3/\text{dtk}$ (Tipe I kiri)	42
22. Grafik perbandingan hubungan kecepatan aliran dan gerusan Dengan titik pengamatan $Q_3=0.0071 \text{ m}^3/\text{dtk}$ (Tipe I kanan) ..	43
23. Grafik perbandingan hubungan kecepatan aliran dan gerusan Dengan titik pengamatan $Q_1=0.0018 \text{ m}^3/\text{dtk}$ (Tipe II kiri)	44
24. Grafik perbandingan hubungan kecepatan aliran dan gerusan Dengan titik pengamatan $Q_1=0.0018 \text{ m}^3/\text{dtk}$ (Tipe II kanan) .	45
25. Grafik perbandingan hubungan kecepatan aliran dan gerusan Dengan titik pengamatan $Q_2=0.0057 \text{ m}^3/\text{dtk}$ (Tipe II kiri)	46
26. Grafik perbandingan hubungan kecepatan aliran dan gerusan Dengan titik pengamatan $Q_2=0.0057 \text{ m}^3/\text{dtk}$ (Tipe II kanan)	47
27. Grafik perbandingan hubungan kecepatan aliran dan gerusan Dengan titik pengamatan $Q_3=0.0071 \text{ m}^3/\text{dtk}$ (Tipe II kiri)	48
28. Grafik perbandingan hubungan kecepatan aliran dan gerusan Dengan titik pengamatan $Q_3=0.0071 \text{ m}^3/\text{dtk}$ (Tipe II kanan) .	59

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

Notasi		Definisi dan keterangan
Q	=	Debit (m^3/det)
h	=	Kedalaman dasar saluran (m)
b	=	lebar dasar saluran (m)
P	=	keliling Basah (m)
A	=	Luas penampang (m^2)
T	=	Suhu ($^{\circ}\text{C}$)
t	=	Waktu (detik)
Re	=	Bilangan Reynold
Fr	=	Bilangan Froude
g	=	Gaya gravitasi (m/detik^2)
R	=	Jari-jari hidrolis (m)
S	=	Kemiringan dasar saluran
$\bar{v}$	=	Kecepatan rata-rata aliran (m/det)
μ	=	Viskositas kinematik
ρ	=	Kerapatan air dengan satuan (kg/m^3)
TP	=	Titik pengamatan
Ds	=	Gerusan



BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Sungai merupakan suatu saluran drainase yang terbentuk secara alami yang mempunyai fungsi sebagai saluran. Menurut Chow (1992), saluran yang mengalirkan air dengan suatu permukaan bebas disebut saluran terbuka. Menurut asalnya, saluran dapat digolongkan menjadi saluran alam (*natural*) dan saluran buatan (*artificial*). Saluran alam meliputi semua alur air yang terdapat secara alamiah di bumi, mulai dari anak selokan kecil di pegunungan, sungai kecil, dan sungai besar hingga sampai ke muara sungai. Kondisi aliran saluran terbuka berdasarkan pada kedudukan permukaan bebasnya cenderung berubah sesuai waktu dan ruang.

Jembatan adalah suatu konstruksi yang menghubungkan dua bagian jalan yang terputus karena suatu rintangan, baik itu karena sungai, danau, kali, atau rawa. Menurut letak geografis tempat-tempat di sekitar kita, begitu banyak rintangan-rintangan yang mengakibatkan dua bagian jalan terputus. Salah satu rintangan tersebut contohnya adalah sungai. Oleh karena itu, sangat banyak kita melihat konstruksi jembatan yang menghubungkan antara satu tempat dengan tempat yang lain karena dirintangi oleh sungai.

Abutmen merupakan bangunan pelengkap jembatan yang terletak di pinggir sungai, yang dapat mengakibatkan perubahan pola aliran. Bangunan seperti abutmen jembatan selain dapat merubah pola aliran juga dapat menimbulkan perubahan bentuk dasar saluran seperti penggerusan.

Gerusan lokal yang terjadi pada abutmen biasanya terjadi gerusan pada bagian hulu abutmen dan proses deposisi pada bagian hilir abutmen (Hanwar, 1999). Dampak dari gerusan lokal harus diwaspadai karena dapat berpengaruh pada penurunan stabilitas keamanan bangunan air. Mengingat kompleks dan pentingnya permasalahan di atas, kajian tentang gerusan lokal (*local scouring*) di sekitar abutmen jembatan yang terdapat pada sungai akibat adanya pengaruh kedalaman aliran perlu mendapat perhatian secara khusus, sehingga nantinya dapat diketahui mengenai pola aliran, pola gerusan dan kedalaman gerusan yang terjadi dan selanjutnya dapat pula dicari upaya pengendalian dan pencegahan gerusan pada abutmen jembatan. Banyak kasus tentang runtuhnya bangunan jembatan bukan hanya disebabkan oleh faktor konstruksi, namun persoalan gerusan di sekitar abutmen jembatan juga bisa menjadi penyebab lain, hal ini ditunjukkan karena proses gerusan yang terjadi secara terus menerus sehingga terjadi penurunan pada pangkal abutmen. Demikian juga apabila tidak terdapat bangunan pengendali gerusan di sekitar abutmen jembatan, dalamnya gerusan tidak akan dapat direduksi,

sehingga kedalaman gerusan bisa mencapai maksimum dan pada gilirannya dapat menimbulkan kegagalan struktur jembatan.

Di samping itu, ada hubungan ketergantungan antara kedalaman aliran, debit air, kemiringan dasar saluran, dan permukaan saluran bebas itu sendiri. Adanya bangunan air seperti abutment jembatan menyebabkan perubahan karakteristik aliran sehingga menimbulkan perubahan kecepatan dan atau turbulensi. Dan dengan perubahan bentuk model abutment jembatan juga dapat menyebabkan perubahan pola aliran sungai dan terbentuknya aliran tiga dimensi di sekitar abutment tersebut. Untuk itu perlu adanya upaya perkembangan inovasi model abutment yang dapat mengurangi gerusan di sekitar abutment.

Berdasarkan hal diatas, penulis melakukan penelitian pada abutment jembatan untuk mengetahui pola aliran yang terjadi dengan variasi debit rancangan yang berbeda. Penelitian dilakukan untuk mengetahui tinggi muka air, debit dan kecepatan aliran yang terjadi secara pengamatan. Maka dari itu penulis ingin melakukan penelitian dengan mengambil judul, "*studi karakteristik aliran di sekitar abutment jembatan (Uji Model Laboratorium)*"

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang di jelaskan di atas maka penelitian studi karakteristik aliran di sekitar abutment jembatan pada saluran terbuka maka dibuat rumusan masalah sebagai berikut:

- 1) Bagaimana pengaruh kecepatan aliran terhadap gerusan lokal yang terjadi di sekitar abutment jembatan ?
- 2) Tipe abutment manakah pola aliran yang lebih efektif di antara dua model abutment yang digunakan ?

C. Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah sebagaimana yang diuraikan di atas, maka penulis merumuskan tujuan penelitian sebagai berikut:

- 1) Untuk mengetahui pengaruh kecepatan aliran terhadap gerusan lokal yang terjadi di sekitar abutment jembatan.
- 2) Untuk mengetahui pola aliran yang lebih efektif diantara dua model abutment yang digunakan.

D. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

- 1) Sebagai bahan acuan dan informasi para peneliti dalam menentukan pengaruh kecepatan aliran terhadap gerusan lokal yang terjadi di sekitar abutment jembatan.
- 2) Sebagai referensi untuk mengetahui bagaimana pola aliran yang lebih efektif diantara dua model abutment yang digunakan.
- 3) Sebagai bahan acuan agar pihak- pihak yang berkepentingan dapat memperoleh gambaran mengenai masalah – masalah atau kontraksi yang terjadi di sekitar abutment jembatan.

E. Batasan Masalah

Pada penelitian ini dibatasi beberapa masalah masalah tersebut adalah sebagai berikut :

- 1) Penelitian ini menggunakan saluran terbuka (uji model laboratorium)
- 2) Saluran berbentuk trapesium dengan lebar saluran 0,3 m, tinggi saluran 0,4 m, panjang saluran 9 m serta kemiringan saluran 1:0,5 .
- 3) Penelitian ini menganalisa kecepatan aliran terhadap gerusan lokal di sekitar abutment jembatan pada saluran
- 4) Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pola aliran yang efektif diantara dua model abutment yang digunakan.
- 5) Model yang digunakan adalah abutment tipe I dan abutment tipe II
- 6) Menghitung besarnya kecepatan aliran, debit aliran, gerusan lokal dan

kedalaman aliran, yang terjadi di sekitar abutment jembatan.

F. Sistematika Penulisan

Penulisan ini merupakan susunan yang serasi dan teratur oleh karena itu dibuat dengan komposisi bab-bab mengenai pokok-pokok uraian sehingga mencakup pengertian tentang apa dan bagaimana, jadi sistematika penulisan diuraikan sebagai berikut:

BAB I. Merupakan bab pendahuluan yang menguraikan tentang latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

BAB II. Merupakan tinjauan pustaka yang memuat secara sistematis tentang teori, pemikiran dan hasil penelitian terdahulu yang ada hubungannya dengan penelitian ini. Bagian ini akan memberikan kerangka dasar yang komprehensif mengenai konsep, prinsip atau teori yang akan digunakan untuk pemecahan masalah yang meliputi tentang, saluran terbuka, karakteristik aliran, pengukuran debit, jembatan abutment.

BAB III. Merupakan metodologi penelitian yang menjelaskan waktu dan lokasi penelitian, bahan dan alat yang digunakan dalam penelitian serta tahap-tahap dalam proses penelitian di laboratorium, dimulai dari pembuatan saluran, dan pengambilan data pada kondisi yang bervariasi.

BAB IV. Merupakan Analisa Hasil dan Pembahasan yang menguraikan tentang hasil- hasil yang diperoleh dari proses penelitian dan hasil pembahasannya. Penyajian hasil penelitian memuat deskripsi sistematis tentang data yang diperoleh. Sedangkan pada bagian pembahasan adalah mengolah data hasil penelitian dengan tujuan untuk mencapai tujuan penelitian.

BAB V. merupakan penutup yang berisi tentang kesimpulan dari hasil penelitian, serta saran-saran dari penulis yang berkaitan dengan faktor pendukung dan faktor penghambat yang dialami selama penelitian berlangsung.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Saluran Terbuka

1. Pengertian Saluran Terbuka

Saluran terbuka adalah saluran di mana air mengalir dengan muka air bebas. Kajian tentang perilaku aliran dikenal dengan mekanika fluida (*fluid mechanics*). Hal ini menyangkut sifat-sifat fluida dan pengaruhnya terhadap pola aliran dan gaya yang akan timbul di antara fluida dan pembatas (dinding). Telah diketahui secara umum bahwa akibat adanya perilaku terhadap aliran untuk memenuhi kebutuhan manusia, menyebabkan terjadinya perubahan alur aliran dalam arah horizontal maupun vertikal. (Bambang Triatmodjo: 2008)

Berbagai permasalahan teknik yang berhubungan dengan aliran terkadang tidak dapat diselesaikan dengan analitis, maka harus melakukan pengamatan dengan membuat suatu saluran atau alat peraga, bentuk saluran ini mempunyai bentuk yang sama dengan permasalahan yang diteliti, tetapi ukuran dimensinya lebih kecil dari yang ada di lapangan

Saluran digolongkan menjadi dua macam yaitu, saluran alam (*natural*) dan saluran buatan (*artificial*). Saluran alam merupakan suatu aliran yang meliputi semua alur aliran air secara alami, seperti sungai yang kecil dan besar dimana alirannya mengalir dari hulu ke hilir. Saluran

buatan saluran yang dibuat dan direncanakan sesuai dengan konteks pemanfaatnya seperti, saluran irigasi, saluran drainase, saluran pembawa pada pembangkit listrik tenaga air dan saluran untuk industri. Karakteristik aliran yang terjadi pada saluran buatan merupakan aliran seragam yang terjadi di sepanjang saluran.

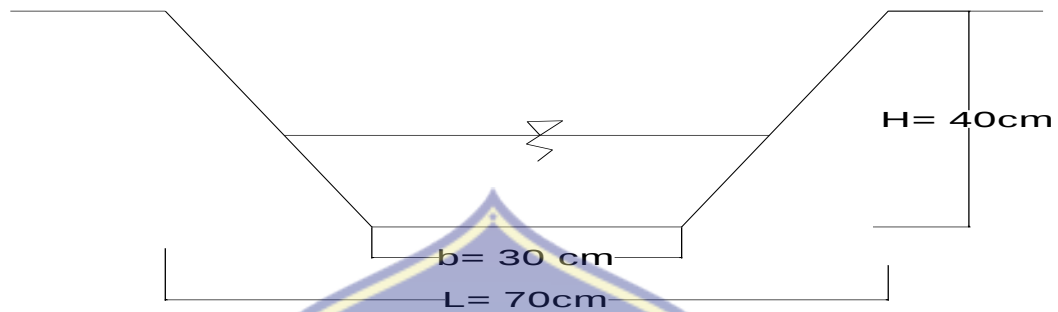
2. Unsur-unsur Geometri Saluran

Unsur-unsur geometri saluran adalah sifat-sifat suatu saluran yang dapat diuraikan seluruhnya berdasarkan geometri penampang dan kedalaman aliran. Unsur-unsur ini sangat penting dan banyak sekali dipakai dalam perhitungan.

Untuk penampang biasa yang sederhana, geometri dapat dinyatakan secara matematik menurut kedalaman aliran dan dimensi lainnya dari penampang tersebut. Namun untuk penampang yang rumit dan penampang saluran alam, belum ada rumus tertentu untuk menyatakan unsur-unsur tersebut, selain kurva-kurva yang menyatakan hubungan unsur-unsur ini dengan kedalaman aliran yang disiapkan untuk perhitungan hidrolis.

Penampang saluran buatan biasanya direncanakan berdasarkan bentuk geometri yang umum. Penampang saluran alam buatan umumnya sangat tidak beraturan, biasanya bervariasi dari bentuk seperti parabola sampai trapesium. Istilah penampang saluran (*channel section*) adalah tegak lurus terhadap arah aliran, sedangkan penampang vertikal saluran (

vertical channel section) adalah penampang vertikal melalui titik terbawah atau terendah dari penampang.



Gambar 1. Penampang saluran trapesium

$$\text{Luas Penampang (A)} = (b + mh) h \dots\dots\dots (1)$$

$$\text{Keliling basah (P)} = b + 2h \sqrt{1+m^2} \dots\dots\dots (2)$$

$$\text{Jari-jari hidrolis (R)} = \frac{A}{P} \dots\dots\dots (3)$$

Dimana : b = lebar dasar saluran (m)

h = tinggi kedalaman air (m)

3. Bentuk saluran

Terdapat banyak bentuk penampang saluran terbuka antara lain penampang bentuk trapesium, penampang bentuk persegi panjang, penampang bentuk segitiga, penampang bentuk lingkaran, dan penampang saluran alam yang tidak beraturan:

a) Bentuk Penampang Trapezium.

Bentuk penampang trapezium adalah bentuk yang biasa digunakan untuk saluran-saluran irigasi atau saluran-saluran drainase, karena mempunyai bentuk saluran alam, dimana kemiringan tebingnya

menyesuaikan dengan sudut lereng alam dari tanah yang digunakan untuk saluran tersebut.

b) Bentuk Penampang Persegi Empat atau Segitiga.

