

SKRIPSI

**ANALISIS PENGARUH TINGGI HAMBATAN PLAT SEGITIGA
TERHADAP DISTRIBUSI KECEPATAN ALIRAN DISALURAN
TERBUKA
(STUDI EKSPERIMENTAL)**



PROGRAM STUDI TEKNIK PENGAIRAN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR

2020-2021

**ANALISIS PENGARUH TINGGI HAMBATAN PLAT SEGITIGA
TERHADAP DISTRIBUSI KECEPATAN ALIRAN DISALURAN
TERBUKA
(STUDI EKSPERIMENTAL)**

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Guna Memperoleh

Gelar Sarjana Teknik Sipil Fakultas Teknik

Universitas Muhammadiyah Makassar

Disusun dan diajukan oleh :

ABD RAHMAN WAHAB

105 81 2414 15

ADRIAN

105 81 2357 15

PROGRAM STUDI TEKNIK PENGAIRAN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR

2020-2021

08/12/2020

1 eq
Sub. Alumni

R/0067/SIP/20 cp
WAH
a'



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>

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 : **ANALISIS PENGARUH TINGGI HAMBATAN PLAT SEGITIGA TERHADAP DISTRIBUSI KECEPATAN ALIRAN DI SALURAN TERBUKA (STUDI EKSPERIMENTAL)**

Nama : **ABD RAHMAN WAHAB
ADRIAN**

Stambuk : **105 81 2414 15
105 81 2357 15**

Makassar, 13 Rabiul Akhir 1442 H
28 November 2020 M

Telah Diperiksa dan Disetujui
Oleh Dosen Pembimbing:

Pembimbing I

Pembimbing II

Dr. Ir. H. Riswal K, MT

Farida Gaffar, ST., MT., IPM

Mengetahui,
Ketua Prodi Teknik Pengairan



Andi Makbul Syamsuri, ST., MT.
NBM : 1183 084



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

PENGESAHAN

Skripsi atas nama Abd Rahman Wahab dengan nomor induk Mahasiswa 105 81 2414 15 dan Adrian dengan nomor induk Mahasiswa 105 81 2357 15, dinyatakan diterima dan disahkan oleh Panitia Ujian Tugas Akhir/Skripsi sesuai dengan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar Nomor : 0010/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 28 November 2020.

Makassar, 13 Rabi'ul Akhir 1442 H
28 November 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 Arsyad Thaha, MT.

2. Penguji :

a. Ketua : Dr. Ir. Sukmasari Antaria, M.Sc

b. Sekretaris : Fauzan Hamdi, ST., MT., IPM

3. Anggota: 1. Dr. Eng.Ir. Farouk Maricar, MT

2. Dr. Ir. Hj. Nurnawaty, MT., IPM

3. Dr. Hj. Arsyuni Ali Mustari, ST., MT

Mengetahui :

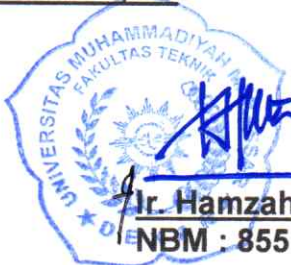
Pembimbing I

Pembimbing II

Dr. Ir. H. Riswal K, MT.

Farida Gaffar, ST., MT., IPM

Dekan



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 hasil penelitian sebagai tugas akhir ini. Adapun hasil penelitian ini yang berjudul “ANALISIS PENGARUH TINGGI HAMBATAN PLAT SEGITIGA TERHADAP DISTRIBUSI KECEPATAN ALIRAN DI SALURAN TERBUKA (STUDI EKSPERIMENTAL)”.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa didalam penulisan skripsi penelitian ini masih terdapat kekurangan – kekurangan, hal ini disebabkan karena penulis sebagai manusia biasa tidak lepas dari kesalahan dan kukurangan. Oleh karena itu, penulis menerima dengan sangat ikhlas dengan senang hati segala koreksi serta perbaikan guna penyempurnaan tulisan ini agar kelak dapat bermanfaat.

Pada kesempatan ini, penulis hendak menyampaikan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan sehingga skripsi penelitian ini dapat selesai. Ucapan terima kasih ini penulis tujukan kepada:

1. Ayahanda dan Ibunda yang tercinta, penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar – besarnya atas segala limpahan kasih sayang, do'a serta pengorbananya dalam bentuk materi untuk menyelesaikan studi kami.

2. Bapak Ir. Hamzah Ali Imran, S.T., M.T. sebagai Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
3. Bapak A. Makbul Syamsul, S.T., M.T. sebagai Ketua Jurusan Teknik Sipil Pengairan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
4. Bapak Dr. Ir. H. Riswal K, M.T. selaku Pembimbing I dan Ibu Farida Gaffar, S.T., M.M.,IPM selaku Pembimbing II, yang banyak meluangkan waktu dalam membimbing kami.
5. Bapak dan Ibu dosen serta para staf pegawai di Fakultas Teknik atas segala waktunya telah mendidik dan melayani penulis selama mengikuti proses belajar mengajar di Universitas Muhammadiyah Makassar.
6. Ibu Ira Widyastuti, S.T., M.T yang telah membantu dalam proses penelitian dan penulisan penelitian ini.
7. Teman teman satu bimbingan penelitian proposal, yang telah berjuang bersama sama penuls dalam menyelesaikan proposal penelitian ini.

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

“Billahi Fii Sabill Haq Fastabiqul Khaerat”.

Makassar, 28 November 2020

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
ABSTRAK	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR PERSAMAAN	xiv
DAFTAR NOTASI SINGKAT	xv
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. KAJIAN PUSTAKA	5
A. Saluran Terbuka	5
B. Klasifikasi Aliran	6
1. Aliran Permanen dan Tidak Permanen	6
2. Aliran Seragam dan Berubah	8

3. Aliran Turbulen dan Laminer	8
4. Aliran Sub Kritis, Kritis dan Super Kritis	9
C. Distribusi Kecepatan.....	11
1. Tegangan Geser	13
2. Kecepatan Geser.....	15
D. Debit Aliran	16
E. Matrik Penelitian Terdahulu.....	19
BAB III. METODE PENELITIAN	24
A. Lokasi dan Waktu Penelitian.....	24
1. Tempat Penelitian	24
2. Waktu Penelitian	24
B. Jenis Penelitian dan Sumber Data	24
1. Jenis Penelitian	24
2. Sumber Data	26
C. Alat dan Bahan.....	26
1. Alat	26
2. Bahan.....	26
D. Tahapan Penelitian.....	27
1. Persiapan.....	27
2. Perancangan Model.....	27
3. Pembuatan Model.....	28
4. Rencana Titik Pengukuran	29

5. Pelaksanaan Percobaan Pendahuluan	29
6. Pengambilan data	30
7. Pengolahan dan Analisis Data.....	30
E. Bagan Alur Penelitian.....	31
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	32
A. Hasil	32
1. Perhitungan dan Validasi Debit	32
2. Perhitungan dan Validasi Kecepatan Rata-rata	38
3. Perhitungan Karakteristik Aliran.....	46
4. Hasil Perhitungan Kecepatan Tanpa Hambatan	51
5. Hasil Perhitungan Kecepatan di Hambatan Plat Segitiga (6 cm)	56
6. Hasil Perhitungan Kecepatan di Hambatan Plat Segitiga (9 cm)	61
B. Pembahasan Hasil Penelitian.....	66
1. Validasi Debit	66
2. Menghitung Kecepatan dan Validasi Kecepatan Rata-rata... ..	66
3. Karakteristik Aliran Sebelum & Setelah Adanya Hambatan Plat Segitiga	67
4. Distribusi Kecepatan Aliran Sebelum Adanya Hambatan & Setelah Adanya Hambatan Plat Segitiga	68

BAB V PENUTUP	69
A. Kesimpulan	69
B. Saran.....	70
DAFTAR PUSTAKA	71
LAMPIRAN	73



DAFTAR GAMBAR

Nomor	Gambar	Halaman
Gambar 1.	Bentuk- Bentuk Potongan Melintang Saluran Terbuka.....	6
Gambar 2.	Klasifikasi Aliran Pada Saluran Terbuka.....	7
Gambar 3.	Distribusi Kecepatan	11
Gambar 4.	Distribusi Kecepatan pada berbagai bentuk potongan melintang saluran	12
Gambar 5.	Pola distribusi Kecepatan sebagai fungsi kedalaman	13
Gambar 6.	Profil Gaya Pada Bidang Miring Licin.....	14
Gambar 7.	Sekat Ukur Thompson atau V-notch.....	17
Gambar 8.	Denah Saluran.....	27
Gambar 9.	Potongan Memanjang Saluran	27
Gambar 10.	Detail Model Variasi Plat Segitiga.....	28
Gambar 11.	Tampak Memanjang Tittik Ukur	29
Gambar 12.	Titik Ukur Vertikal (kedalaman).....	29
Gambar 13.	Bagan Alur Penelitian	31
Gambar 14.	Grafik Hubungan Antara Q_a dengan C_d (Q_1).....	36
Gambar 15.	Grafik Hubungan Antara Q_a dengan C_d (Q_2).....	36
Gambar 16.	Grafik Hubungan Antara Q_a dengan C_d (Q_3).....	37