Bentuk ini merupakan penyederhanaan dari bentuk trapezium yang biasanya digunakan untuk saluran-saluran drainase yang melalui lahan-lahan yang sempit.

c) Bentuk Penampang Lingkaran

Bentuk ini biasanya digunakan pada perlintasan jalan, saluran ini biasa disebut gorong-gorong

B. Karakteristik aliran

Kondisi biofisik setiap saluran terbuka memiliki karakteristik yang berbeda yang mencerminkan tingkat kepekaan dan potensi suatu saluran. pengumpulan data fisik dengan mencatat beberapa faktor yang dominan pada suatu wilayah akan mencerminkan karakteristik suatu saluran.

Karakteristik aliran adalah gambaran spesifik mengenai aliran yang dicirikan oleh parameter yang berkaitan dengan keadaan topografi, tanah, geologi, vegetasi, penggunaan lahan, hidrologi, dan manusia.

Aliran air dalam suatu saluran dapat berupa aliran dalam saluran terbuka, dan dapat pula berupa aliran dalam pipa. Kedua jenis aliran tersebut memiliki prinsip yang sangat berbeda. Aliran melalui saluran terbuka adalah aliran yang memiliki permukaan bebas sehingga tekanan udara walaupun berada dalam saluran tertutup. Adapun aliran dalam pipa

merupakan yang tidak memiliki permukaan bebas, karena aliran air mengisi saluran secara terus menerus, sehingga tidak dipengaruhi oleh tekanan udara dan hanya dipengaruhi oleh tekanan hidrostatik, karakteristik aliran terdiri dari:

1. Tipe Aliran

Mengkaji suatu aliran pada saluran terbuka, haruslah dipahami tentang sifat dan jenis aliran itu sendiri. Adapun tipe aliran pada saluran terbuka yakni dipengaruhi oleh adanya suatu permukaan bebas yang berkaitan langsung dengan parameter-parameter aliran seperti kecepatan, kekentalan, gradient serta geometri saluran.

Aliran saluran terbuka dapat di klasifikasikan dalam beberapa kelas diantaranya berdasarkan pada perubahan kedalaman aliran mengikuti fungsi waktu dan ruang sebagaimana yang dapat dilihat pada diagram sebagai berikut.



Gambar 2. Diagram klasifikasi aliran saluran terbuka

a. Tipe aliran berdasarkan fungsi waktu yaitu:

- 1) Aliran mantap adalah aliran yang terjadi apabila kedalaman aliran tidak berubah atau konstan sepanjang waktu tertentu.
- 2) aliran tidak mantap. adalah aliran yang terjadi apabila kedalaman aliran berubah sepanjang waktu tertentu.

b. Tipe aliran berdasarkan fungsi ruang yaitu:

- 1) Aliran Seragam adalah aliran yang terjadi apabila kedalaman aliran, kedalaman, luas penampang dan debit yang sama pada setiap penampang saluran. Aliran ini terbagi dua yaitu:
- 2) Aliran seragam yang mantap (*steady uniform flow*) adalah jenis pokok aliran yang digunakan dalam analisis hidrolika saluran terbuka. Kedalaman aliran tidak berubah selama suatu waktu tertentu yang telah diperhitungkan.
- 3) Aliran seragam yang tidak mantap (*unsteady uniform flow*) adalah aliran yang dapat pula berubah terhadap waktu apabila fruktiasi muka air terjadi dari waktu ke waktu namun tetap paralel dengan dasar saluran.
- 4) Aliran berubah (*varied flow*) adalah aliran yang terjadi bila kedalaman aliran berubah disepanjang saluran

2. Sifat sifat Aliran

a. sifat-sifat aliran berdasarkan perbandingan gaya kelembaman dengan gaya gravitasi.

- 1) Aliran super kritis adalah suatu aliran dimana kecepatan alirannya lebih besar daripada kecepatan gelombangnya.

2) Aliran kritis adalah suatu aliran dimana kecepatan alirannya sama besar dengan kecepatan gelombangnya.

3) Aliran sub kritis adalah suatu aliran dimana kecepatannya lebih kecil daripada kecepatan gelombangnya.

Parameter yang membedakan ketiga aliran ini adalah parameter yang tidak berdimensi yang dikenal dengan angka Froude (Fr) yaitu angka perbandingan antara gaya kelembaman dan gaya gravitasi, dirumuskan dengan:

$$Fr = \frac{V}{\sqrt{g \cdot h}} \dots \dots \dots (4)$$

Dimana: Fr = Bilangan Froude

V = Kecepatan aliran (m/detik)

g = Percepatan gravitasi (m/detik²)

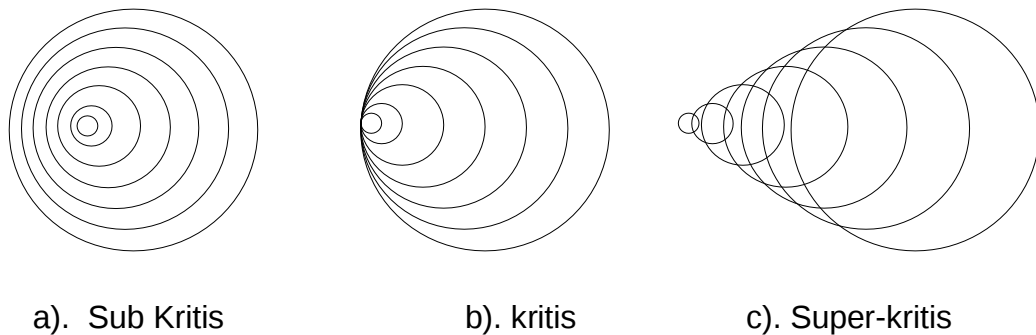
h = Kedalaman aliran (m)

penyebut pada persamaan diatas merupakan persamaan dari kecepatan rambat gelombang (*celerity*). Setelah mendapatkan Angka Froude, penentuan jenis aliran melalui rentang berikut,

$Fr < 1$, aliran sub-kritis

$Fr > 1$, aliran super-kritis

$Fr = 1$, aliran kritis



Gambar 3. Pola penjalaran gelombang disaluran terbuka

(Sumber: Bambang Triatmojo, 2008)

- b. Sifat-sifat aliran berdasarkan pengaruh gaya kelembaman dengan gaya kekentalan.

Keadaan atau perilaku aliran saluran terbuka pada dasarnya ditentukan oleh pengaruh kekentalan dan grafitasi sehubungan dengan gaya-gaya inersia aliran. Tegangan permukaan air dalam keadaan tertentu dapat pula mempengaruhi perilaku aliran, tetapi pengaruh ini tidak terlalu besar dalam masalah saluran terbuka pada umumnya yang ditemui dalam dunia perikanan. Menurut ilmu mekanika fluida aliran fluida khususnya air berdasarkan perbandingan antara gaya-gaya inersia (*inertial forces*) dengan gaya-gaya akibat kekentalannya (*viscous forces*) menjadi tiga bagian yaitu:

- 1) aliran laminar adalah suatu aliran dimana gaya-gaya kekentalan relatif lebih besar dibanding dengan gaya kelembaman sehingga kekentalan berpengaruh besar terhadap sifat aliran. Pada aliran ini partikel cairan seolah-olah bergerak secara teratur menurut lintasan tertentu.

- 2) aliran transisi adalah aliran peralihan dari laminar ke aliran turbulen dimana kekentalan relatif terhadap kecepatan.
- 3) aliran turbulen adalah apabila kecepatan aliran lebih besar daripada kekentalan dalam hal ini butiran-butiran air bergerak menurut lintasan yang tidak teratur, tidak lancar, tidak tetap, walaupun butiran bergerak maju dalam kesatuan aliran secara keseluruhan.

Pengaruh kekentalan terhadap kelembaman dapat dinyatakan dengan bilangan Reynold. Reynold menerapkan analisa dimensi pada hasil percobaan menyimpulkan bahwa perubahan dari aliran laminar ke aliran turbulen terjadi suatu harga yang dikenal dengan angka Reynold. Angka ini menyatakan perbandingan antara gaya-gaya kekentalan yaitu:

$$Re = \frac{VR}{\nu} \dots\dots\dots (5)$$

Dimana: V = Karakteristik kecepatan aliran (m/detik)

R = Jari-jari hidrolis (m)

ν = kekentalan kinematik (m²/detik)

Kekentalan kinematik didefinisikan sebagai

$$\nu = \frac{\mu}{\rho} \dots\dots\dots (6)$$

dimana: μ = kekentalan dinamik dengan satuan kg/m.d

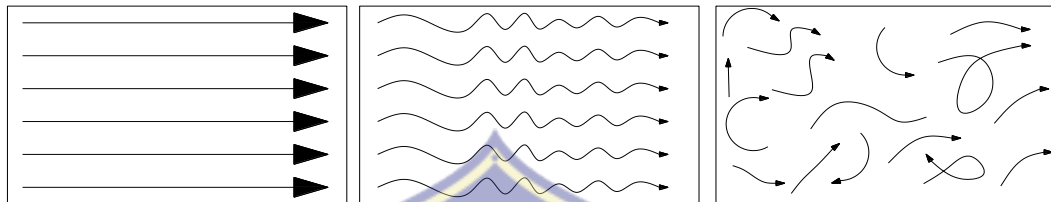
ρ = kerapatan air dengan satuan kg/m³

Dari semua percobaan dapat disimpulkan bahwa aliran berdasarkan bilangan Reynolds dapat dibedakan menjadi tiga kategori seperti berikut :

- a) $Re < 500$ aliran laminar
- b) $500 < Re < 12.500$ aliran transisi

c) $Re > 12.500$ aliran turbulen

Umumnya aliran pada saluran terbuka mempunyai $Re > 12.500$ sehingga alirannya termasuk dalam kategori aliran turbulen.



a). Aliran laminar

b). Aliran transisi

c). Aliran turbulen

Gambar 4. Aliran laminar dan Aliran turbulen (sumber: Amazon.com)

Umumnya aliran pada saluran terbuka mempunyai $Re > 12.500$ sehingga alirannya termasuk dalam kategori aliran turbulen (Frenc, 1980; Rajartman, 1987)

3. Regime aliran

Suatu kombinasi dari efek viskositas dan gravitasi menghasilkan salah satu dari empat regime aliran, yang disebut:

- 1) Subkritis-laminer (*subtrical-laminer*), apabila Fr lebih kecil dari pada satu dan Re berada dalam rentang laminer;
- 2) Superkritis_laminer (*supercritical-laminer*), apabila Fr besar dari pada satu dan Re berada dalam rentang laminer;
- 3) Superkritis-turbulent (*supercritical-turbulrnt*), apabila Fr lebih besar dari pada satu dan Re berada dalam rentang laminer;
- 4) Subkritis-turbulen (*subcritical-turbulent*), apabila Fr lebih kecil dari pada satu dan Re berada dalam rentang turbulent

C. Pengukuran debit

Yang dimaksud dengan debit (*discharge*), atau besarnya aliran sungai (*stream flow*) adalah volume aliran yang mengalir melalui suatu penampang melintang sungai per satuan waktu. Dalam satuan SI besarnya debit dinyatakan dalam satuan meter kubik per detik (m^3/det) atau liter per detik (l/det). Aliran adalah pergerakan air didalam alur sungai. Pengukuran debit yang dilaksanakan di suatu pos duga air tujuannya terutama adalah untuk membuat lengkung debit dari pos duga air yang bersangkutan. Lengkung debit dapat merupakan hubungan yang sederhana antara tinggi muka air dan debit, dapat pula merupakan hubungan yang kompleks apabila debit disamping fungsi dari tinggi muka air juga merupakan fungsi dari kemiringan muka air, tingkat perubahan muka air dan fungsi dari factor lainnya.

Rumus umum yang digunakan untuk mengukur debit adalah :

$$Q = V \cdot A \quad \dots\dots\dots (7)$$

dimana,

Q = debit (m^3/det)

V = kecepatan aliran rata-rata (m/det)

A = luas penampang melintang saluran (m^2)

Kecepatan aliran rata-rata dapat didefinisikan dengan rumus manning sebagai berikut:

$$V = \frac{1}{n} \cdot R^{2/3} \cdot I^{1/2} \cdot A \quad \dots\dots\dots (8)$$

Dimana V = kecepatan aliran rata-rata (m/det)

R = jari- jari hidrolis (m)

A = luas penampang (m^2)

n = koefisien kekasaran saluran

Pengukuran debit dapat dilaksanakan secara langsung (*direct*) atau tidak langsung (*indirect*). Pengukuran debit dikatakan secara langsung apabila kecepatan alirannya diukur secara langsung dengan alat ukur kecepatan aliran. Kecepatan aliran biasanya diukur dengan menggunakan alat ukur *current meter* atau sering dikenal sebagai pengukuran debit.

D. Abutment jembatan

Jembatan merupakan kesatuan dari struktur atas (*super struktur*) dan struktur bawah (*sub struktur*), yang termasuk bagian suatu sistem transportasi untuk tiga hal yaitu:

- 1) Merupakan pengontrol kapasitas dari system.
- 2) Mempunyai biaya tertinggi dari system.
- 3) Jika jembatan runtuh, system akan lumpuh.

Jika jembatan kurang lebar untuk menampung jumlah jalur yang diperlukan oleh lalu lintas, maka jembatan akan menghambat lalu lintas. Dalam hal ini, jembatan akan menjadi pengontrol volume dan berat lalu lintas yang dapat dilayani oleh system transportasi. Oleh karena itu, jembatan dapat mempunyai fungsi keseimbangan (*balancing*) dari sistem transportasi darat.

1. Jembatan terdiri dari beberapa jenis diantaranya:

- a) jembatan plat beton (*slab*)
- b) jembatan gelagar/ rangka baja
- c) jembatan pratekan/prategang
- d) jembatan cable
- e) jembatan kayu dan
- f) jembatan bambu.

Fungsi jembatan adalah untuk meneruskan jalan (lalu lintas kendaraan) yang mengalami jalan terputus akibat permukaan yang lebih rendah dan curam tanpa menutupnya, atau dengan kata lain sebagai alat penyeberangan antara dua tempat yang terpisah. **Bagian-Bagian Dari Kontruksi Jembatan**

2. Bagian-bagian dari suatu jembatan terbagi dalam dua bagian, yaitu:

- a) Bangunan Atas (*super struktur*), yang terdiri atas:
 - (1) *Gelagar-gelagar utama* (rangka utama), yang terbentang dari titik tumpu ke titik tumpu lain. Gelagar-gelagar ini terdiri dari batang diagonal, horizontal dan vertical yang membentuk rangka utama dan terletak pada kedua sisi jembatan.
 - (2) *Gelagar melintang*, berupa baja profil yang terletak di bawah lantai kendaraan, gunanya sebagai pemikul lantai kendaraan.

(3) *Lantai kendaraan*, terletak di atas gelagar melintang, biasanya terbuat dari kayu atau pasangan beton bertulang dan seluruh lebar bagiannya digunakan untuk lalu lintas kendaraan.

(4) *Lantai trotoar*, terletak di pinggir sepanjang lantai kendaraan dan digunakan sebagai tempat pejalan kaki..

(5) *Pipa sandaran*, terbuat dari baja yang dipasang diantara tiang-tiang sandaran di pinggir sepanjang jembatan atau tepi lantai trotoar dan merupakan pembatas dari kedua sisi samping jembatan.

(6) *Tinang sandaran*, terbuat dari beton bertulang atau baja profil dan ada juga yang langsung dipasang pada rangka utama, gunanya untuk menahan pipa sandaran.

b) Bangunan bawah (*sub structure*), yang terdiri dari:

(1) *Pilar*, berfungsi untuk menyalurkan gaya-gaya vertikal dan horizontal dari bangunan atas pada pondasi.

(2) *Pangkal (abutment)*, pangkal menyalurkan gaya vertikal dan horizontal dari bangunan atas pada pondasi dengan fungsi tambahan untuk mengadakan peralihan tumpuan dari timbunan jalan pendekat ke bangunan atas jembatan.

Abutment atau kepala jembatan adalah bagian bangunan pada ujung-ujung jembatan, selain sebagai pendukung bagi bangunan atas juga berfungsi sebagai pebahan tanah. Pilar jembatan : Pilar atau pier berfungsi sebagai pendukung bangunan atas. Bila pilar ada pada suatu bangunan jembatan letaknya diantara kedua abutment dan jumlahnya

tergantung keperluan .pondasi berfungsi untuk menerima beban-beban dari bangunan bawah dan menyalurkannya ke tanah.

Abutment juga diartikan sebagai bangunan bawah jembatan yang terletak pada kedua ujung pilar – pilar jembatan, berfungsi sebagai pemikul seluruh beban hidup (Angin, kendaraan, dll) dan mati (beban gelagar, dll) pada jembatan.

1. Adapun beban beban yang terjadi di abutmen di antaranya:

- a) Beban Angin: yang bekerja pada semua bidang yang tampak dari struktur dan tergantung pula pada beban setempat.
- b) Beban Tanah: gaya lateral yang bekerja permanen pada bidang struktur dibawah tanah harus dianggap sebagai beban mati.
- c) Tekanan Air: yang bisa bekerja lateral melawan dinding bismen,dan secara vertical melawan lantai bismen.
- d) Tekanan hidrostatik lateral: dalam keadaan seimbang namun gaya hidrostatik harus diimbangi beban mati oleh struktur
- e) Beban gempa : gempa ini menimbulkan beban lateral setiap struktur yang berada di daerah gempa harus dimasukkan di dalam perhitungannya.
- f) Beban normal : beban mati + beban hidup (dengan memakai factor reduksi sesuai dengan ketentuan) + reaksi fertikal sehubungan dengan tekanan tanah lateral.
- g) Beban maksimum dan minimum : beban mati + beban hidup (dianggap beban hidup adalah nol, bila menghitung beban minimum) + beban

fertikal sehubungan ketidakseimbangan dari tekanan tanah, tekanan angin, beban crane.

- h) Beban horizontal : tekanan angin + gaya horizontal dari crane yang beroperasi tidak balancenya tekanan tanah.



BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

A. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di labotatorium Fakultas Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Makassar dengan rencana waktu penelitian selama 2 bulan yaitu dimana pada bulan pertama merupakan kajian literatur, pada bulan kedua yakni merupakan pengambilan data merupakan tahap pegelolaan data.

B. Jenis Penelitian dan Sumber Data

1. Jenis Penelitian

penelitian yang digunakan adalah simulasi eksperimental, dimana kondisi tersebut dibuat dan diatur sendiri oleh peneliti dengan mengacu pada literatur yang berkaitan dengan judul penelitian tersebut.

2. Sumber Data

Penelitian ini menggunakan dua sumber data, yang terdiri dari :

- a) Data primer yakni data yang diperoleh langsung dari simulasi model fisik di laboratorium.
- b) Data sekunder yaitu data yang didapatkan dari literatur, hasil penelitian yang telah ada, baik yang telah dilakukan di laboratorium maupun di tempat lain yang berkaitan dengan penelitian karakteristik aliran saluran terbuka.

C. Model Penelitian Saluran dan Abutment Jembatan

1. Model Saluran

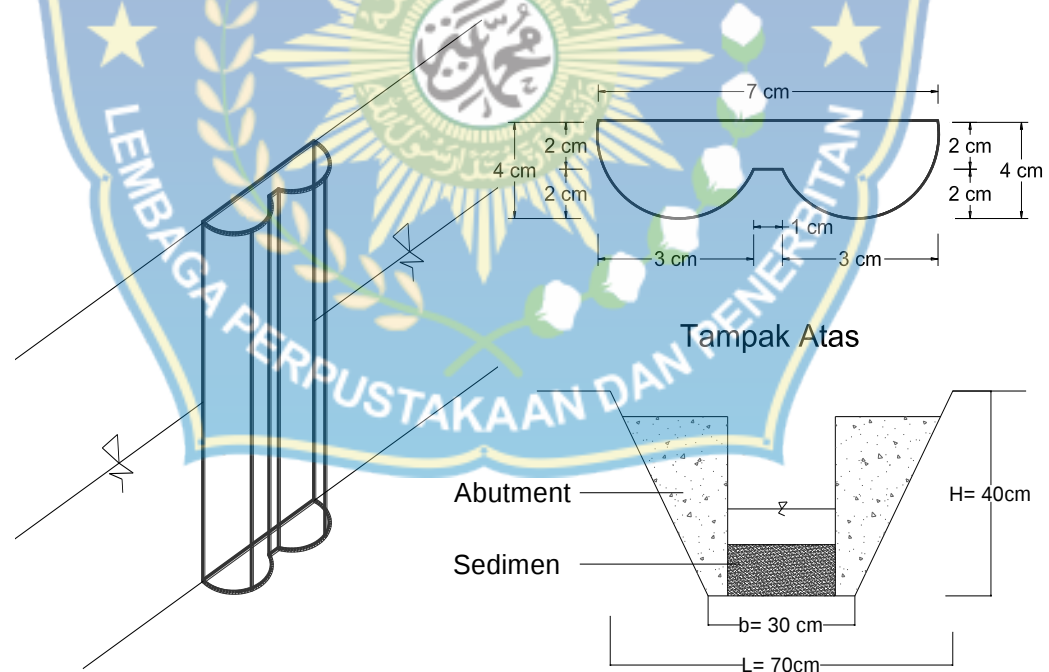
Adapun model saluran yang akan digunakan dalam penelitian ini



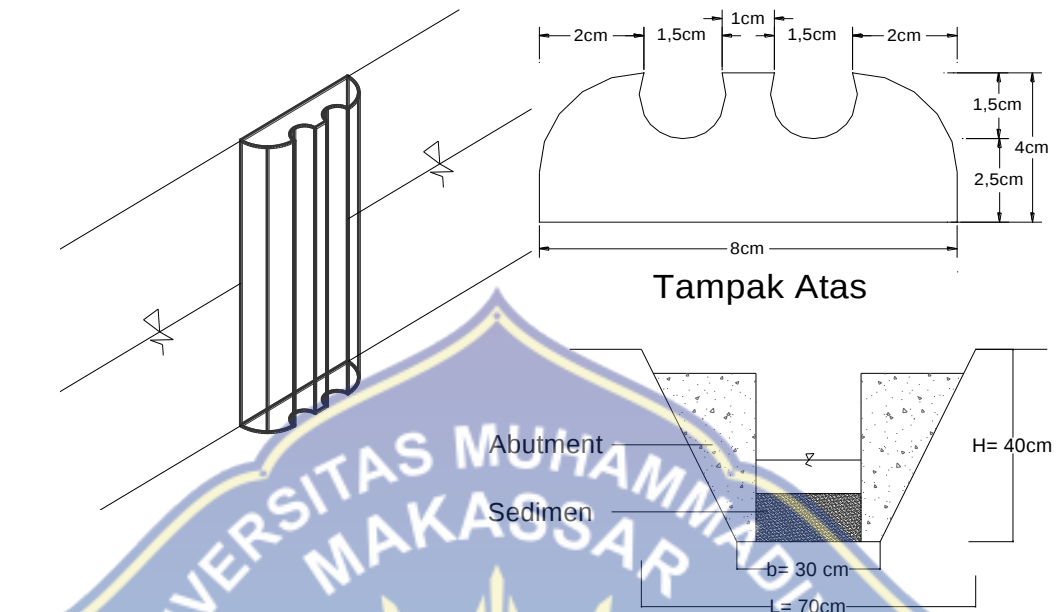
Gambar 5. Penampang saluran berbentuk trapesium

2. Model Abutment

Adapun model abutment yang akan digunakan dalam penelitian ini



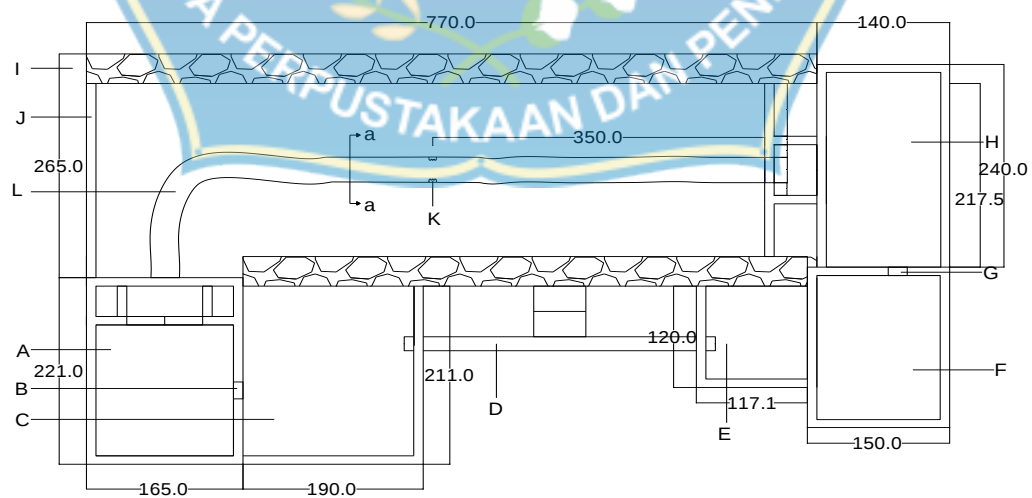
Gambar 6. Model abutment tipe I



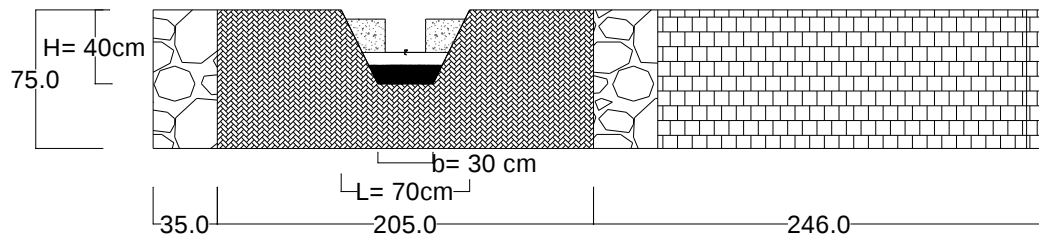
Gambar 7. Model abutment tipe II

D. Alat dan Bahan

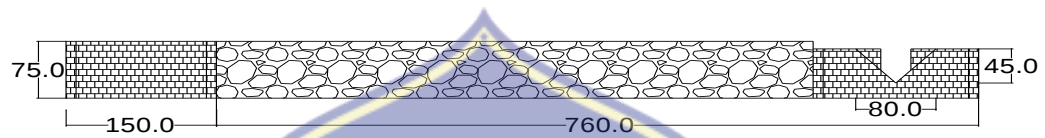
Secara umum, alat dan bahan yang digunakan dalam menunjang Penelitian adalah sebagai berikut :



Gambar 8. Denah saluran penelitian



Gambar 9. Potongan A-A



Gambar 10. Potongan B-B



Gambar 11 peralatan yang digunakan

Keterangan Gambar :

- a) Bak penampung
- b) Lubang pengaliran / lubang penghubung kebak sirkulasi
- c) Bak sirkulasi
- d) Pipa penghubung ke bak sirkulasi
- e) Bak sirkulasi
- f) Bak peredam energi
- g) Lubang pengaliran/ lubang penghubung kebak penampung.
- h) Bak penampung

- i) Pasangan pondasi
- j) Pasangan batu bata
- k) Abutment
- l) Saluran

Adapun spesifikasi jenis peralatan dan bahan yang dipergunakan dalam percobaan dan alat peraga penelitian antara lain :

1) Alat

- (a) Flowwatch untuk mengukur kecepatan air.
- (b) Stopwatch untuk mengukur waktu yang digunakan dalam pengukuran debit aliran.
- (c) Mistar taraf untuk mengukur ketinggian muka air.
- (d) Pompa
- (e) Kamera digital digunakan untuk merekam (dalam bentuk foto) momen-momen yang penting dalam keseluruhan kegiatan penelitian khususnya tahap-tahap dalam proses penelitian.
- (f) Tabel data untuk mencatat data-data yang diukur, alat tulis.
- (g) Komputer, printer dan scanner digunakan untuk membantu dalam menganalisa data.

2) Bahan

- (a) Bak penampungan air dan bak sirkulasi
- (b) Pipa PVC 6" yang digunakan sebagai jaringan sirkulasi air.
- (c) Pintu air (pengatur debit air).
- (d) Pintu sorong untuk mengalirkan air.

- (e) Model saluran terbuka dengan lebar saluran 30 cm, tinggi saluran 40 cm, panjang saluran 900 cm.
- (f) Air.
- (g) Tali.
- (h) Pasir dan paku

E. Variabel Yang Diteliti

Sesuai tujuan penelitian ini yang dilaksanakan pada model saluran terbuka (flume), dengan kajian untuk mengetahui karakteristik aliran yang terjadi di abutment jembatan mengacu pada rancangan yang telah disetujui untuk mendapatkan data sebagai bahan kajian.

Variabel yang akan digunakan adalah :

- 1) Variabel bebas :
 - a) Tinggi muka air (h)
 - b) Kecepatan aliran (v)
 - c) Waktu (t)
- 2) Variabel tidak bebas:
 - a) Debit (Q)
 - b) Angka Froude (Fr)
 - c) Angka Reynold (Re)

F. Prosedur / Langkah Penelitian

Adapun langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian adalah sebagai berikut :

- a) Membuat model saluran dengan lebar dasar saluran (B) :30 cm, Tinggi (H) :40 cm, kemiringan saluran 1 : 0,5 , dan panjang saluran : 900 cm.
- b) Membersihkan dan mengeringkan saluran.
- c) Meratakan pasir dalam saluran dengan menggunakan pasir non kohesif (granuler) diatas saluran dengan tebal : 10 cm.
- d) Kalibrasi semua peralatan yang akan digunakan khususnya alat ukur kecepatan.
- e) Melakukan pengaliran awal untuk mengetahui layak atau tidaknya saluran yang akan digunakan dalam pengaliran (Running kosong).
- f) Mengalirkan air dengan membuka pintu air setinggi 1 cm.
- g) Dilakukan pengambilan data kecepatan aliran (V) dan Tinggi muka air (h) pada titik yang telah ditentukan pada saat waktu $t_1 = 15$ menit, $t_2 = 25$ menit dan $t_3 = 35$ menit
- h) Mematikan pompa pada saat waktu 15,25 dan 35 menit, lalu air dikeluarkan kemudian mengukur tinggi gerusan lokal yang terjadi pada beberapa potongan dan pias yang telah ditentukan.
- i) Ulangi langkah langkah berikutnya sebanyak 2 kali untuk Q_2 dengan bukaan pintu 1,5 cm dan Q_3 dengan bukaan pintu 2 cm.

G. Pencatatan Data

Hal yang penting dalam setiap penelitian adalah pencatatan data pada dasarnya yang diambil adalah yang akan difungsikan sebagai parameter dalam analisa.

H. Analisa Data

Data dari lapangan / laboratorium diolah sebagai bahan analisa terhadap hasil studi ini, sesuai dengan tujuan dan sasaran penelitian. Data yang diolah adalah data yang relevan yang dapat mendukung dalam menganalisa hasil penelitian.