Gambar 17. Grafik bilangan Froude sebelum dan setelah adanya hambatan plat segitiga	50
Gambar 18. Grafik Hubungan Kecepatan (u) dengan Kedalaman (D) Masing-Masing Titik Pengukuran di LQ1S0.....	54
Gambar 19. Grafik Hubungan Kecepatan (u) dengan Kedalaman (D) Masing-Masing Titik Pengukuran di LQ2S0.....	54
Gambar 20. Grafik Hubungan Kecepatan (u) dengan Kedalaman (D) Masing-Masing Titik Pengukuran di LQ3S0.....	55
Gambar 21. Grafik Hubungan Kecepatan (u) dengan Kedalaman (D) Masing-Masing Titik Pengukuran di M1Q1S0	59
Gambar 22. Grafik Hubungan Kecepatan (u) dengan Kedalaman (D) Masing-Masing Titik Pengukuran di M1Q2S0	59
Gambar 23. Grafik Hubungan Kecepatan (u) dengan Kedalaman (D) Masing-Masing Titik Pengukuran di M1Q3S0	60
Gambar 24. Grafik Hubungan Kecepatan (u) dengan Kedalaman (D) Masing-Masing Titik Pengukuran di M2Q1S0	64
Gambar 25. Grafik Hubungan Kecepatan (u) dengan Kedalaman (D) Masing-Masing Titik Pengukuran di M2Q2S0	64
Gambar 26. Grafik Hubungan Kecepatan (u) dengan Kedalaman (D) Masing-Masing Titik Pengukuran di M2Q3S0	65

DAFTAR TABEL

Nomor	Tabel	Halaman
Tabel 1.	Matriks Penelitian Terdahulu.....	19
Tabel 2.	Variabel Penelitian.....	25
Tabel 3.	Format Pengamatan Laboratorium.....	25
Tabel 4.	Kalibrasi Debit Inlet dengan Thompson.....	33
Tabel 5.	Kalibrasi Outlet Debit dengan Gelas Ukur.....	37
Tabel 6.	Pengukuran Segmen.....	38
Tabel 7.	Hasil Konversi Kecepatan LQ1S0.....	40
Tabel 8.	Hasil Konversi Kecepatan LQ2S0.....	41
Tabel 9.	Hasil Konversi Kecepatan LQ3S0.....	42
Tabel 10.	Dimensi Saluran.....	43
Tabel 11.	Validasi Kecepatan Aliran LQ1S0.....	43
Tabel 12.	Validasi Kecepatan Aliran LQ2S0.....	44
Tabel 13.	Validasi Kecepatan Aliran LQ3S0.....	44
Tabel 14.	Parameter Utama Aliran.....	45
Tabel 15.	Hasil Perhitungan Bilangan Froude Sebelum Ada Hambatan.....	47
Tabel 16.	Hasil perhitungan bilangan Froude Hambatan Plat Segitiga Tinggi 6 cm.....	48
Tabel 17.	Hasil perhitungan bilangan <i>Froude</i> hambatan plat segitiga tinggi 9 cm.....	49

Tabel 18.	Tabel hasil perhitungan titik LQ1S0 350 cm	51
Tabel 19.	Tabel hasil perhitungan titik LQ1S0 425 cm	52
Tabel 20.	Tabel hasil perhitungan titik LQ1S0 450 cm	52
Tabel 21.	Tabel hasil perhitungan titik LQ1S0 500 cm	53
Tabel 22.	Tabel hasil perhitungan titik LQ1S0 550 cm	53
Tabel 23.	Tabel hasil perhitungan plat segitiga (6 cm) titik M1Q1S0 350 cm	56
Tabel 24.	Tabel hasil perhitungan plat segitiga (6 cm) titik M1Q1S0 425 cm	57
Tabel 25.	Tabel hasil perhitungan plat segitiga (6 cm) titik M1Q1S0 450 cm	57
Tabel 26.	Tabel hasil perhitungan plat segitiga (6 cm) titik M1Q1S0 500 cm	58
Tabel 27.	Tabel hasil perhitungan plat segitiga (6 cm) titik M1Q1S0 550 cm	58
Tabel 28.	Tabel hasil perhitungan titik plat segitiga (9 cm) M2Q1S0 350 cm	61
Tabel 29.	Tabel hasil perhitungan plat segitiga (9 cm) titik M2Q1S0 425 cm	62
Tabel 30.	Tabel hasil perhitungan plat segitiga (9 cm) titik M2Q1S0 450 cm	62
Tabel 31.	Tabel hasil perhitungan plat segitiga (9 cm) titik M2Q1S0 500 cm	63
Tabel 32.	Tabel hasil perhitungan titik plat segitiga (9 cm) titik M2Q1S0 550 cm	63

DAFTAR PERSAMAAN

Nomor	Persamaan	Halaman
Persamaaan 1.	Persamaan Menghitung Bilangan Reynold	9
Persamaaan 2.	Menghitung Bilangan Froude	10
Persamaaan 3.	Persamaan Tegangan Geser	14
Persamaaan 4	Tegangan Geser Turbulen	14
Persamaaan 5.	Tegangan geser Reynolds	15
Persamaaan 6.	Ditribusi Kecepatan Logaritmik	16
Persamaaan 7.	Persamaan Menghitung Debit	17
Persamaaan 8.	Lebar Muka Air Pintu Thompson	18
Persamaaan 9.	Panjang Pias Pintu Thompson	18
Persamaaan 10.	Luas Pias Pintu Thompson	18
Persamaaan 11.	Kecepatan Air Melalui Pias	18
Persamaaan 12.	Debit Aliran melalui Pias	18
Persamaaan 13.	Integrasi Debit Aliran.....	18
Persamaaan 14.	Integrasi Debit Aliran.....	18
Persamaaan 15.	Integrasi Debit Aliran.....	18
Persamaaan 16.	Integrasi Debit Aliran.....	18
Persamaaan 17.	Debit Aliran.....	18

DAFTAR NOTASI SINGKATAN



Re	=	Bilangan <i>Reynolds</i>
Fr	=	Bilangan <i>Froude</i>
ν	=	Viskositas Kinematik
ρ	=	Kerapatan Air dengan Satuan
Q	=	Debit Aliran
V	=	Kecepatan Aliran
A	=	Luas Penampang
u^*	=	Tegangan gesek
g	=	Percepatan gravitasi ($\approx 9,8$)
H	=	Kedalaman air pada bak pengukur debit
h	=	Kedalaman air
α	=	Parameter Empiris ($\approx 0,6$)
C	=	Koefisien <i>Chezy</i>
b	=	Lebar Saluran
h	=	Tinggi Saluran
R	=	Jari – jari Hidrolis
n	=	Koefisien yang tergantung pada kekasaran dinding.
s	=	Kemiringan Dasar Saluran

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Kemajuan ilmu pengetahuan dibidang mekanika fluida mendorong manusia untuk terus meneliti aliran fluida yang melintasi suatu benda. Fluida didefinisikan zat yang dapat mengalir. Fluida tidak mempunyai bentuk tetap, bentuknya selalu berubah mengikuti wadahnya. Pemberian gaya sedikit saja, akan membuat fluida mengalami deformasi yang berlangsung terus-menerus selama gaya tersebut masih bekerja. Dalam fluida dikenal aliran viskos yang dibedakan menjadi dua jenis aliran yaitu aliran laminar dan turbulen. (Suripin, 2019).

Pada aliran saluran terbuka maupun tertutup, keadaan aliran pada semua saluran akan mengalami perubahan. Perubahan tersebut dapat terjadi karena adanya perubahan bentuk penampang ataupun perubahan bentuk dari saluran. Hal ini mengakibatkan keadaan aliran juga berubah misalnya perubahan tinggi muka air atau perubahan kecepatan aliran. (Ajeng Titin Suciana. 2016). Pada saluran terbuka, memiliki parameter seperti lintang saluran, kekasaran, kemiringan dasar, belokan, hambatan serta debit aliran dan lain sebagainya yang juga memungkinkan kecepatan aliran berubah.

Arus kepadatan sangat penting dari banyak presfektif karena arus ini memainkan peran utama dalam pengangkutan sedimen didarat, didanau,

laut dan lautan dalam, dengan demikian kendali sangat penting untuk dilakukan. Arus kekeruhan bertanggung jawab atas banyaknya sedimentasi misalnya diwaduk dengan akibat menghilangkan kapasitas tampungan. Ada beberapa metode yang dilakukan untuk mengontrol arus kepadatan diantaranya menggunakan hambatan. Dengan melihat kondisi dilapangan pada umumnya bangunan pengendali seperti gronsil, krib dan sabodam memiliki bentuk persegi, sangat jarang ditemukan bangunan pengendali berbentuk segitiga.

Dengan demikian penelitian ini ditujukan untuk memperlihatkan dan menunjukkan sebuah fenomena dengan membuat suatu pemodelan aliran dengan menggunakan flume dilaboratorium untuk melihat kondisi perubahan pola aliran suatu fluida yang melewati sebuah hambatan berbentuk plat segitiga yang memiliki variasi ketinggian.

B. Rumusan Masalah

- 1) Bagaimana distribusi kecepatan aliran sebelum dan sesudah adanya hambatan plat segitiga disaluran terbuka?
- 2) Bagaimana perubahan karakteristik distribusi kecepatan aliran akibat perubahan variasi tinggi hambatan plat segitiga disaluran terbuka?

C. Tujuan Penelitian

- 1) Menganalisis pola distribusi kecepatan aliran sebelum dan sesudah adanya hambatan plat segitiga di saluran terbuka.
- 2) Menganalisis perubahan karakteristik distribusi kecepatan aliran terhadap variasi tinggi hambatan plat segitiga di saluran terbuka.

D. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah:

- 1) Memberikan informasi tentang kondisi hidrolis khususnya mengenai pengaruh tinggi hambatan plat segitiga terhadap distribusi kecepatan aliran di saluran terbuka.
- 2) Hasil penelitian ini menjadi bahan referensi baik dalam pengembangan penelitian ataupun petunjuk dalam perencanaan bangunan air.

E. Batasan Masalah

Untuk mendapatkan hasil dalam pemasangan variasi tinggi hambatan plat segitiga yang optimal dalam penelitian ini maka perlunya adanya batasan masalah sebagai berikut :

- 1) Plat segitiga dibuat dari bahan Akrilik.
- 2) Tinggi maksimum hambatan plat segitiga di 6 cm & 9 cm.
- 3) Menggunakan tiga variasi debit (Q).
- 4) Menggunakan satu variasi kemiringan saluran (flume) (s).

- 5) Tidak meneliti sedimentasi (bed load).
- 6) Alat yang digunakan adalah saluran terbuka
- 7) Menganalisis karakteristik aliran pada saluran terbuka.

F. Sistematika Penulisan

Bab I PENDAHULUAN merupakan bab pendahuluan yang menguraikan tentang latar belakang penelitian, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

Bab II KAJIAN PUSTAKA yang berisi tentang teori yang berkaitan dengan fluida, saluran terbuka, distribus kecepatan dan teori-teori pendukung lainnya yang diperlukan dipenelitian ini.

Bab III METODE PENELITIAN membahas tentang metode penelitian yang diantaranya menguraikan waktu dan tempat penelitian, alat, bahan, tahapan penelitian, gambar desain saluran, gambar design variasi tinggi hambatan plat segitiga, serta bagan alur penelitian.

Bab IV HASIL DAN PEMBAHASAN dalam penelitian ini, pengambilan data hasil dari penelitian di laboratorium dan pembahasannya.

Bab V PENUTUP yang berisi tentang kesimpulan dan hasil penelitian ini, serta saran dari penulis maupun orang lain.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

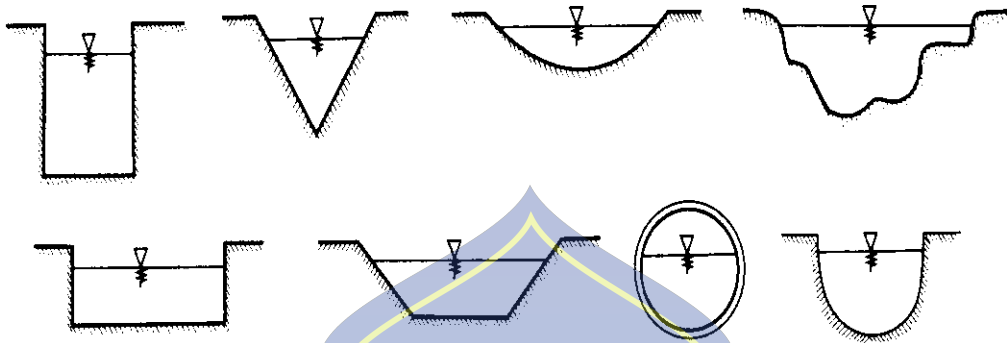
A. Saluran Terbuka

Air dapat diangkut dari suatu tempat ketempat lain melalui bangunan pembawa alamiah ataupun buatan manusia. Bangunan pembawa ini dapat terbuka ataupun tertutup bagian atasnya. Saluran yang tertutup bagian atasnya disebut saluran tertutup (*closed conduits*), sedangkan yang terbuka bagian atasnya disebut saluran terbuka (*open channels*). Sungai, saluran irigasi, selokan, dan estuary merupakan saluran terbuka, sedangkan terowongan, pipa, *aqueduct*, gorong-gorong. Dan *shipon* merupakan saluran tertutup.

Air yang mengalir pada saluran terbuka mempunyai bidang kontak hanya pada dinding dan dasar saluran (Suripin 2019). Saluran terbuka dapat berupa:

1. Saluran alamiah ataupun buatan.
2. Galian tanah dengan atau tanpa lapisan penahan.
3. Terbuat dari pipa, beton, batu, bata, atau material lainnya.
4. Dapat dibentuk persegi, segitiga, trapezium, lingkaran, tapal kuda, atau tidak beraturan.

Bentuk-bentuk potongan melintang pada saluran terbuka dapat dilihat pada gambar 1.



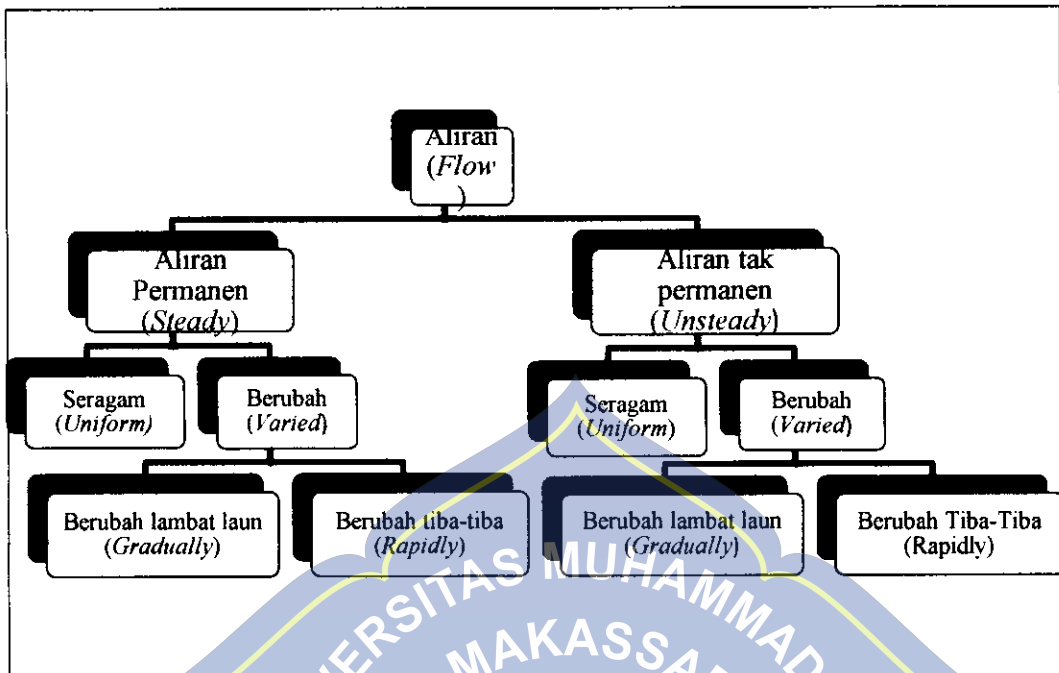
Gambar 1. Bentuk – bentuk potongan melintang saluran terbuka (suripin, 2019).

B. Klasifikasi Aliran

Tipe permukaan aliran bebas dapat diklasifikasikan menjadi beberapa kriteria yang digunakan berdasarkan perubahan kedalaman dan atau kecepatan mengikuti fungsi waktu menjadi aliran permanen (*steady*) dan tidak permanen (*unsteady*), sementara itu, berdasarkan fungsi ruang, aliran dibedakan menjadi seragam (*uniform*) dan tidak seragam (*non uniform*).

1. Aliran Permanen dan Tidak Permanen

Jika kecepatan aliran pada suatu titik tidak berubah terhadap waktu maka alirannya disebut aliran permanen atau tunak (*steady flow*). Jika kecepatan pada suatu lokasi tertentu berubah terhadap waktu maka alirannya tidak permanen atau tidak tunak (*unsteady flow*). Untuk klasifikasi aliran pada saluran terbuka bisa dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Klasifikasi Aliran Pada Saluran Terbuka (suripin.2019).

Dalam hal tertentu dimungkinkan mentransformasikan aliran tidak permanen menjadi permanen dengan mengacu pada koordinat referensi yang bergerak. Penyederhanaan ini menawarkan beberapa keuntungan, seperti kemudahan visualisasi, kemudahan penulisan persamaan yang terkait, dan sebagainya. Hal ini disederhanakan jika bentuk gelombang tidak berubah dalam perambatannya. Misalnya bentuk gelombang kejut (*surge*) tidak berubah ketika merambat pada saluran halus, dan konsekuensinya perambatan gelombang kejut yang tidak permanen dapat di konversi menjadi aliran permanen dengan koordinat referensi yang bergerak dengan kecepatan absolute gelombang kejut. Hal ini ekuivalen dengan pengamat yang bergerak disamping gelombang kejut sehingga gelombang kejut terlihat stasioner atau tetap oleh pengamat. Jadi, aliran ini

dapat dianggap sebagai aliran permanen. Jika bentuk gelombang berubah selama perambatannya maka tidak mungkin mentransformasikan gerkan gelombang tersebut menjadi aliran permanen. Misalnya gelombang banjir yang bisa merambat pada sungai alamiah tidak dapat ditransformasikan menjadi aliran permanen, karena bentuk gelombang termodifikasi dalam perjalanannya sepanjang aliran sungai.