Analisa data yang menyangkut hubungan antara variabel-variabel dalam penelitian dilakukan dengan tahap sebagai berikut :

- 1) Perhitungan debit (Q)

$$Q = C_d \cdot \frac{8}{15} \cdot \sqrt{2 \cdot g} \cdot \tan \theta / 2 \cdot H^{5/2}$$

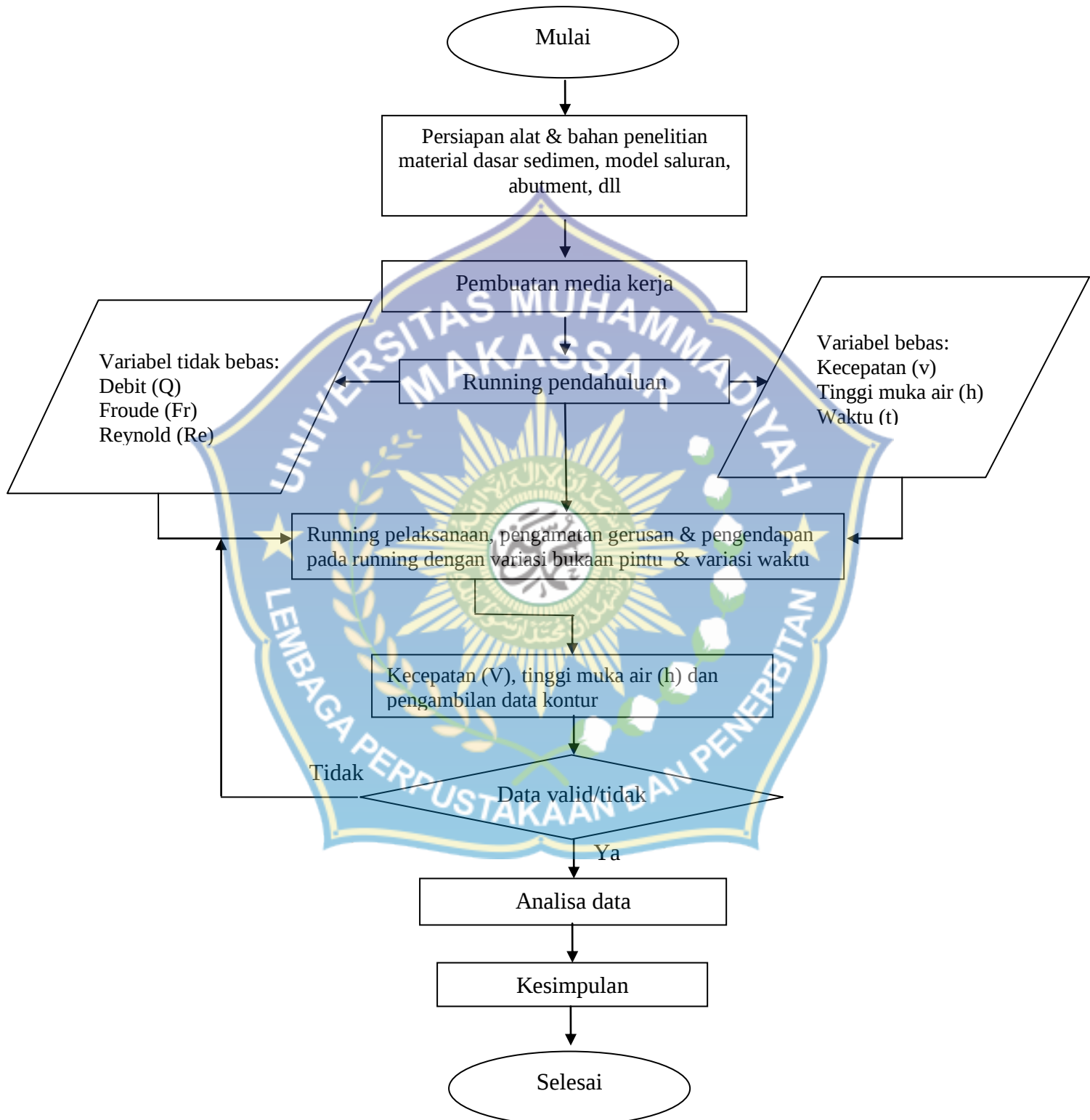
- 2) Perhitungan sifat aliran dengan menggunakan rumus Froude (Fr)

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

- 3) Perhitungan tipe aliran dengan menggunakan rumus Reynold (Re)

$$Re = \frac{\tilde{v}R}{\mu}$$

I. Flow Chart Penelitian/ Bagan alur penelitian



Gambar 12. Diagram alur penelitian

BAB IV

ANALISA HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Karakteristik Pola Aliran

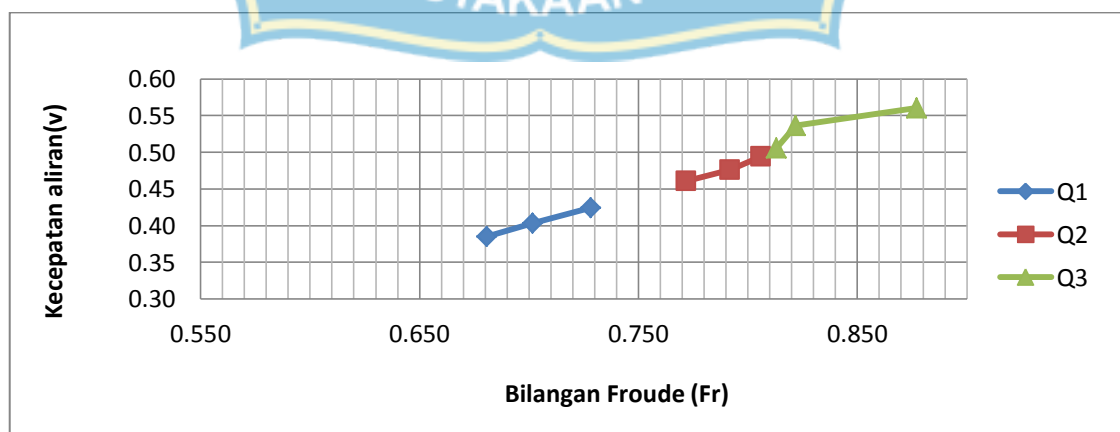
1. Nilai Bilangan Froude

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

Tabel 1. Hasil Perhitungan bilangan Froude model tipe I

Bukaan (cm)	Q m ³ /dtk	V m/dtk	h m	Froude -	Keterangan -
1	0,0018	0,38	0,033	0,680	Subkritis
		0,40	0,034	0,701	Subkritis
		0,42	0,035	0,728	Subkritis
1,5.	0,0057	0,46	0,036	0,772	Subkritis
		0,48	0,037	0,791	Subkritis
		0,49	0,039	0,806	Subkritis
2	0,0071	0,51	0,040	0,813	Subkritis
		0,54	0,044	0,821	Subkritis
		0,56	0,042	0,877	Subkritis

Sumber: Hasil Perhitungan.

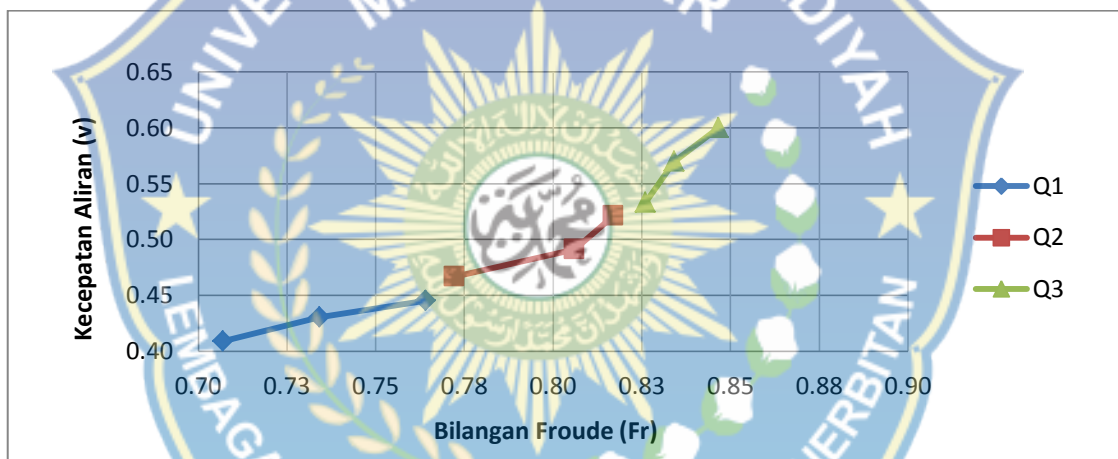


Gambar 13. Hubungan antara kecepatan aliran (m/det) dan Bilangan Froude untuk berbagai variasi debit Model Tipe I

Tabel 2. Hasil Perhitungan bilangan Froude model tipe II

Bukaan (cm)	Q	V	h	Froude	Keterangan
	m ³ /dtk	m/dtk	m	-	-
1	0,0018	0,41	0,035	0,707	Subkritis
		0,43	0,036	0,734	Subkritis
		0,45	0,037	0,764	Subkritis
1,5	0,0057	0,47	0,038	0,772	Subkritis
		0,49	0,039	0,806	Subkritis
		0,52	0,043	0,817	Subkritis
2	0,0071	0,53	0,044	0,826	Subkritis
		0,57	0,048	0,834	Subkritis
		0,60	0,052	0,847	Subkritis

Sumber: Hasil Perhitungan.



Gambar 14. Hubungan antara kecepatan aliran (m/det) dan Bilangan Froude untuk berbagai variasi debit model tipe II

Dari hasil analisa untuk bilangan Froude dapat diketahui bahwa kecepatan aliran berbanding lurus dengan bilangan Froude, semakin cepat kecepatan alirannya maka semakin besar pula bilangan Froudenya hal ini terlihat pada grafik diatas.

2. Nilai Kekentalan Relatif

Hasil perhitungan kekentalan relatif pada berbagai debit dan waktu yang digunakan dalam penelitian dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 3. Viskositas kinematis sebagai hubungan fungsi suhu

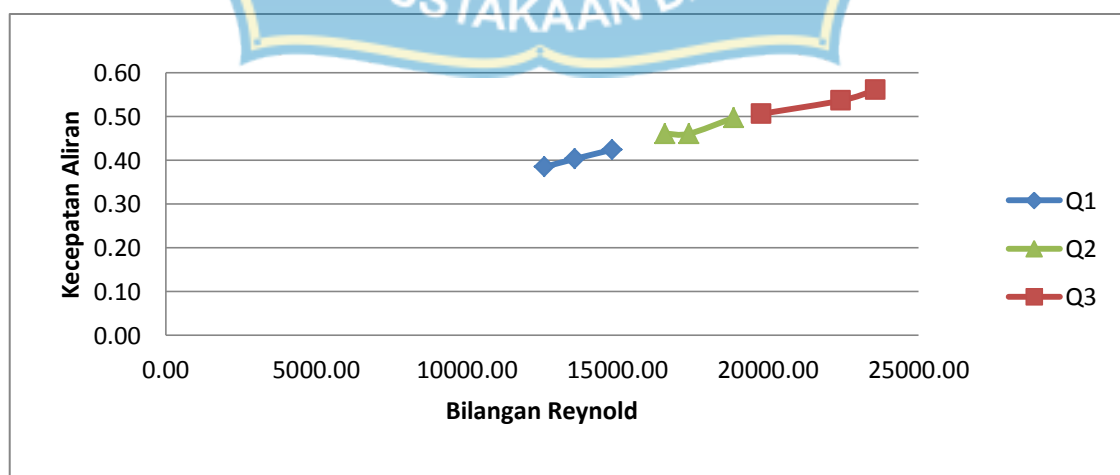
T	0	5	10	15	20	25	30	35	40	(°)
μ	1,75	1,52	1,31	1,14	1,01	0,9	0,8	0,72	0,65	$10^{-6} \text{ m}^2/\text{det}$

Sumber : (Mardjiko, 1987)

Tabel 4. Perhitungan Bilangan Reynold (Re) model tipe I

Bukaan (cm)	Q	V	H	R	Reynold	Keterangan
	m^3/dtk	m/dtk	m	m	-	
	-	-	-	A/P	$V \cdot R / \mu$	-
1	0,0018	0,38	0,032	0,0276	12585,85	Turbulen
		0,40	0,033	0,0286	13585,66	Turbulen
		0,42	0,034	0,0291	14834,46	Turbulen
1,5	0,0057	0,46	0,036	0,0302	16579,87	Turbulen
		0,48	0,037	0,0309	17378,59	Turbulen
		0,49	0,039	0,0306	18865,38	Turbulen
2	0,0071	0,51	0,040	0,0329	19782,35	Turbulen
		0,54	0,044	0,0354	22428,69	Turbulen
		0,56	0,042	0,0343	23587,65	Turbulen

Sumber: Hasil Perhitungan



Gambar 15. Hubungan antara kecepatan aliran (m/det) dan Bilangan Reynold pada Model Tipe I

Tabel 5. Perhitungan Bilangan Reynold (Re) Model Tipe II

Bukaan (cm)	Q	v	h	R	Reynold	Keterangan
	m ³ /dtk	m/dtk	m	m		
	-	-	-	A/P	$V \cdot R / \mu$	-
1	0,0018	0,43	0,035	0,0291	14192,25	Turbulen
		0,45	0,036	0,0298	15129,90	Turbulen
		0,47	0,037	0,0303	15510,09	Turbulen
1,5	0,0057	0,51	0,038	0,0315	17490,97	Turbulen
		0,54	0,039	0,0321	18749,16	Turbulen
		0,56	0,043	0,0345	22447,03	Turbulen
2	0,0071	0,57	0,044	0,0352	21963,95	Turbulen
		0,62	0,048	0,0383	25682,03	Turbulen
		0,64	0,052	0,0406	29512,12	Turbulen

Sumber : Hasil Perhitungan



Gambar 16. Hubungan antara kecepatan (m/det) dan Bilangan Reynold Model Tipe II

Dari hasil analisa untuk bilangan Reynold dapat diketahui bahwa kecepatan aliran berbanding lurus dengan bilangan Reynold, semakin cepat kecepatan alirannya maka semakin besar pula bilangan Reynoldnya hal ini terlihat pada grafik diatas.

3. Rekapitulasi Bilangan Froude dan Bilangan Reynold

Tabel 6. Rekapitulasi Bilangan Froude (Fr) dan Bilangan Reynold (Re) pada Model Tipe I

Q	v	Fr	Re	Keterangan	
m ³ /dtk	m/dtk	-	-		
0,0018	0,38	0,680	12585,85	subkritis	Turbulen
	0,40	0,701	13585,66	subkritis	Turbulen
	0,42	0,728	14834,46	subkritis	Turbulen
0,0057	0,46	0,772	16579,87	subkritis	Turbulen
	0,48	0,791	17378,59	subkritis	Turbulen
	0,49	0,806	18865,38	subkritis	Turbulen
0,0071	0,51	0,813	19782,35	subkritis	Turbulen
	0,54	0,821	22428,69	subkritis	Turbulen
	0,56	0,877	23587,65	subkritis	Turbulen

Sumber: Hasil Perhitungan

Tabel 7. Rekapitulasi Bilangan Froude (F dan Bilangan Reynold (Re) pada Model Tipe II

Q	v	Fr	Re	Keterangan	
m ³ /det	m/det	-	-		
0,0018	0,43	0,70703	14192,25	subkritis	Turbulen
	0,45	0,73426	15129,90	subkritis	Turbulen
	0,47	0,76411	15510,09	subkritis	Turbulen
0,0057	0,51	0,77227	17490,97	subkritis	Turbulen
	0,54	0,80599	18749,16	subkritis	Turbulen
	0,56	0,81699	22447,03	subkritis	Turbulen
0,0071	0,57	0,82602	21963,95	subkritis	Turbulen
	0,62	0,83410	25682,03	subkritis	Turbulen
	0,64	0,84663	29512,12	subkritis	Turbulen

Sumber: Hasil Perhitungan

Subkritis-Turbulen terjadi akibat adanya pengaruh bangunan di sungai yaitu Abutment jembatan. Dimana mula-mula alirannya lambat yang menandakan itu sebuah aliran subkritis, kemudian pada saat aliran berada di zona sekitaran abutment terjadi perubahan pola aliran yang membuat aliran tak beraturan yang menjadikan pola aliran menjadi aliran turbulen.