2. Aliran Seragam dan Berubah

Jika kecepatan aliran pada suatu waktu tertentu tidak berubah sepanjang saluran yang ditinjau maka alirannya disebut aliran seragam (*uniform flow*) namun, jika kecepatan aliran saat tertentu berubah terhadap jarak, alirannya disebut aliran tidak seragam atau aliran berubah (*non uniform flow or varied flow*). Hal ini bergantung pada laju perubahan kecepatan terhadap jarak, aliran dapat diklasifikasikan menjadi aliran berubah lambat laun (*gradually varied flow*) atau aliran berubah tiba-tiba (*rapidly varied flow*).

3. Aliran Turbulen dan Laminer

Jika partikel zat cair yang bergerak mengikuti alur tertentu dan aliran tampak seperti gerakan serat-serat atau lapisan tipis yang paralel maka alirannya disebut aliran laminar. Sebaliknya, jika partikel zat cair mengikuti alur yang tidak beraturan, baik ditinjau terhadap ruang maupun waktu maka alirannya disebut aliran turbulen. Faktor yang menentukan keadaan aliran adalah pengaruh relative antara gaya kekentalan (*viskositas*)

dan gaya inersia. Jika gaya viskositas dominan alirannya laminar. Jika gaya inersia yang dominan, alirannya turbulen. Nisbah antara gaya kekentalan dan inersia dinyatakan dalam bilangan Reynold (Re), yang didefinisikan sebagai:

$$Re = \frac{VL}{\nu} \dots \dots \dots (1)$$

Dimana:

Re = Angka Reynold

V = Kecepatan aliran (m/det)

L = Panjang karakteristik (m), pada saluran muka air bebas $L = R$.

R = Jari – jari hidrolis saluran (m)

ν = Viskositas kinematik (m^2/det)

Beberapa penelitian disimpulkan bahwa bilangan Reynold untuk saluran terbuka adalah :

$R < 500$ = Aliran laminar

$500 < R < 12,500$ = Aliran transisi

$R > 12,500$ = Aliran turbulen

4. Aliran Sub Kritis, Kritis, dan Super Kritis

Aliran dikatakan kritis apabila kecepatan aliran sama dengan kecepatan gelombang gravitasi dengan amplitude kecil. Gelombang gravitasi dapat dibangkitkan dengan mengubah kedalaman. Jika kecepatan aliran lebih kecil dari pada kecepatan kritis, alirannya disebut superkritis. Jika

kecepatan alirannya lebih besar dari pada kecepatan kritis, alirannya disebut superkritis. Parameter yang menentukan ketiga jenis aliran tersebut adalah nisbah antara gaya gravitasi dan gaya inersia, yang dinyatakan dengan bilangan Froude (F_r). Untuk saluran berbentuk persegi bilangan Froude dirumuskan sebagai :

$$F_R = \frac{\bar{v}}{\sqrt{gh}} \dots\dots\dots (2)$$

Dimana:

F_R = Angka Froude

\bar{v} = Kecepatan rata-rata aliran (m/det)

h = Kedalaman Air (m)

g = gaya gravitasi (m/det)

(1) Aliran Kritis

Apabila $F_R = 1$, berarti gaya-gaya kelembaman dan gaya gravitasi seimbang dan aliran disebut dalam aliran kritis.

(2) Aliran Subkritis

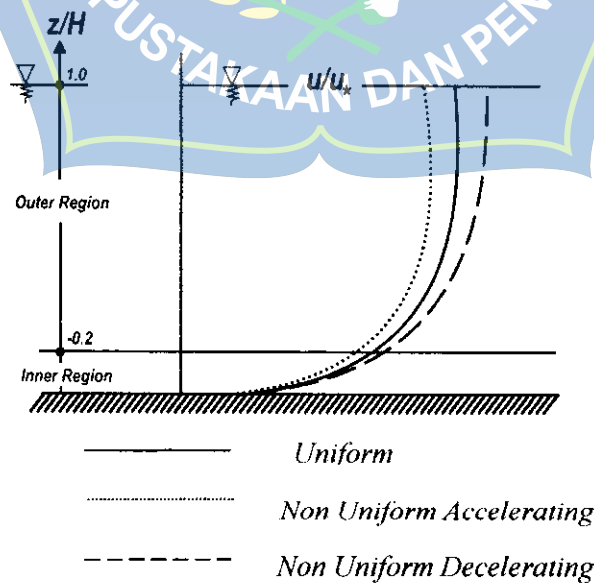
Apabila $F_R < 1$, berarti gaya gravitas menjadi dominan dan aliran dalam keadaan aliran subkritis.

(3) Aliran Superkritis

(4) Apabila $F_R > 1$, berarti gaya kelembaman yang dominan dan aliran menjadi superkritis.

C. Distribusi Kecepatan

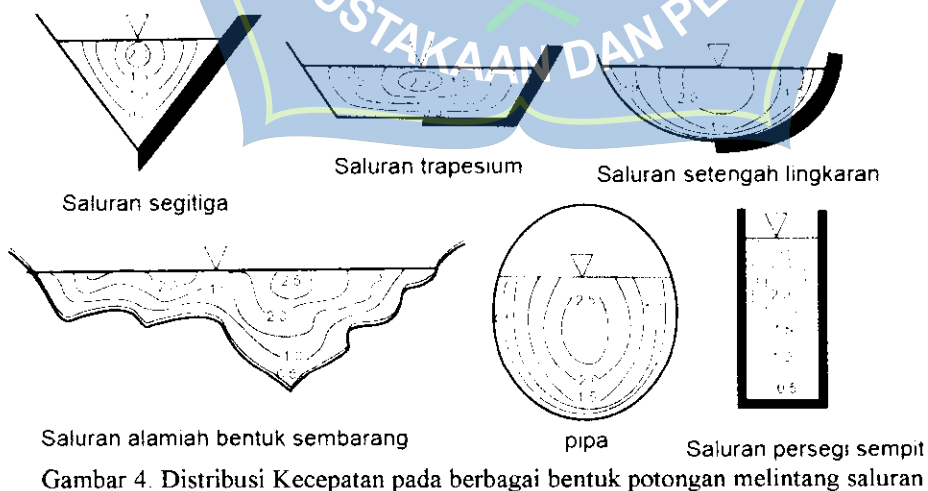
Di dalam saluran terbuka adanya permukaan bebas dan gesekan pada dinding sepanjang saluran terbuka menyebabkan terjadinya pembagian kecepatan yang tidak sama pada penampang saluran. Kecepatan pada dinding atau dasar saluran sama dengan nol, sedangkan kecepatan maksimumnya tidak terjadi pada permukaan bebas, tetapi terjadi di bawah permukaan bebas sedalam $0.05h$ sampai $0.25h$. Kecepatan aliran juga tergantung pada beberapa faktor lainnya yaitu bentuk penampang saluran kekasaran saluran. Kecepatan maksimum pada permukaan bebas terjadi pada saluran yang mempunyai arus yang besar atau deras dan dangkal serta saluran yang memiliki dasar saluran yang licin. Kekasaran pada saluran penyebab pertambahan kelengkungan kurva dalam pembagian kecepatan vertikal yang dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Distribusi kecepatan

Distribusi kecepatan menurut teoritik yang diteliti dibagi menjadi dua bagian yaitu inner region dan outer region. Pada daerah inner region, $z/H \leq 0.2$, perbedaan kecepatan adalah cukup besar. Kecepatan aliran dipengaruhi oleh tegangan geser, karakteristik aliran, kekerasan dasar, dan kedalaman dari dasar saluran. Pada daerah outer region, $0.2 < z/H \leq 1$, memiliki perbedaan kecepatan yang tidak terlalu besar dan nilai kecepatan dipengaruhi oleh kecepatan maksimum, kedalaman aliran, dan gradient kecepatan, tapi tidak dipengaruhi oleh kekentalan (viskositas) dan kekerasan dasar (Graf 1998).

Kecepatan aliran dalam saluran biasanya sangat bervariasi dari titik lainnya. Hal ini disebabkan adanya tegangan geser didasar dan dinding saluran dan keberadaan permukaan bebas. Distribusi kecepatan pada berbagai bentuk saluran dapat dilihat digambar 4.



Gambar 4. Distribusi Kecepatan pada berbagai bentuk potongan melintang saluran

kecepatan aliran mempunyai tiga komponen arah menurut koordinat kartesius. Namun, komponen arah vertikal dan lateral biasanya kecil dan dapat diabaikan. Oleh karena itu, hanya kecepatan aliran yang searah dengan arah aliran yang diperhitungkan. Komponen kecepatan ini bervariasi terhadap kedalaman dari permukaan air. Tipikal variasi kecepatan terhadap kedalaman air diperlihatkan pada gambar 5 dibawah ini.