B. Kecepatan aliran dan Gerusan Lokal pada Zona Abutment

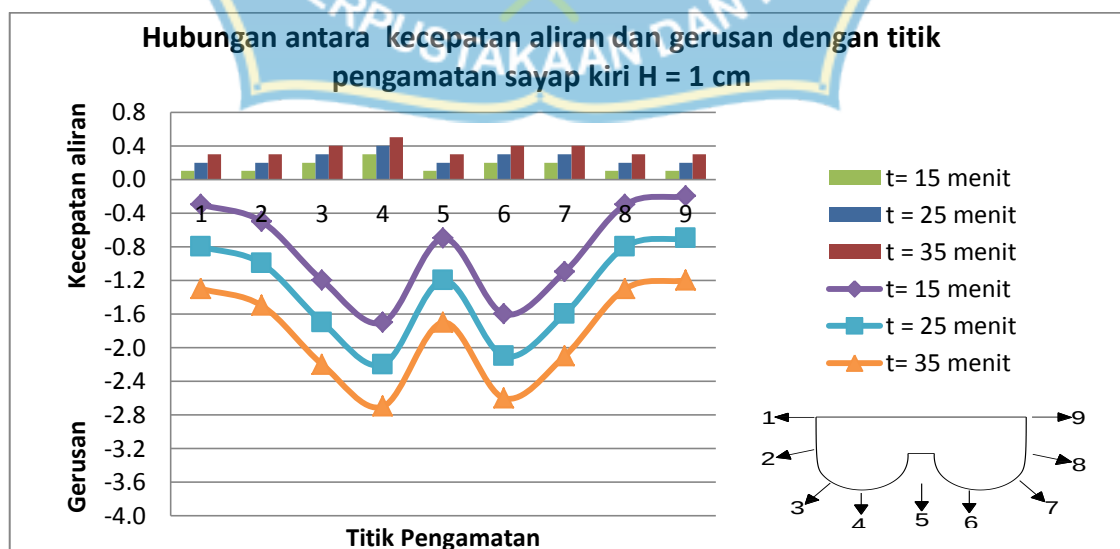
Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan variasi waktu yaitu 15 menit, 25 menit, 35 menit.. Cara mengamati kecepatan aliran dan gerusan yaitu dengan mencatat kecepatan aliran dan kedalaman gerusan setiap waktu 15 menit, 25 menit 35 menit.

1. Perbandingan kedalaman gerusan lokal (ds) dan Kecepatan aliran (v) dengan tiga variasi waktu (t) tipe I

- a. Bentuk Gerusan dan kecepatan aliran lokal dengan waktu 15, 25 ,35 menit untuk $Q_1 = 0,0018 \text{ m}^3/\text{dtk}$ (saluran aliran sayap kiri)

Tabel. 8 Data pengukuran kecepatan aliran dan kedalaman gerusan lokal

t	Kecepatan Aliran local								
menit/TP	1	2	3	4	5	6	7	8	9
15	0.1	0.1	0.2	0.3	0.1	0.2	0.2	0.1	0.1
25	0.2	0.2	0.3	0.4	0.2	0.3	0.3	0.2	0.2
35	0.3	0.3	0.4	0.5	0.3	0.4	0.4	0.3	0.3
t	Kedalaman Gerusan Lokal								
Menit/TP	1	2	3	4	5	6	7	8	9
15	-0.3	-0.5	-1.2	-1.7	-0.7	-1.6	-1.1	-0.3	-0.2
25	-0.8	-1	-1.7	-2.2	-1.2	-2.1	-1.6	-0.8	-0.7
35	-1.3	-1.5	-2.2	-2.7	-1.7	-2.6	-2.1	-1.3	-1.2



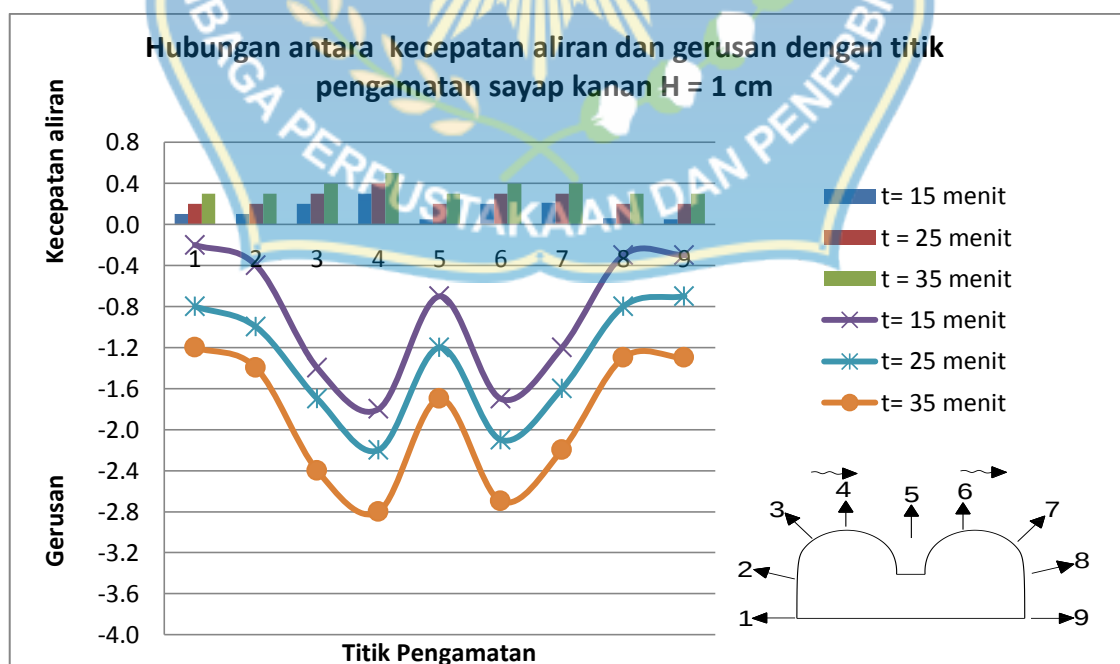
Gambar 17. Grafik Perbandingan Hubungan kecepatan aliran, dan gerusan dengan titik pengamatan $Q_1 = 0,0018 \text{ m}^3/\text{dtk}$

Dari grafik diatas untuk titik pengamatan dapat di ketahui bahwa kecepatan aliran berbanding lurus dengan kedalaman gerusan. Semakin besar kecepatan aliran semakin besar pula kedalaman gerusan yang terjadi. Gerusan yang tertinggi terdapat pada $t = 35$ menit di TP 5 yang dipengaruhi oleh tinggi kecepatan aliran

- b. Bentuk Gerusan dan kecepatan aliran lokal dengan waktu 15, 25 ,35 menit untuk $Q_1 = 0,0018 \text{ m}^3/\text{dtk}$ (saluran aliran sayap kanan)

Tabel. 9 Data pengukuran kecepatan aliran dan kedalaman gerusan lokal

t	Kecepatan Aliran local								
Menit/TP	1	2	3	4	5	6	7	8	9
15	0.1	0.1	0.2	0.3	0.1	0.2	0.2	0.1	0.1
25	0.2	0.2	0.3	0.4	0.2	0.3	0.3	0.2	0.2
35	0.3	0.3	0.4	0.5	0.3	0.4	0.4	0.3	0.3
T	Kedalaman Gerusan Lokal								
Menit/TP	1	2	3	4	5	6	7	8	9
15	-0.2	-0.4	-1.4	-1.8	-0.7	-1.7	-1.2	-0.3	-0.3
25	-0.7	-0.9	-1.9	-2.3	-1.2	-2.2	-1.7	-0.8	-0.8
35	-1.2	-1.4	-2.4	-2.8	-1.7	-2.7	-2.2	-1.3	-1.3



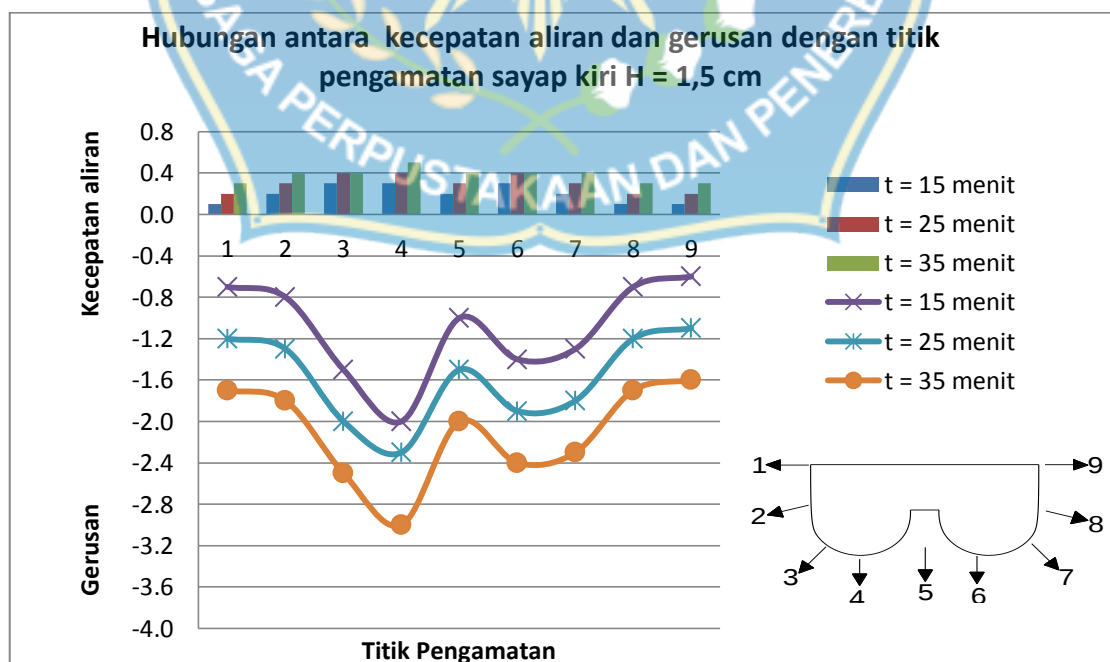
Gambar 18. Grafik Perbandingan Hubungan kecepatan aliran dan gerusan dengan Titik pengamatan $Q_1 = 0,0018 \text{ m}^3/\text{dtk}$

Dari grafik diatas untuk titik pengamatan dapat di ketahui bahwa kecepatan aliran berbanding lurus dengan kedalaman gerusan. Semakin besar kecepatan aliran semakin besar pula kedalaman gerusan yang terjadi. Gerusan yang tertinggi terdapat pada $t = 35$ menit di TP 4 yang dipengaruhi oleh tinggi kecepatan aliran

- c. Bentuk Gerusan dan kecepatan aliran lokal dengan waktu 15, 25 ,35 menit untuk $Q_2 = 0,0057 \text{ m}^3/\text{dtk}$ (saluran aliran sayap kiri)

Tabel. 10 Data pengukuran kecepatan aliran dan kedalaman gerusan lokal

t	Kecepatan Aliran lokal								
Menit/TP	1	2	3	4	5	6	7	8	9
15	0.1	0.2	0.3	0.3	0.2	0.3	0.2	0.1	0.1
25	0.2	0.3	0.4	0.4	0.3	0.4	0.3	0.2	0.2
35	0.3	0.4	0.4	0.5	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3
T	Kedalaman Gerusan Lokal								
MenitTP	1	2	3	4	5	6	7	8	9
15	-0.7	-0.8	-1.5	-2	-1	-1.4	-1.3	-0.7	-0.6
25	-1.2	-1.3	-2	-2.3	-1.5	-1.9	-1.8	-1.2	-1.1
35	-1.7	-1.8	-2.5	-3	-2	-2.4	-2.3	-1.7	-1.6



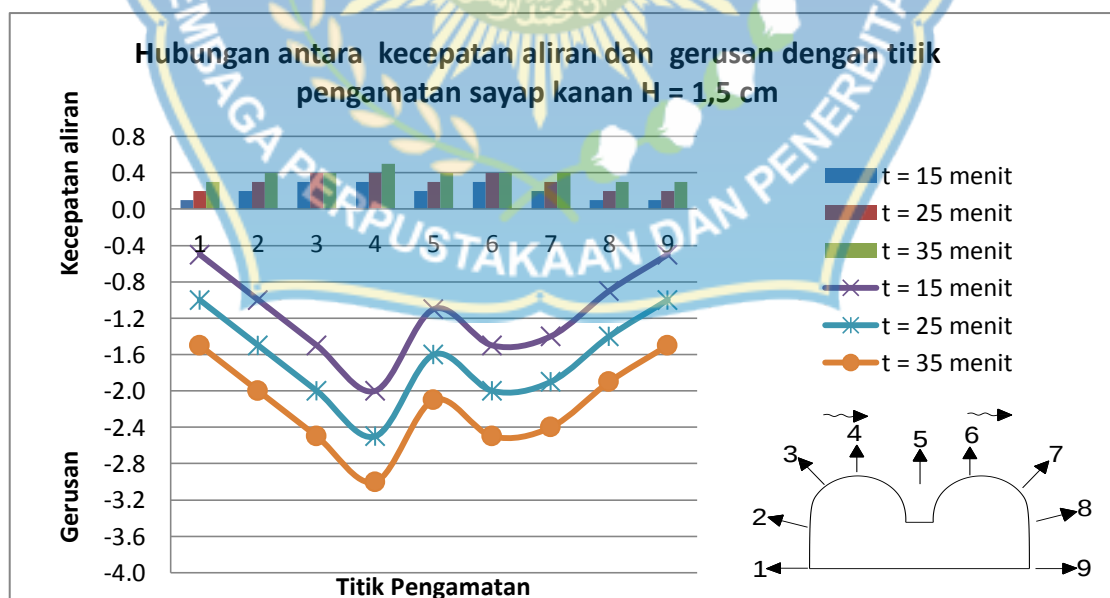
Gambar 19. Grafik Perbandingan Hubungan kecepatan aliran dan gerusan dengan Titik Pengamatan $Q_2 = 0,0057 \text{ m}^3/\text{dtk}$

Dari grafik diatas untuk titik pengamatan dapat di ketahui bahwa kecepatan aliran berbanding lurus dengan kedalaman gerusan. Semakin besar kecepatan aliran semakin besar pula kedalaman gerusan yang terjadi. Gerusan yang tertinggi terdapat pada $t = 35$ menit di TP 4 yang dipengaruhi oleh tinggi kecepatan aliran

d. Bentuk Gerusan dan kecepatan aliran lokal dengan waktu 15, 25 ,35 menit untuk $Q_2 = 0,0057 \text{ m}^3/\text{dtk}$ (saluran aliran sayap kanan)

Tabel. 11 Data pengukuran kecepatan aliran dan kedalaman gerusan lokal

t	Kecepatan Aliran lokal								
Menit/TP	1	2	3	4	5	6	7	8	9
15	0.1	0.1	0.2	0.3	0.1	0.2	0.2	0.1	0.1
25	0.2	0.2	0.3	0.4	0.2	0.3	0.3	0.2	0.2
35	0.3	0.3	0.4	0.5	0.3	0.4	0.4	0.3	0.3
t	Kedalaman Gerusan Lokal								
Menit/TP	1	2	3	4	5	6	7	8	9
15	-0.5	-1	-1.5	-2	-1.1	-1.5	-1.4	-0.9	-0.5
25	-1	-1.5	-2	-2.5	-1.6	-2	-1.9	-1.4	-1
35	-1.5	-2	-2.5	-3	-2.1	-2.5	-2.4	-1.9	-1.5



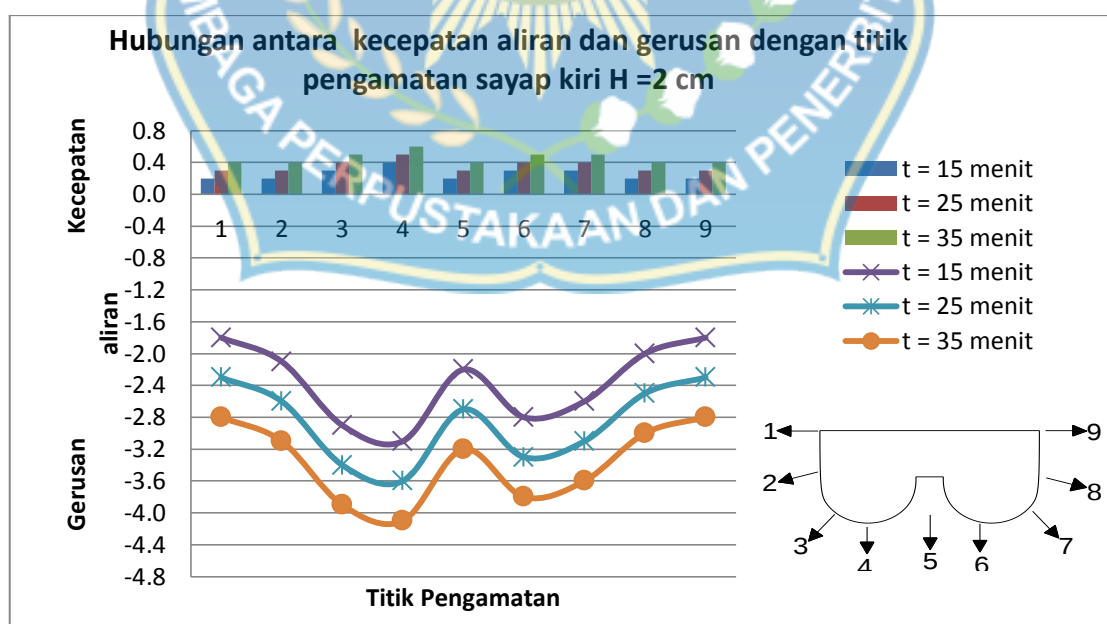
Gambar 20. Grafik Perbandingan Hubungan kecepatan aliran dan gerusan dengan Titik Pengamatan $Q_2 = 0,0057 \text{ m}^3/\text{dtk}$

Dari grafik diatas untuk titik pengamatan dapat di ketahui bahwa kecepatan aliran berbanding lurus dengan kedalaman gerusan. Semakin besar kecepatan aliran semakin besar pula kedalaman gerusan yang terjadi. Gerusan yang tertinggi terdapat pada $t = 35$ menit di TP 4 yang dipengaruhi oleh tinggi kecepatan aliran.

- e. Bentuk Gerusan dan kecepatan aliran lokal dengan waktu 15, 25 ,35 menit dengan $Q_3 = 0,0071 \text{ m}^3/\text{dtk}$ (saluran aliran sayap kiri)

Tabel.12 Data pengukuran kecepatan aliran dan kedalaman gerusan lokal

t	Kecepatan Aliran local								
menit	1	2	3	4	5	6	7	8	9
15	0.2	0.2	0.3	0.4	0.2	0.3	0.3	0.2	0.2
25	0.3	0.3	0.4	0.5	0.3	0.4	0.4	0.3	0.3
35	0.4	0.4	0.5	0.6	0.4	0.5	0.5	0.4	0.4
t	Kedalaman Gerusan Lokal								
menit	1	2	3	4	5	6	7	8	9
15	-1.8	-2.1	-2.9	-3.1	-2.2	-2.8	-2.6	-2	-1.8
25	-2.3	-2.6	-3.4	-3.6	-2.7	-3.3	-3.1	-2.5	-2.3
35	-2.8	-3.1	-3.9	-4.1	-3.2	-3.8	-3.6	-3	-2.8



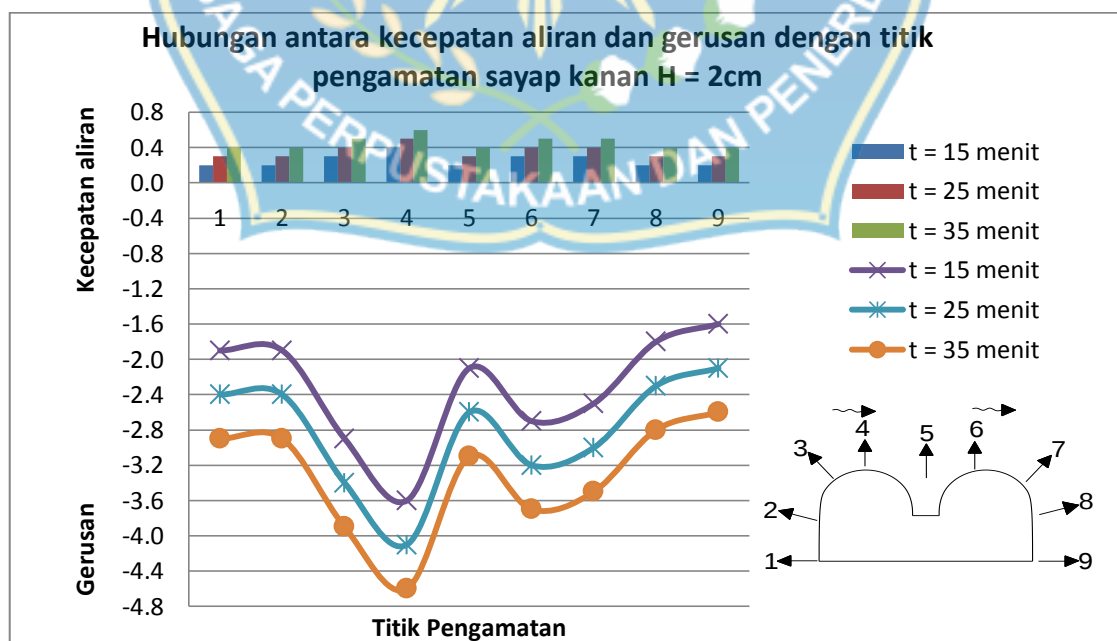
Gambar 21. Grafik Perbandingan Hubungan kecepatan aliran dan gerusan dengan Titik Pengamatan $Q_3 = 0,0071 \text{ m}^3/\text{dtk}$

Dari grafik diatas untuk titik pengamatan dapat di ketahui bahwa kecepatan aliran berbanding lurus dengan kedalaman gerusan. Semakin besar kecepatan aliran semakin besar pula kedalaman gerusan yang terjadi. Gerusan yang tertinggi terdapat pada $t = 35$ menit di TP 4 yang dipengaruhi oleh tinggi kecepatan aliran

- f. Bentuk Gerusan dan kecepatan aliran lokal dengan waktu 15, 25 ,35 menit dengan $Q_3 = 0,0071 \text{ m}^3/\text{dtk}$ (saluran aliran sayap kanan)

Tabel. 13 Data pengukuran kecepatan aliran dan kedalaman gerusan lokal

t	Kecepatan Aliran local								
Menit/TP	1	2	3	4	5	6	7	8	9
15	0.2	0.2	0.3	0.4	0.2	0.3	0.3	0.2	0.2
25	0.3	0.3	0.4	0.5	0.3	0.4	0.4	0.3	0.3
35	0.4	0.4	0.5	0.6	0.4	0.5	0.5	0.4	0.4
t	Kedalaman Gerusan Lokal								
Menit/TP	1	2	3	4	5	6	7	8	9
15	-1.9	-1.9	-2.9	-3.6	-2.1	-2.7	-2.5	-1.8	-1.6
25	-2.4	-2.4	-3.4	-4.1	-2.6	-3.2	-3	-2.3	-2.1
35	-2.9	-2.9	-3.9	-4.6	-3.1	-3.7	-3.5	-2.8	-2.6



Gambar 22. Grafik Perbandingan Hubungan kecepatan aliran dan gerusan dengan Titik Pengamatan $Q_3 = 0,0071 \text{ m}^3/\text{dtk}$

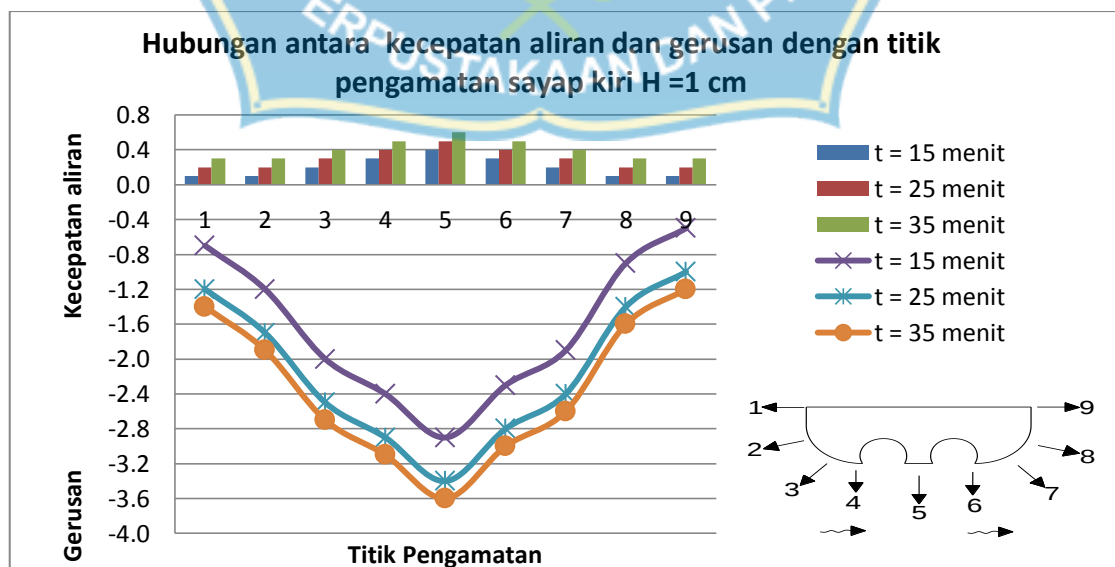
Dari grafik diatas untuk titik pengamatan dapat di ketahui bahwa kecepatan aliran berbanding lurus dengan kedalaman gerusan. Semakin besar kecepatan aliran semakin besar pula kedalaman gerusan yang terjadi. Gerusan yang tertinggi terdapat pada $t = 35$ menit di TP 4 yang dipengaruhi oleh tinggi kecepatan aliran

2. Perbandingan kedalaman gerusan lokal (ds) dan Kecepatan aliran (V) dengan tiga variasi waktu (t) tipe II

- a. Bentuk Gerusan dan kecepatan aliran lokal dengan waktu 15, 25 ,35 menit dengan $Q_1 = 0,0018 \text{ m}^3/\text{dtk}$ (saluran aliran sayap kiri)

Tabel. 14 Data pengukuran kecepatan aliran dan kedalaman gerusan lokal

t	Kecepatan Aliran local								
Menit/TP	1	2	3	4	5	6	7	8	9
15	0.1	0.1	0.2	0.3	0.4	0.3	0.2	0.1	0.1
25	0.2	0.2	0.3	0.4	0.5	0.4	0.3	0.2	0.2
35	0.3	0.3	0.4	0.5	0.6	0.5	0.4	0.3	0.3
t	Kedalaman Gerusan Lokal								
Menit/TP	1	2	3	4	5	6	7	8	9
15	-0.7	-1.2	-2	-2.4	-2.9	-2.3	-1.9	-0.9	-0.5
25	-1.2	-1.7	-2.5	-2.9	-3.4	-2.8	-2.4	-1.4	-1
35	-1.4	-1.9	-2.7	-3.1	-3.6	-3	-2.6	-1.6	-1.2



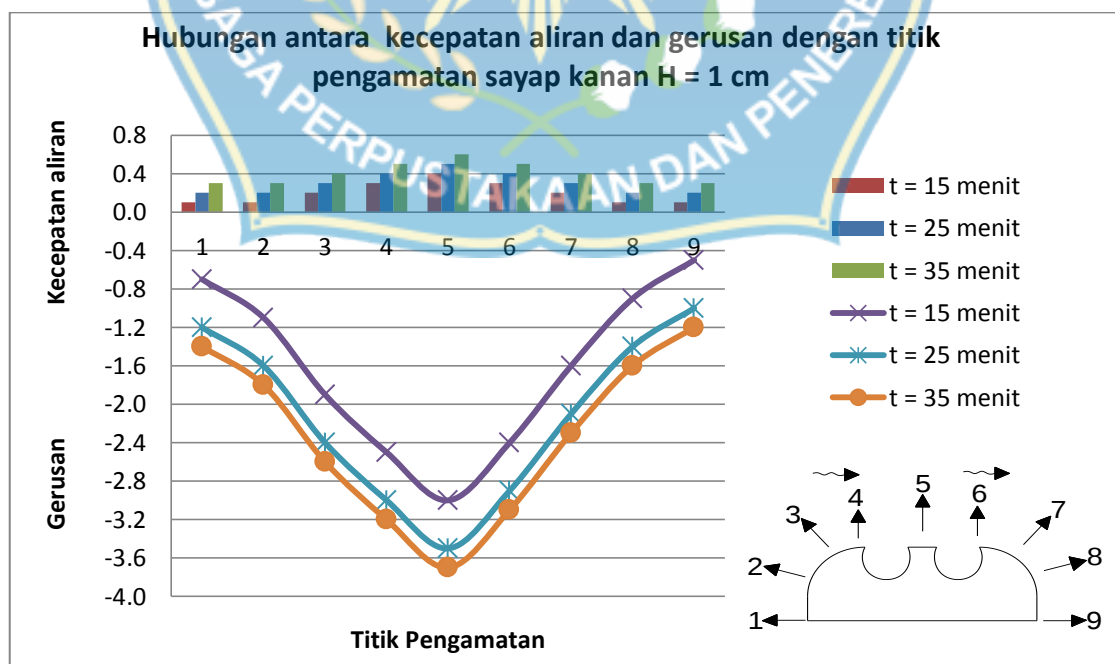
Gambar 23. Grafik Perbandingan Hubungan kecepatan aliran dan gerusan dengan Titik Pengamatan $Q_1 = 0,0018 \text{ m}^3/\text{dtk}$

Dari grafik diatas untuk titik pengamatan dapat di ketahui bahwa kecepatan aliran berbanding lurus dengan kedalaman gerusan. Semakin besar kecepatan aliran semakin besar pula kedalaman gerusan yang terjadi. Gerusan yang tertinggi terdapat pada $t = 35$ menit di TP 5 yang dipengaruhi oleh tinggi kecepatan aliran

- b. Bentuk Gerusan dan kecepatan aliran lokal dengan waktu 15, 25 ,35 menit dengan $Q_1 = 0,0018 \text{ m}^3/\text{dtk}$ (saluran aliran sayap kanan)

Tabel. 15 Data pengukuran kecepatan aliran dan kedalaman gerusan lokal

t	Kecepatan Aliran lokal								
Menit/TP	1	2	3	4	5	6	7	8	9
15	0.1	0.1	0.2	0.3	0.4	0.3	0.2	0.1	0.1
25	0.2	0.2	0.3	0.4	0.5	0.4	0.3	0.2	0.2
35	0.3	0.3	0.4	0.5	0.6	0.5	0.4	0.3	0.3
t	Kedalaman Gerusan Lokal								
Menit/TP	1	2	3	4	5	6	7	8	9
15	-0.7	-1.1	-1.9	-2.5	-3	-2.4	-1.6	-0.9	-0.5
25	-1.2	-1.6	-2.4	-3	-3.5	-2.9	-2.1	-1.4	-1
35	-1.4	-1.8	-2.6	-3.2	-3.7	-3.1	-2.3	-1.6	-1.2