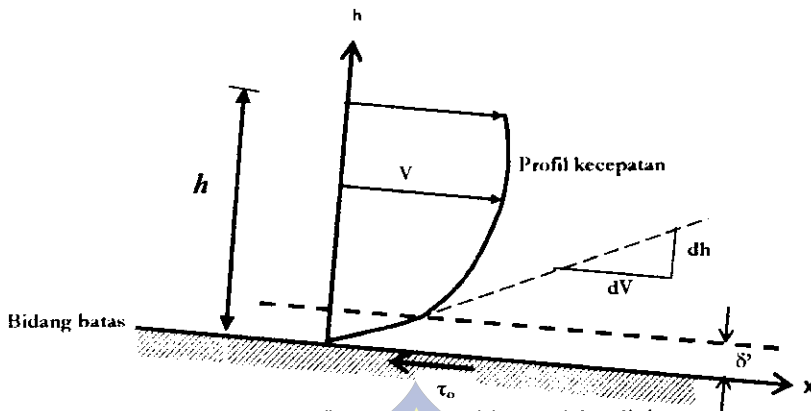


Gambar 5. Pola distribusi Kecepatan sebagai fungsi kedalaman

1. Tegangan Geser

Tegangan geser τ_0 adalah tegangan internal fluida yang melawan deformasi/perubahan bentuk. Tegangan geser ada hanya pada fluida yang bergerak. Tegangan ini merupakan tegangan tangensial, berbeda dengan tekanan yang merupakan tegangan normal.

Analisis shear stress pada kondisi aliran seragam pada gambar 6, sebagai berikut :



Gambar 6. Profil gaya pada bidang miring licin

1. Sudut kemiringan dasar saluran (Θ) relative kecil maka $\sin(\Theta) \approx \tan(\Theta) = S_o$, dengan S_o adalah kemiringan dasar saluran.
2. Saluran dengan penampang segiempat
3. Kedalaman aliran (h) adalah jauh
4. Profil kecepatan rata-rata menurut hukum logaritmik (log law).

Pada aliran turbulnt, persamaan tegangan geser adalah [8]:

$$\tau_t = \rho g R \sin(\theta) = \rho g R S_o \dots\dots\dots(3)$$

Dengan

$$\tau_t = \rho u_*^2 \dots\dots\dots(4)$$

dimana :

τ_t adalah tegangan geser turbulnt

g adalah percepatan gravitasi

ρ adalah massa jenis air

u_* adalah kecepatan gesek

2. Kecepatan Geser

Pemahaman tentang karakteristik kecepatan gesek dasar, u^* , atau tegangan gesek dasar, τ_0 , sering kali dikaitkan dengan proses perubahan profil dasar sungai. Pada sungai menikung, proses degradasi (gerusan) cenderung terjadi pada sisi luar tikungan, sedangkan proses aggradasi (deposisi) terjadi pada sisi dalam tikungan (Kironoto et al, 2012, p.239). Untuk menentukan kecepatan geser, u^* , atau tegangan geser, τ_0 , pada saluran terbuka, dapat digunakan beberapa metode, yaitu: metode yang didasarkan pada persamaan garis energy ($u^* = \sqrt{gR S}$), metode Clauser (Berdasarkan data pengukuran distribusi kecepatan), dan metode distribusi tegangan Reynolds (Kironoto et al, 2012, p.240).

Perhitungan kecepatan geser dengan menggunakan metode distribusi tegangan Reynolds adalah dengan menggunakan data pengukuran tegangan Reynolds arah tangensial, $\tau_z\theta$ dan ekstrapolasi (atau regresi) data tersebut pada $z = 0$, maka diperoleh nilai tegangan geser dasar. Tegangan geser Reynolds dituliskan pada persamaan berikut (sumiadi, 2014, p.116):

$$\tau_p = u_*^2 = -v' z v' \theta \quad z = 0 \quad \dots \dots \dots (5)$$

Perhitungan kecepatan geser dengan metode Clauser didasarkan pada data pengukuran distribusi kecepatan bersamasama dengan persamaan distribusi kecepatan logaritmik. Metode ini banyak digunakan dengan pertimbangan kemudahan penggunaannya dan tingkat ketelitiannya yang

cukup tinggi. Dari beberapa penelitian terdahulu, diketahui bahwa metode Clauser dapat memberikan tingkat ketelitian yang lebih baik dibandingkan dengan metode yang didasarkan pada penerapan persamaan energi. (Kironoto, 2007, p.566). Pada metode Clauser, kecepatan rata-rata titik dari data pengukuran distribusi kecepatan di daerah inner region, sebagai ordinat, diplotkan dengan nilai $\ln(z/ks)$ sebagai absisnya. Bilamana plot data pengukuran distribusi kecepatan membentuk korelasi (trend) linear, artinya masih mengikuti hukum logaritmik, dan metode Clauser dapat digunakan. Dengan metode pencocokan kurva (regresi linear), dapat diperoleh nilai u^* dan Br (Kironoto, 2007, p.568). Rumus distribusi kecepatan logaritmik (the law of the wall) di daerah inner region, yang dibatasi oleh $z/H \leq 0.2$ dapat dirumuskan sebagai berikut (kironoto, 2007, p.567):

$$\bar{v}u^* = 1/k \ln(z/ks) + Br \dots\dots\dots(6)$$

D. Debit Aliran

Debit aliran adalah laju aliran air (dalam bentuk volume air) yang melewati suatu penampang melintang sungai persatuan waktu. Dalam sistem satuan SI besarnya debit dinyatakan dalam satuan meter kubik per detik (m^3/det).

Pengukuran debit aliran dilapangan pada dasarnya dapat dilakukan melalui empat kategori :

- 1) Pengukuran volume air sungai (saluran).
- 2) Pengukuran debit dengan cara mengukur kecepatan aliran dan menentukan luas penampang melintang sungai dan menggunakan

rumus: $Q = V \cdot A$ (7)

Dimana:

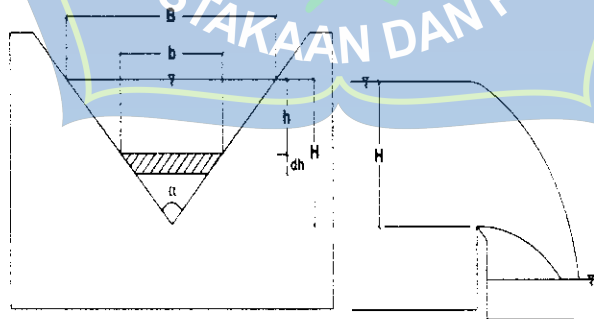
Q = debit aliran (m^3/det)

V = kecepatan aliran (m/det)

A = luas penampang (m^2)

- 3) Mengukur debit dengan menggunakan bahan kimia (pewarna) yang dialirkan dalam aliran sungai (*substance tracing method*).
- 4) Pengukuran debit dengan Alat ukur Pintu Thompson.

Alat ukur Pintu Thompson dapat dilihat pada gambar 7.



Gambar 7. Sekat Ukur Thompson atau V-notch (Bambang Triatmodjo, 2015)

Dari Gambar tersebut, lebar muka air adalah :

$$B = 2 H \operatorname{tg} \frac{\theta}{2} \dots\dots\dots (8)$$

Dipandang suatu pias setebal dh pada jarak h dari muka air. Panjang pias tersebut adalah :

$$b = 2(H-h) \operatorname{tg} \frac{\theta}{2} \dots\dots\dots (9)$$

$$\text{Luas pias : } dA = 2(H-h) \operatorname{tg} \frac{\theta}{2} dh \dots\dots\dots (10)$$

Seperti didalam penurunan rumus aliran melalui peluap segitiga, kecepatan air melalui pias : $V = \sqrt{2gh} \dots\dots\dots (11)$

$$\text{Debit aliran melalui pias : } dQ = Cd \cdot 2(H-h) \operatorname{tg} \frac{\theta}{2} dh \sqrt{2gh} \dots\dots\dots (12)$$

Integrasi persamaan tersebut untuk mendapatkan debit aliran melalui peluapan :

$$Q = 2 Cd \operatorname{tg} \frac{\theta}{2} \sqrt{2g} \int_0^H (H-h) h^{1/2} dh \dots\dots\dots (13)$$

$$Q = 2 Cd \operatorname{tg} \frac{\theta}{2} \sqrt{2g} \int_0^H Hh^{1/2} - h^{3/2} dh \dots\dots\dots (14)$$

$$Q = 2 Cd \operatorname{tg} \frac{\theta}{2} \sqrt{2g} \left[\frac{2}{3} Hh^{3/2} - \frac{2}{5} h^{5/2} \right]_0^H \dots\dots\dots (15)$$

$$Q = 2 Cd \operatorname{tg} \frac{\theta}{2} \sqrt{2g} \left(\frac{2}{3} H^{5/2} - \frac{2}{5} h^{5/2} \right) \dots\dots\dots (16)$$

$$Q = \frac{8}{15} Cd \cdot \operatorname{tg} \frac{\theta}{2} \sqrt{2 \cdot g} H^{5/2} \dots\dots\dots (17)$$

Dimana :

- Q = debit aliran (m³/det)
- H = Kedalaman air pada bak pengukur debit (m)
- θ = Sudut V- Notch (Thompson = 90°)
- Cd = Koefisien Thompson (Cd = 0,62)
- g = Percepatan gravitasi (9,8 m/det²)