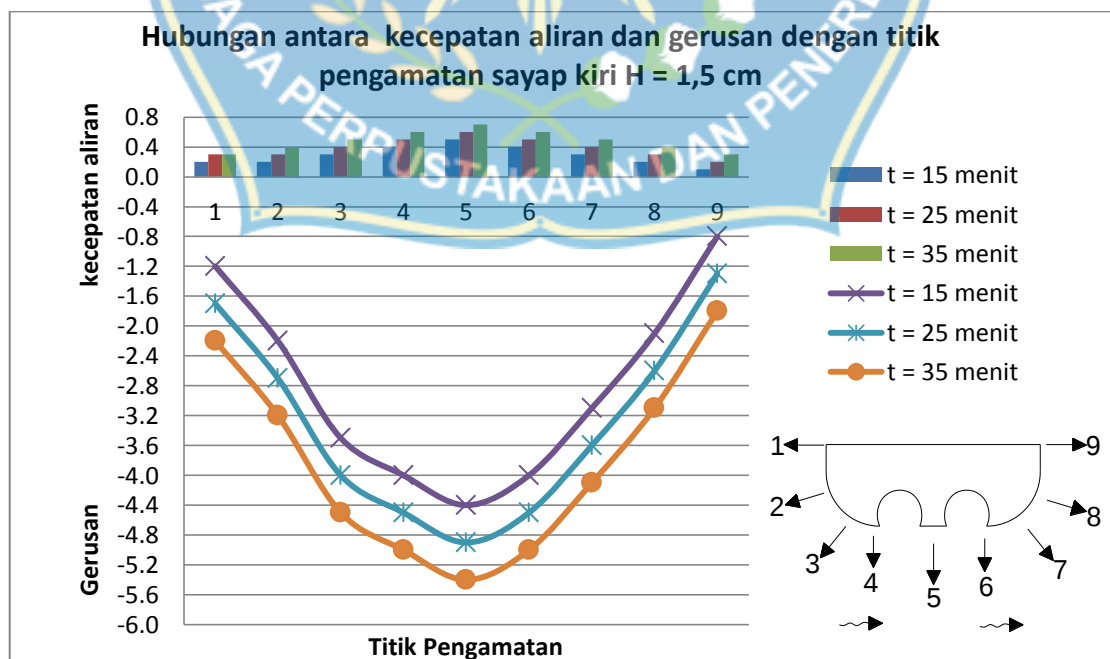
Gambar 24. Grafik Perbandingan Hubungan kecepatan aliran dan gerusan dengan Titik Pengamatan $Q_1 = 0,0018 \text{ m}^3/\text{dtk}$

Dari grafik diatas untuk titik pengamatan dapat di ketahui bahwa kecepatan aliran berbanding lurus dengan kedalaman gerusan. Semakin besar kecepatan aliran semakin besar pula kedalaman gerusan yang terjadi. Gerusan yang tertinggi terdapat pada $t = 35$ menit di TP 5 yang dipengaruhi oleh tinggi kecepatan aliran.

- c. Bentuk Gerusan dan kecepatan aliran lokal dengan waktu 15, 25 ,35 menit untuk $Q_2 = 0,0057 \text{ m}^3/\text{dtk}$ (saluran aliran sayap kiri)

Tabel. 16 Data pengukuran kecepatan aliran dan kedalaman gerusan lokal

t	Kecepatan Aliran local								
Menit/TP	1	2	3	4	5	6	7	8	9
15	0.2	0.2	0.3	0.4	0.5	0.4	0.3	0.2	0.1
25	0.3	0.3	0.4	0.5	0.6	0.5	0.4	0.3	0.2
35	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.6	0.5	0.4	0.3
t	Kedalaman Gerusan Lokal								
Menit/TP	1	2	3	4	5	6	7	8	9
15	-1.2	-2.2	-3.5	-4	-4.4	-4	-3.1	-2.1	-0.8
25	-1.7	-2.7	-4	-4.5	-4.9	-4.5	-3.6	-2.6	-1.3
35	-2.2	-3.2	-4.5	-5	-5.4	-5	-4.1	-3.1	-1.8



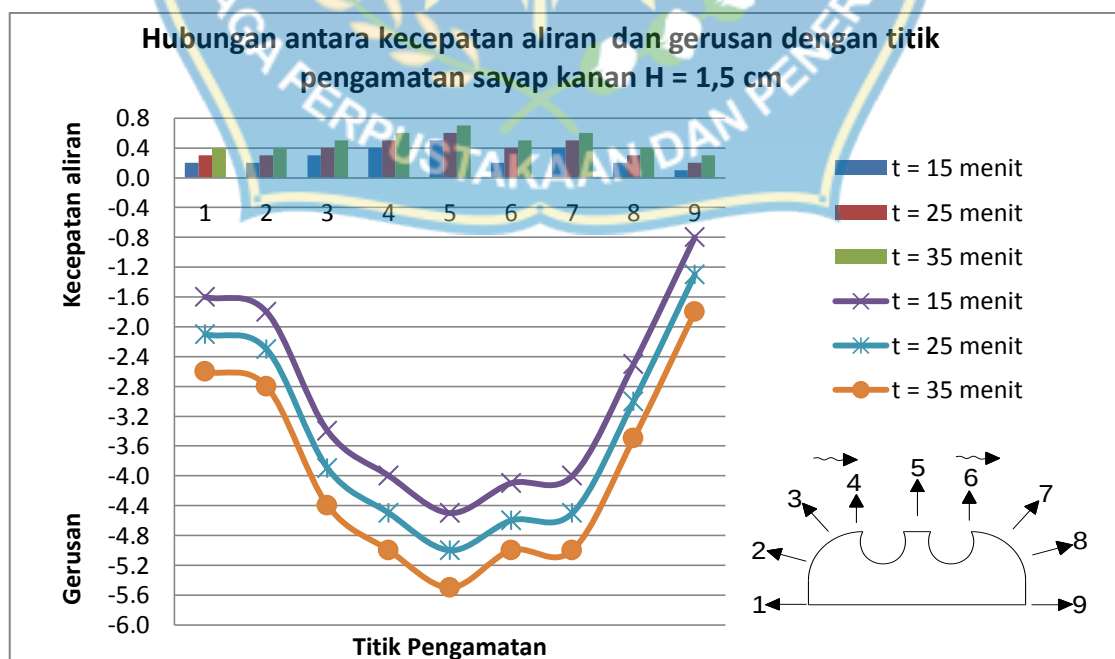
Gambar 25. Grafik Perbandingan Hubungan kecepatan aliran dan gerusan dengan Titik Pengamatan $Q_2 = 0,0057 \text{ m}^3/\text{dtk}$

Dari grafik diatas untuk titik pengamatan dapat di ketahui bahwa kecepatan aliran berbanding lurus dengan kedalaman gerusan. Semakin besar kecepatan aliran semakin besar pula kedalaman gerusan yang terjadi. Gerusan yang tertinggi terdapat pada $t = 35$ menit di TP 5 yang dipengaruhi oleh tinggi kecepatan aliran

- d. Bentuk Gerusan dan kecepatan aliran lokal dengan waktu 15, 25 ,35 menit dengan $Q_2 = 0,0057 \text{ m}^3/\text{dtk}$ (saluran aliran sayap kanan)

Tabel. 17 Data pengukuran kecepatan aliran dan kedalaman gerusan lokal

t	Kecepatan Aliran local								
Menit/TP	1	2	3	4	5	6	7	8	9
15	0.2	0.2	0.3	0.4	0.5	0.2	0.4	0.2	0.1
25	0.3	0.3	0.4	0.5	0.6	0.4	0.5	0.3	0.2
35	0.4	0.4	0.5	0.6	0.7	0.5	0.6	0.4	0.3
t	Kedalaman Gerusan Lokal								
Menit/TP	1	2	3	4	5	6	7	8	9
15	-1.6	-1.8	-3.4	-4	-4.5	-4.1	-4	-2.5	-0.8
25	-2.1	-2.3	-3.9	-4.5	-5	-4.6	-4.5	-3	-1.3
35	-2.6	-2.8	-4.4	-5	-5.5	-5	-5	-3.5	-1.8



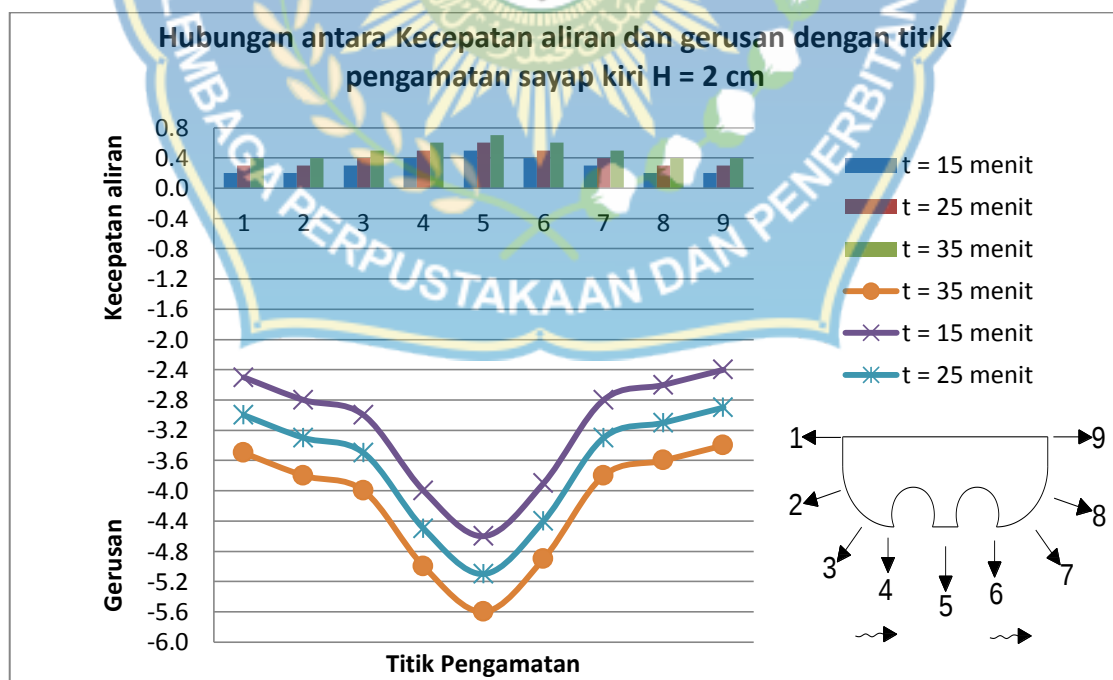
Gambar 26. Grafik Perbandingan Hubungan kecepatan aliran dan gerusan dengan Titik Pengamatan $Q_2 = 0,0057 \text{ m}^3/\text{dtk}$

Dari grafik diatas untuk titik pengamatan dapat di ketahui bahwa kecepatan aliran berbanding lurus dengan kedalaman gerusan. Semakin besar kecepatan aliran semakin besar pula kedalaman gerusan yang terjadi. Gerusan yang tertinggi terdapat pada $t = 35$ menit di TP 5 yang dipengaruhi oleh tinggi kecepatan aliran

- e. Bentuk Gerusan dan kecepatan aliran lokal dengan waktu 15, 25 ,35 menit dengan $Q_3 = 0,0071 \text{ m}^3/\text{dtk}$ (saluran aliran sayap kiri)

Tabel. 18 Data pengukuran kecepatan aliran dan kedalaman gerusan lokal

t	Kecepatan Aliran lokal								
Menit/TP	1	2	3	4	5	6	7	8	9
15	0.2	0.2	0.3	0.4	0.5	0.4	0.3	0.2	0.2
25	0.3	0.3	0.4	0.5	0.6	0.5	0.4	0.3	0.3
35	0.4	0.4	0.5	0.6	0.7	0.6	0.5	0.4	0.4
t	Kedalaman Gerusan Lokal								
Menit/TP	1	2	3	4	5	6	7	8	9
15	-2.5	-2.8	-3	-4	-4.6	-3.9	-2.8	-2.6	-2.4
25	-3	-3.3	-3.5	-4.5	-5.1	-4.4	-3.3	-3.1	-2.9
35	-3.5	-3.8	-4	-5	-5.6	-4.9	-3.8	-3.6	-3.4



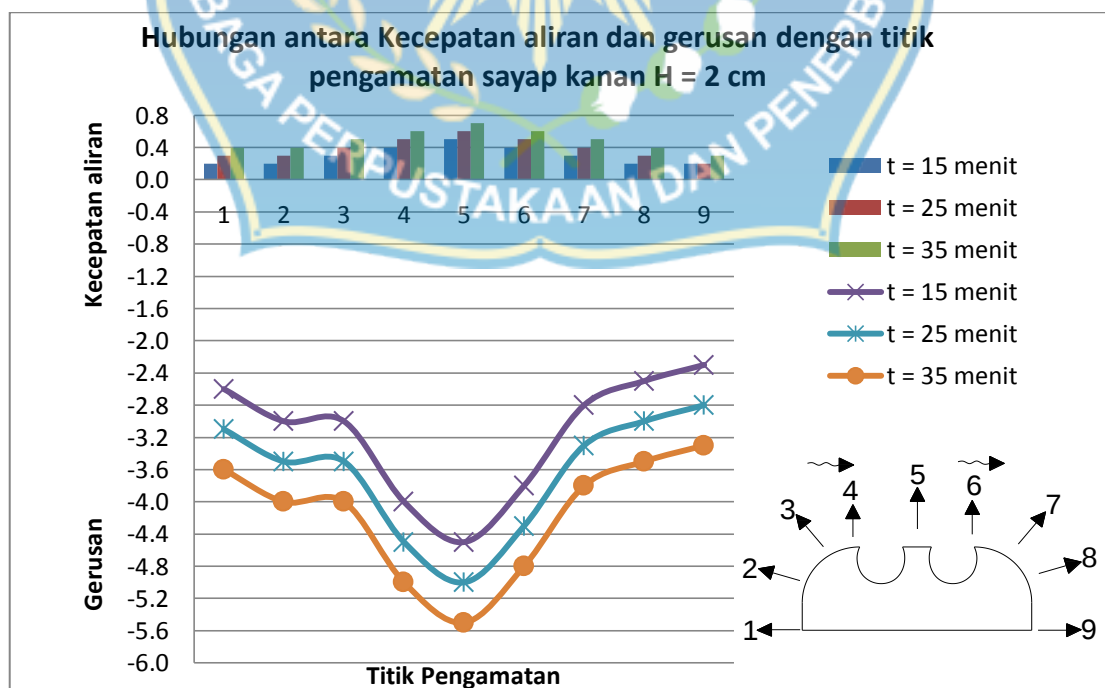
Gambar 27. Grafik Perbandingan Hubungan kecepatan aliran dan gerusan dengan Titik Pengamatan $Q_3 = 0,0071 \text{ m}^3/\text{dtk}$

Dari grafik diatas untuk titik pengamatan dapat di ketahui bahwa kecepatan aliran berbanding lurus dengan kedalaman gerusan. Semakin besar kecepatan aliran semakin besar pula kedalaman gerusan yang terjadi. Gerusan yang tertinggi terdapat pada $t = 35$ menit di TP 5 yang dipengaruhi oleh tinggi kecepatan aliran.