E. Matriks Penelitian Terdahulu

Tabel 1. Matriks Penelitian Terdahulu

No.	Nama Penulis & Judul Penelitian	Metode Penelitian	Hasil Penelitian	Persamaan	Perbedaan
1	Ajeng Titin Scuiana, 2016 "Kajian Distribusi Kecepatan Aliran Sebelum dan Sesudah Belokan Disaluran Terbuka Menggunakan Acoustic Coppler Velocimeter (ADV)" (Uji Model Laboratorium)	Penelitian dilakukan di Laboratorium Hidrolika terapan, Jurusan Teknik Pengiran Fakultas Teknik Universitas Brawijaya. Penelitian dilakukan pada saluran/flume berupa dasar tetap atau fixed bed dengan sudut 120o, dengan saluran lurus sebelum belokan sepanjang 300 cm dan saluran setelah belokan sepanjang 200 cm.	Dari grafik, angka froude yang paling Maksimum terjadi pada sudut pemasangan krib permeable 45° ke arah hulu aliran. Sedangkan dari sudut pemasangan krib permeabel krib 90° lebih baik karena kedalaman gerusat lebih kecil dibandingkan dengan sudut pemasangan krib 45° dan 135°.	Penelitian ini membahas distribusi kecepatan aliran.	namun pada penelitian yang kami lakukan berfokus pada perubahan karakteristik aliran, penelitian ini berfokus pada perubahan Karakteristik aliran pada saluran. Berbeda dengan kami yang berfokus pada gerusan dasar saluran tanah.

Tabel 1.2. Matriks Penelitian Terdahulu (lanjutan)

<p>2. Rasmawati Rauf dan Sufiah Nur M, 2019 "Analisi Perubahan Dasar Saluran Terbuka Akibat Variasi Debit Pada Tingkat Aliran Kritis dan Super Kritis" Jurnal Teknik Hidro Vol. 12 No. 1, Februari 2019, ISSN: 1979-9764</p>	<p>Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Teknik Sipil Unismuh Makassar dengan model penampang saluran terbuka. Prosedur penelitian terdiri atas: Memanfaatkan pasir dalam saluran dengan menggunakan pasir non kohesif diatas saluran tebal 10 cm. Kalibrasi semua peralatan yang digunakan khususnya alat ukur kecepatan. Melakukan pengaliran awal untuk mengetahui layak atau tidaknya saluran yang akan digunakan dalam pengaliran (running kosong). Mangalirkan sesuai debit (Q) yang ditentukan. Mematikan pompa pada saat waktu yang telah ditentukan untuk mengambil data perubahan dasar saluran. Mengulangi pengambilan data sebanyak 2 kali dengan pola yang sama dengan tinggi bukaan pintu yang sudah ditentukan.</p>	<p>Berdasarkan grafik hubungan angka Froude dengan kecepatan berbanding lurus. Hasil analisa bilangan Reynold dapat diketahui bahwa kecepatan aliran berbanding lurus dengan bilangan Reynold, maka semakin besar kecepatan maka semakin besar pula bilangan Reynoldnya. Bentuk saluran terbuka pada aliran kritis dengan variasi debit yang berbeda yaitu bentuk dasar tara-rata berubah bentuk taransition. Aliran superkritis berubah kebentuk antitudnes karena kecepatan aliran semakin tinggi.</p>	<p>Kami sama-sama meneliti tentang karakteristik aliran dengan menggunakan bilangan Froude (Fr) & Reynold (Re). Penelitian menggunakan saluran terbuka.</p>	<p>Penelitian yang kami lakukan pada pola perubahan setelah aliran setela adanya hambatan plat segitiga. Sedangkan penelitian ini berfokus pada perubahan dasar saluran.</p>
---	--	--	--	--

Tabel 1.3. Matriks Penelitian Terdahulu (lanjutan)

<p>3. Muhammad Taufiq Iqbal dan Zulvyah, 2018 “Studi Kecepatan Aliran Air dengan Menggunakan Tabung Pitot” Journal INTEK. 2018, Volume 5 (1): 14-21</p>	<p>Metode pengumpulan data dalam penelitian ini, yakni : Penelitian pustaka, dengan membaca sejumlah buku, literatur-literatur serta hasil-hasil penelitian terdahulu yang berkaitan dengan masalah perhitungan ini [3],[4]. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode experimental laboratorium dengan menggunakan alat ukur tabung pitot untuk pengambilan data kecepatan.</p>	<p>Distribusi Kecepatan air dalam flume dalam penampang melintang bervariasi dalam sistem grid. Nilai kecepatan aliran semakin ke atas diperoleh kondisi maksimal pada 0.86d.</p>	<p>Penelitian ini sama-sama meneliti tentang kecepatan aliran dengan menggunakan saluran terbuka dan menggunakan pitot sebagai alat ukur kecepatan aliran.</p>	<p>Penelitian ini tidak meneliti karakteristik aliran dan menggunakan variasi kemiringan.</p>
<p>4. Fathona Fajri Junaidi, 2014 “ANALISIS DISTRIBUSI KECEPATAN ALIRAN SUNGAI MUSI (RUAS JEMBATAN AMPERA SAMPAI DENGAN PULAU KEMARO)” Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan ISSN: 2355-374X Vol.2.No.3,September 2014</p>	<p>Metodologi penelitian dipakai dalam penulisan tugas akhir ini adalah untuk menganalisis distribusi kecepatan aliran Studi Lapangan. Teknik pengamatan ini didasarkan atas pengalaman secara langsung. Dalam studi lapangan ini terdiri dari dua langkah atau metode yang dilakukan yaitu : -Pra survey,- Survey Pengumpulan Data Secara Primer dan Sekunder, Kedalaman sungai, Penampang Melintang sungai,Kecepatan Aliran</p>	<p>Pada bagian 1 (bagian lurus), yang ditunjukkan pada potongan melintang 1 yang bertempat pada Pasar 16 flir. Distribusi kecepatan maksimum terletak pada titik tinjau ke-3 yaitu ditengah-tengahsaluran, sebaliknya,</p>	<p>Sama-sama meneliti distribusi kecepatan aliran.</p>	<p>Penelitian ini mengambil data primer dilapangan sedangkan penelitian kami mengambil data primer dilaboratorium.</p>

Tabel 1.4. Matriks Penelitian Terdahulu (lanjutan)

<p>5. Ira Widyastuti¹, M. Arsyad Thaha², Rita Tahir Lopa³, Mukhsan Putra Hatta⁴, 2020, “Pengaruh Penempatan Struktur Peredam Energi Terhadap Distribusi Kecepatan Gesek Pada Saluran Terbuka”, ISSID 2020</p>	<p>Percobaan dilakukan pada saluran <i>flume</i> dengan Panjang 8,00 m, lebar 0,40 m dan tinggi 0,40 m. Selama percobaan, kemiringan saluran yang digunakan adalah 0,05% dan 0,25%. Kondisi aliran menggunakan 3 (tiga) variasi debit (Q), tanpa struktur dan dengan Struktur Peredam Energi (SPE) berbentuk plat segitiga dengan tinggi plat yang ditentukan berdasarkan besarnya rata-rata kecepatan maksimum yang terjadi yaitu $0,6D$ dari rata-rata tinggi muka air adalah setinggi $0,06$ m dari dasar saluran.</p>	<p>Kecepatan aliran dalam saluran terbuka biasanya sangat bervariasi dari satu titik ke titik yang lain. Kecepatan aliran memiliki tiga komponen arah menurut koordinat kartesius. Namun komponen arah vertikal dan lateral biasanya kecil dan dapat diabaikan. Sehingga hanya kecepatan aliran yang searah dengan arah aliran yang diperhitungkan.</p>	<p>Sama-sama menggunakan alat ukur pitot portable.</p>	<p>Penelitian ini menggunakan variasi kemiringan dasar saluran (s), sedangkan penelitian kami hanya menggunakan satu kemiringan dasar saluran (s).</p>
<p>6. Sina Yaghoubi¹, dkk. 2016. “<i>Experimental Investigation of the Effect of Inlet Concentration on the Behavior of Turbulency Currents In the Presence of Two Consecutive Obstacle</i>”. American society of Civil Engineering</p>	<p>Percobaan dilakukan dengan panjang saluran 12 m, lebar 0,2 dan Tinggi 0,6 m. kemiringan saluran 1% untuk membuat fluida padat air dicampur dengan partikel kaolin dengan massa jenis 2.649 kg/m³ dicampur dalam tangki suplai. Tangki suplai ditempatkan di ketinggian 2,5 m diatas tanah. Untuk mendapatkan nilai kecepatan digunakan alat ukur ADV Nortek MHz. data dikumpulkan selama 35 sampai 45 detik disetiap titik, pada tingkat pengambilan</p>	<p>Hasilnya menunjukkan bahwa wilayah dengan kecepatan yang dapat diabaikan dan konsentrasi penting berkembang di hulu setiap hambatan, dan dengan meningkatnya konsentrasi saluran masuk, wilayah ini menjadi lebih besar, dan oleh karena itu pengendapan sedimen meningkat. Akibatnya, dapat disimpulkan</p>	<p>Sama-sama meneliti hambatan plat segitiga dan kecepatan</p>	<p>Penelitian ini menggunakan dua palat segitiga, dengan kemiringan 1 1% dan menggunakan alat ADV. Selain itu, penelitian ini juga lebih detail.</p>