- f. Bentuk Gerusan dan kecepatan aliran lokal dengan waktu 15, 25 ,35 menit dengan $Q_3 = 0,0071 \text{ m}^3/\text{dtk}$ (saluran aliran sayap kanan)

Tabel. 19 Data pengukuran kecepatan aliran dan kedalaman gerusan lokal

t	Kecepatan Aliran lokal								
Menit/TP	1	2	3	4	5	6	7	8	9
15	0.2	0.2	0.3	0.4	0.5	0.4	0.3	0.2	0.2
25	0.3	0.3	0.4	0.5	0.6	0.5	0.4	0.3	0.2
35	0.4	0.4	0.5	0.6	0.7	0.6	0.5	0.4	0.3
t	Kedalaman Gerusan Lokal								
Menit/TP	1	2	3	4	5	6	7	8	9
15	-2.6	-3	-3	-4	-4.5	-3.8	-2.8	-2.5	-2.3
25	-3.1	-3.5	-3.5	-4.5	-5	-4.3	-3.3	-3	-2.8
35	-3.6	-4	-4	-5	-5.5	-4.8	-3.8	-3.5	-3.3



Gambar 28. Grafik Perbandingan Hubungan kecepatan aliran dan gerusan dengan Titik Pengamatan $Q_3 = 0,0071 \text{ m}^3/\text{dtk}$

Dari grafik diatas untuk titik pengamatan dapat di ketahui bahwa kecepatan aliran berbanding lurus dengan kedalaman gerusan. Semakin besar kecepatan aliran semakin besar pula kedalaman gerusan yang terjadi. Gerusan yang tertinggi terdapat pada $t = 35$ menit di TP 5 yang dipengaruhi oleh tinggi kecepatan aliran

C. Pengaruh Abutment terhadap Kecepatan Aliran dan Gerusan Lokal

Tabel 20. Kecepatan aliran dan gerusan lokal dititik Pengamatan (TP. 2, TP. 4, TP. 5 dan TP 7) pada sayap kiri.

Q	Tipe	t menit	Kecepatan Aliran Lokal (m/dtk)				Kedalaman Gerusan (cm)				Keterangan
			TP 2	TP 4	TP 5	TP 7	TP 2	TP 4	TP 5	TP 7	
0,0018 m^3/dtk	Model I	15	0.1	0.3	0.1	0.2	0.5	1.7	0.7	1.1	
		25	0.2	0.4	0.2	0.3	1	2.2	1.2	1.6	
		35	0.3	0.5	0.3	0.4	1.5	2.7	1.7	2.1	
	Model II	15	0.1	0.3	0.4	0.2	1.2	2.4	2.9	1.9	
		25	0.2	0.4	0.5	0.3	1.7	2.9	3.4	2.4	
		35	0.3	0.5	0.6	0.4	1.9	3.1	3.6	2.6	
0,0057 m^3/dtk	Model I	15	0.2	0.3	0.2	0.2	0.8	2	1	1.3	
		25	0.3	0.4	0.3	0.3	1.3	2.3	1.5	1.8	
		35	0.4	0.5	0.4	0.4	1.8	3	2	2.3	
	Model II	15	0.2	0.4	0.5	0.3	2.2	4	4.4	3.1	
		25	0.3	0.5	0.6	0.4	2.7	4.5	4.9	3.6	
		35	0.4	0.6	0.7	0.5	3.2	5	5.4	4.1	
0,0071 m^3/dtk	Model I	15	0.2	0.4	0.2	0.3	2.1	3.1	2.2	2.6	
		25	0.3	0.5	0.3	0.4	2.6	3.6	2.7	3.1	
		35	0.4	0.6	0.4	0.5	3.1	4.1	3.2	3.6	
	Model II	15	0.2	0.4	0.5	0.3	8	4	4.6	2.8	
		25	0.3	0.5	0.6	0.4	3.3	4.5	5.1	3.3	
		35	0.4	0.6	0.7	0.5	3.8	5	5.6	3.8	

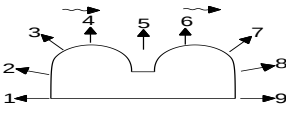
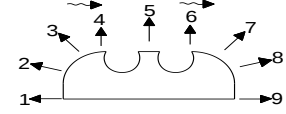
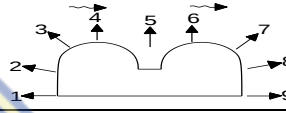
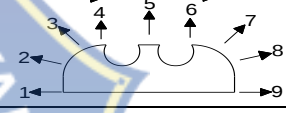
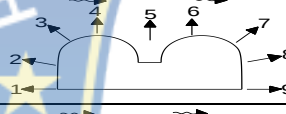
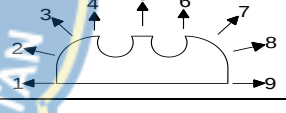
Untuk Q_1 Pada model I, Kecepatan aliran dan kedalaman Gerusan yang terbesar berada pada TP.4 Kecepatannya mencapai 0,5 m/dtk, Gerusannya mencapai 2,7 cm. Kecepatan aliran dan Kedalaman Gerusan yang terkecil berada pada TP.2 Kecepatannya mencapai 0,1 m/dtk, Gerusannya mencapai 0,5 cm. Sedangkan pada model II Kecepatan aliran

dan kedalaman Gerusan yang terbesar berada pada TP.5 Kecepatannya mencapai 0,6 m/dtk, Gerusannya mencapai 3,6 cm. Kecepatan aliran dan Kedalaman Gerusan yang terkecil berada pada TP.2 Kecepatannya mencapai 0,1 m/dtk, Gerusannya mencapai 1,2 cm.

Untuk Q_2 Pada model I, Kecepatan aliran dan kedalaman Gerusan yang terbesar berada pada TP.4 Kecepatannya mencapai 0,5 m/dtk, Gerusannya mencapai 3,0 cm. Kecepatan aliran dan Kedalaman Gerusan yang terkecil berada pada TP.2 Kecepatannya mencapai 0,2 m/dtk, Gerusannya mencapai 0,8 cm. Sedangkan pada model II Kecepatan aliran dan kedalaman Gerusan yang terbesar berada pada TP.5 Kecepatannya mencapai 0,7 m/dtk, Gerusannya mencapai 5,4 cm. Kecepatan aliran dan Kedalaman Gerusan yang terkecil berada pada TP.2 Kecepatannya mencapai 0,2 m/dtk, Gerusannya mencapai 2,2 cm

Untuk Q_3 Pada model I, Kecepatan aliran dan kedalaman Gerusan yang terbesar berada pada TP.4 Kecepatannya mencapai 0,6 m/dtk, Gerusannya mencapai 4,1 cm. Kecepatan aliran dan Kedalaman Gerusan yang terkecil berada pada TP.2 Kecepatannya mencapai 0,2 m/dtk, Gerusannya mencapai 2,1 cm. Sedangkan pada model II Kecepatan aliran dan kedalaman Gerusan yang terbesar berada pada TP.5 Kecepatannya mencapai 0,7 m/dtk, Gerusannya mencapai 5,6 cm. Kecepatan aliran dan Kedalaman Gerusan yang terkecil berada pada TP.2 Kecepatannya mencapai 0,2 m/dtk, Gerusannya mencapai 2,8 cm

Tabel 21. Kecepatan aliran dan gerusan lokal dititik Pengamatan (TP. 2, TP. 4, TP. 5 dan TP 7) pada sayap kanan

Q	Tipe	t	Kecepatan Aliran Lokal (m/dtk)				Kedalaman Gerusan (cm)				Keterangan
		menit	TP 2	TP 4	TP 5	TP 7	TP 2	TP 4	TP 5	TP 7	
0.0018 m ³ /dtk	Model I	15	0.1	0.3	0.1	0.2	0.4	1.8	0.7	1.2	
		25	0.2	0.4	0.2	0.3	0.9	2.3	1.2	1.7	
		35	0.3	0.5	0.3	0.4	1.4	2.8	1.7	2.2	
	Model II	15	0.1	0.3	0.4	0.2	1.1	2.5	3	1.6	
		25	0.2	0.4	0.5	0.3	1.6	3	3.5	2.1	
		35	0.3	0.5	0.6	0.4	1.8	3.2	3.7	2.3	
0,0057 m ³ /dtk	Model I	15	0.2	0.3	0.2	0.2	1	2	1.1	1.4	
		25	0.3	0.4	0.3	0.3	1.5	2.5	1.6	1.9	
		35	0.4	0.5	0.4	0.4	2	3	2.1	2.4	
	Model II	15	0.2	0.4	0.5	0.4	1.8	4	4.5	4	
		25	0.3	0.5	0.6	0.5	2.3	4.5	5	4.5	
		35	0.4	0.6	0.7	0.6	2.8	5	5.5	5	
0,0071 m ³ /dtk	Model I	15	0.2	0.4	0.2	0.3	1.9	3.6	2.1	2.5	
		25	0.3	0.5	0.3	0.4	2.4	4.1	2.6	3	
		35	0.4	0.6	0.4	0.5	2.9	4.6	3.1	3.5	
	Model II	15	0.2	0.4	0.5	0.3	3	4	4.5	2.8	
		25	0.3	0.5	0.6	0.4	3.5	4.5	5	3.3	
		35	0.4	0.6	0.7	0.5	4	5	5.5	3.8	

Untuk Q₁ Pada model I, Kecepatan aliran dan kedalaman Gerusan yang terbesar berada pada TP.4 Kecepatannya mencapai 0,5 m/dtk, Gerusannya mencapai 2,8 cm. Kecepatan aliran dan Kedalaman Gerusan yang terkecil berada pada TP.2 Kecepatannya mencapai 0,1 m/dtk, Gerusannya mencapai 0,4 cm. Sedangkan pada model II Kecepatan aliran dan kedalaman Gerusan yang terbesar berada pada TP.5 Kecepatannya mencapai 0,6 m/dtk, Gerusannya mencapai 3,7 cm. Kecepatan aliran dan Kedalaman Gerusan yang terkecil berada pada TP.2 Kecepatannya mencapai 0,1 m/dtk, Gerusannya mencapai 1,1 cm.

Untuk Q_2 Pada model I, Kecepatan aliran dan kedalaman Gerusan yang terbesar berada pada TP.4 Kecepatannya mencapai 0,5 m/dtk, Gerusannya mencapai 3,0 cm. Kecepatan aliran dan Kedalaman Gerusan yang terkecil berada pada TP.2 Kecepatannya mencapai 0,2 m/dtk, Gerusannya mencapai 1,0 cm. Sedangkan pada model II Kecepatan aliran dan kedalaman Gerusan yang terbesar berada pada TP.5 Kecepatannya mencapai 0,7 m/dtk, Gerusannya mencapai 5,5 cm. Kecepatan aliran dan Kedalaman Gerusan yang terkecil berada pada TP.2 Kecepatannya mencapai 0,2 m/dtk, Gerusannya mencapai 1,8 cm

Untuk Q_3 Pada model I, Kecepatan aliran dan kedalaman Gerusan yang terbesar berada pada TP.4 Kecepatannya mencapai 0,6 m/dtk, Gerusannya mencapai 4,6 cm. Kecepatan aliran dan Kedalaman Gerusan yang terkecil berada pada TP.2 Kecepatannya mencapai 0,2 m/dtk, Gerusannya mencapai 1,9 cm. Sedangkan pada model II Kecepatan aliran dan kedalaman Gerusan yang terbesar berada pada TP.5 Kecepatannya mencapai 0,7 m/dtk, Gerusannya mencapai 5,5 cm. Kecepatan aliran dan Kedalaman Gerusan yang terkecil berada pada TP.2 Kecepatannya mencapai 0,2 m/dtk, Gerusannya mencapai 3,0 cm.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa:

- 1) Kecepatan aliran berbanding lurus dengan kedalaman gerusan, Semakin besar kecepatan aliran maka semakin besar pula kedalaman gerusan. Kecepatan aliran mencapai 0,5 m/dtk dan kedalaman Gerusan mencapai 2,7 cm, begitu pun sebaliknya semakin kecil kecepatan aliran maka semakin kecil pula kedalaman gerusan. kecepatan aliran mencapai 0,1 m/dtk dan kedalaman gerusan mencapai 0,5 cm.
- 2) Model abutment tipe I pola alirannya lebih efektif dibandingkan dengan model abutment tipe II. Untuk Q_1 Pada model I, Kecepatan aliran mencapai 0,5 m/dtk, dan kedalaman gerusannya mencapai 2,8 cm. Sedangkan pada model II Kecepatan alirannya mencapai 0,6 m/dtk, dan kedalaman gerusannya mencapai 3,7 cm.

B. Saran

Dari pengamatan di dalam Penelitian ini penulis memberikan saran-saran untuk penelitian lebih lanjut, yaitu :

- 1) Perlu dilakukan penelitian lain yaitu dengan waktu yang berbeda, bukaan pintu dan jarak tiap pias serta model yang berbeda.
- 2) Hasil penelitian ini perlu dikaji dan dikembangkan lagi sehingga dapat disesuaikan dengan fenomena yang terjadi dilapangan.
- 3) Dalam memilih model abutment harus dengan model yang akurat agar bisa mengurangi terjadinya pola aliran di sekitar abutment.



DAFTAR PUSTAKA

- Abdurrosyid, Jaji. (2005). "Pengendalian Gerusan dengan Pelat di Sekitar Abutmen Jembatan pada Kondisi Ada Angkutan Sedimen (Live Bed Scour)." *Jurnal Teknik Gelagar*. Volume 16 Nomer 01. April 2005, UMS. Surakarta
- Azami , Nov. 1995. Pedoman Teknis Pelaksanaan Bangunan Bawah Jembatan. Palembang: PT Seecons Engineering Consultant. Bowles, Joseph E. 1991.
- Dinas PSDA Prov. Jateng. (1996). *Hidrolika Terapan*. Semarang
- Hanwar, S. (1999). "Gerusan Lokal di Sekitar Abutmen Jembatan." Tesis Magister Teknik. PPS UGM, Yogyakarta.
- Frenc, 1980 , *Hidrolika Saluran Terbuka* , (terjemahan), Erlangga , Jakarta
- Heryana Oktaviana, 2008, *Pengaruh Kontraksi Penampang Sungai* , Tesis Teknik Sipil Universitas Indonesia, Jakarta (<http://Google>, diakses 10 juni 2014).
- Legono, D. (1990). *Gerusan Pada Bangunan Sungai*, PAU Ilmuilmu Teknik UGM, Yogyakarta.
- Mira, S. (2004). "Pola Gerusan Lokal Berbagai Bentuk Abutment dengan Adanya Variasi Debit." Tugas Akhir, Univ. Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Prasetia, S.P. (2001). "Model Pengendalian Gerusan Lokal Akibat Aliran Superkritik di Hilir Pintu Air." Tesis, PPS UGM, Yogyakarta.
- Priyantoro 1991 , *Studi Eksperimental Aliran laminar pada Saluran Terbuka*, Tesis Teknik Sipil UKRIM, Yogyakarta (<http://Google>, diakses 23 juni 2013).
- Rajartman, 1987) *Studi Pengaruh Aliran Turbulen Terhadap Morfologi Sungai* , Tesis Teknik Sipil Universitas Indonesia , Jakarta (<http://Google>, diakses 19 juni 2014).s
- Rangga Raju, 1981 *Studi Pengaruh Energi specific Terhadap Kecepatan Aliran* , , Tesis Teknik Sipil Sriwijaya Indonesia , Palembang (<http://Google>, diakses 14 juli 2014).

Rinaldi , 2002 Studi Eksprimental Aliran Laminer dan Turbulen , Tesis Teknik Sipil Universitas Indonesia , Jakarta (<http://Google>, diakses 20 juni 2014).

Triatmodjo Bambang, 2008, *Hidraulika II*, Beta Offset, Yogyakarta.

Triatmodjo Bambang, 2010, *Hidrologi Terapan*, Beta Offset, Yogyakarta.

Ven Te Cow., E.V. Nensi Rosalina, 1989,*Hidrolika Saluran Terbuka*, (terjemahan), Erlangga, Jakarta.