Tabel 1.5. Matriks Penelitian Terdahulu (lanjutan)

	<p>Dalam tiap percobaan, profil kecepatan dan konsentrasi diukur pada 4 m, 4.5 m, 5 m, 5.5 m, 6 m, 6.5 m, 7 m, dan 7.5 m. hambatan plat segitiga digunakan ada dua</p>	<p>bahwa efisiensi hambatan-hambatan retensi sedimen meningkat dengan peningkatan konsentrasi arus masuk.</p>		
<p>7. Ehsan Khavasi¹ <i>et al.</i> 2012. "Experimental investigation of flow structure of a density current encountering a basal obstacle". Sharif University of Technology Iran</p>	<p>Dimensi salurandengan panjang 12 m, lebar 0,2 m dan tinggi 0,6 m dengan kaca. Profil kecepatan diukur pada 5 bagian sepanjang saluran yang terletak di $x = 3.5m, 4.25m, 4.5m$ (posisi hambatan), $4.75m$ dan $5.25m$. x adalah jarak dari saluran masuk. Pengukuran dimulai dari bagian atas arus dan dilanjutkan dengan mencelupkan probe sampai semua posisi yang diinginkan tercakup. Sekitar 14 posisi dipertimbangkan untuk mendapatkan profil kecepatan di setiap stasiun. Pertama, aliran diukur agar tidak ada hambatan. Pada tahap selanjutnya segitiga sama kaki yang terbuat dari Plexiglas dengan tinggi $S_0 = 6$ cm ditempatkan pada $x = 4,5m$ sebagai penghalang.</p>	<p>Jika tidak ada hambatan, perubahan jumlah aliran Froude lokal tampaknya tidak terlalu besar tetapi dengan adanya hambatan, variasi nomor Froude lokal tampaknya lebih signifikan terhadap ketinggian di hilirnya yang kompatibel dengan perubahan energi kinetik turbulen. Hasil penelitian ini pada gilirannya dapat membantu dalam memprediksi perilaku arus turbiditas yang menghadapi suatu hambatan.</p>	<p>Sama-sama meneliti hambatan plat segitiga dan distribusi kecepatan. Dengan titik pengukuran yang sama.</p>	<p>Memiliki dimensi flume yang berbeda. Tidak menggunakan campuran air partikel Kaolin dan penelitian ini menggunakan alat ADV.</p>

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Lokasi dan Waktu Penelitian

1. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian akan dilaksanakan dilaboratorium hidrologi Fakultas Teknik Universitas Hasnuddin, Gowa, Sulawesi Selatan, Indonesia.

2. Waktu Penelitian

Penelitian akan dilaksanakan pada bulan Oktober sampai November 2020.

B. Jenis Penelitian dan Sumber Data

1. Jenis Penelitian

Penelitian eksperimental, pengujian ini dilakukan di Laboratorium Hidrologi Universitas Hasanuddin dengan menggunakan tiga variasi debit, dua variasi tinggi plat segitiga dengan tinggi plat 6 cm dan 9 cm. penilitan ini juga menggunakan satu variasi kemiringan yang bertujuan untuk melihat pola distribusi aliran sebelum dan setelah adanya plat segitiga disaluran terbuka. Adapun variabel dalam penelitian ini adalah :

a. Variabel bebas

Adalah variabel yang mempengaruhi variabel lain antara lain luas penampang (A), dan kecepatan aliran (V) dan tinggi muka air (TMA).

b. Variabel terikat

Variabel yang dipengaruhi oleh variabel lain diantaranya debit (Q) dan jari-jari hidrolis (R), dan Keliling basah (P).

Tabel 2. Tabel Variabel Penelitian

Variabel Bebas		Variabel Terikat									
Hambatan Plat Segitiga	Debit (Q)	Kemiringan Dasar Saluran (S)	Kecepatan Aliran (V)	Kedalaman Aliran (H)	Dimensi Flume						
Hambatan Plat Segitiga Tinggi 6 cm	Q1	0,005%			B = 40 cm						
	Q2										
	Q3										
Hambatan Plat Segitiga Tinggi 9 cm	Q1				0,005%			H = 40 cm			
	Q2										
	Q3										
Tanpa Hambatan Plat Segitiga	Q1							0,005%			L = 700 cm
	Q2										
	Q3										

Tabel 3. Format Pengamatan Data Laboratorium

Run	Tinggi M.A (cm)	Kedalaman	Tinggi Tekanan (h) cm		
			Segmen 1 (cm)	Segmen 2 (cm)	Segmen 3 (cm)
		0.2 d			
		0.6 d			
		0.8 d			
		0.2 d			
		0.6 d			
		0.8 d			
		0.2 d			
		0.6 d			
		0.8 d			

2. Sumber Data

Sumber data diperoleh dari data primer yang didapatkan dari pengamatan di laboratorium hidrologi Universitas Hasanuddin dan data sekunder diambil dari buku dan jurnal, yang berkaitan dengan penelitian.

C. Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari :

a) Alat

- 
- a. Saluran
 - b. Pitot
 - c. Penampungan air
 - d. Mesin Pompa
 - e. Meter
 - f. Mistar
 - g. Busur
 - h. Kamera
 - i. Alat tulis
 - j. Laptop
 - k. Palu
 - l. baut
 - m. Gergaji
 - n. Bor
 - o. Ember

b) Bahan

- a. Akrilik
- b. Besi Hollow
- c. Air tawar
- d. Pipa
- e. Lilin mainan

D. Tahapan Penelitian

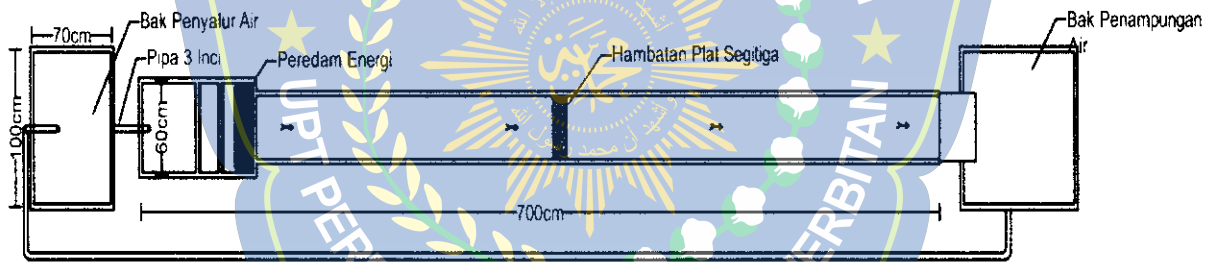
1. Persiapan

Persiapan yang dilakukan sebelum menjalankan penelitian ini adalah yaitu membuat flume (saluran) dengan dimensi model yang telah direncanakan.

2. Perancangan Model

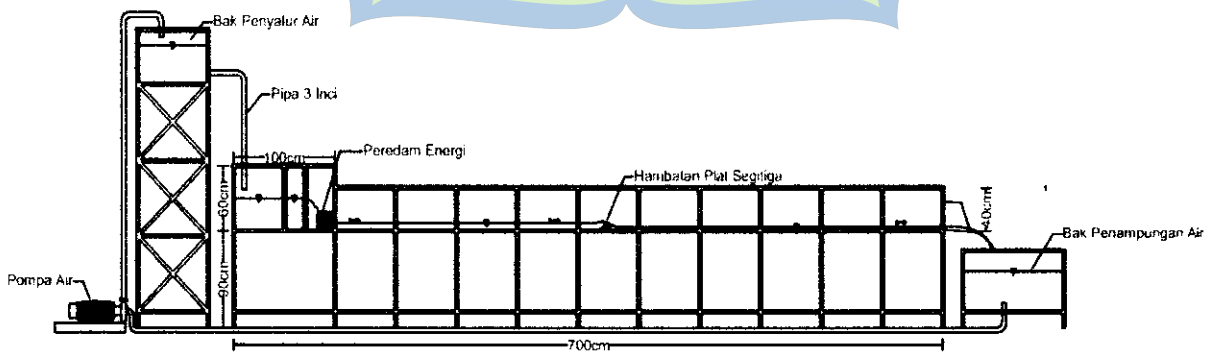
Desain saluran yang akan digunakan dalam digambarkan sebagai berikut:

a. Denah Saluran



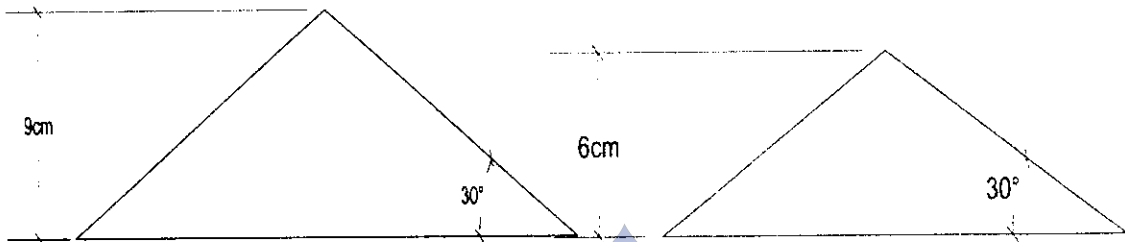
Gambar 8. Denah saluran

b. Tampak Memanjang Saluran



Gambar 9. Potongan memanjang saluran

c. Detail Model Variasi Plat Segitiga



Gambar 10. Detail Model Variasi Plat Segitiga

3. Pembuatan Model

Tahapan - tahapan pemodelan yang dilakukan antara lain:

a. Pembuatan model saluran

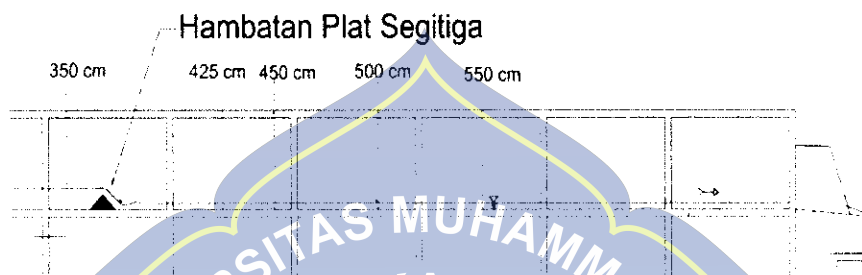
- Pembuatan dimensi saluran persegi dengan dimensi saluran yang digunakan yaitu :
 - $B = 40 \text{ cm}$
 - $H = 40 \text{ cm}$
 - Panjang saluran = 700 cm.
- Dinding saluran dibuat dari bahan akrilik dengan menggunakan baut dan lem Plastisol untuk menyambungkan bahan satu ke bahan yang lain.

b. Pembuatan model plat segitiga

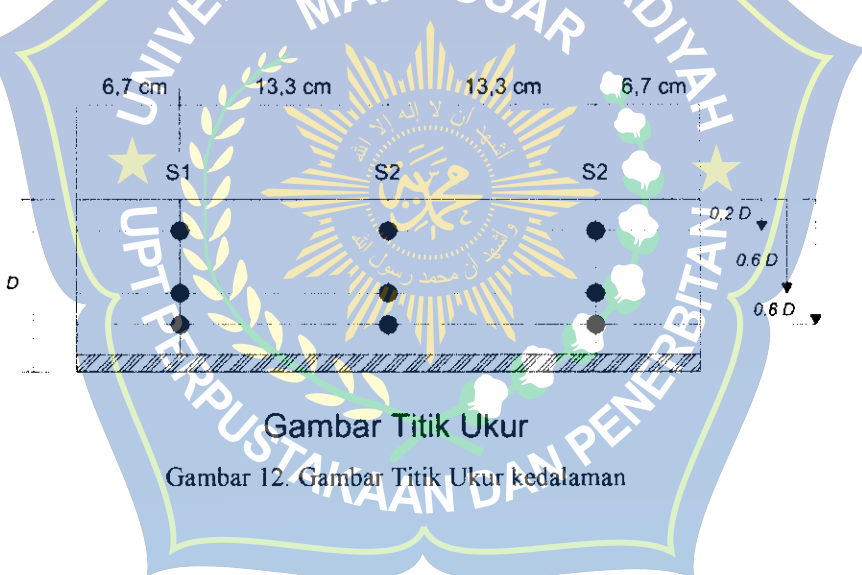
- Plat segitiga dibuat dari bahan akrilik dengan tebal 0,5 cm dengan sudut 30° .
- Tinggi plat (h) = 6 cm atau 0,6 d diatas muka air normal

4. Rencana Titik Pengukuran

Parameter pengukuran adalah pengukuran arah vertikal (kedalaman), secara praktis titik tersebut dibagi atas tiga segmen dan masing-masing segmen diukur dengan tiga kedalaman seperti pada gambar dibawah ini:



Gambar 11. Gambar Tampak Memanjang Titik Ukur



5. Pengujian pendahuluan

Uji pendahuluan dimaksudkan untuk mengecek dan validasi alat bahan. Pengujian ini juga untuk penentuan variasi debit inlet (Q) dan selanjutnya dilakukan pengambilan data untuk melihat melihat tinggi muka air (TMA) serta kecepatan rata-rata aliran.

6. Pengambilan Data

Pengambilan data sesuai dengan kebutuhan penelitian antara lain :

- 1) Debit aliran (Q , cm^3/dt)
- 2) Tinggi muka air (TMA, cm)

Sedangkan data pengujian yang diharapkan dari penelitian ini antara lain :

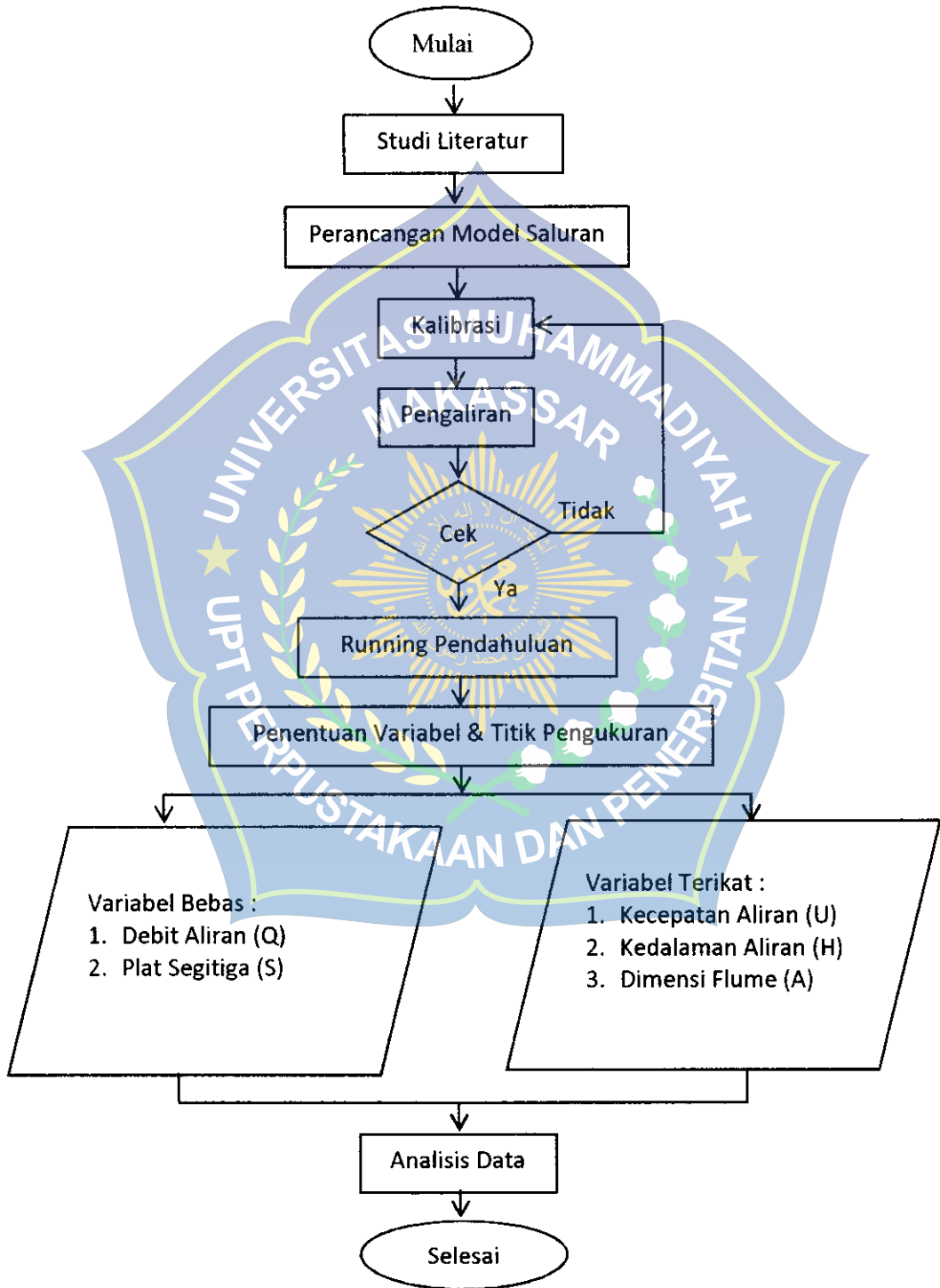
- 1) Kecepatan aliran (v , cm/dt)
- 2) Jari-jari hidrolis (R , cm)
- 3) Keliling basah (P , cm)
- 4) Suhu pengaliran (T , $^{\circ}$)

7. Pengolahan dan Analisis Data

Setelah menentukan variasi debit serta kemiringan dasar saluran maka selanjutnya mengukur tinggi muka air (TMA) dimasing-masing debit pengaliran. Untuk mengukur kecepatan aliran digunakan alat pitot portable dan penentuan titik segmen berdasarkan pada titik dimana aliran itu stabil. Tahapan berikutnya adalah pengolahan dan analisis data dengan menggunakan rumus empiris kecepatan rata-rata seperti rumus chezy dan manning di formula di excel. Untuk menguji debit inlet maka dilakukan validasi dengan menggunakan sekat ukur Thompson atau V-notc.

E. Bagan Alur Penelitian

Untuk memudahkan dalam pelaksanaan penelitian maka dibuat alur penelitian seperti pada gambar 13.



Gambar 13. Bagan Alur Penelitian

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil

1. Perhitungan dan Validasi Debit (Q)

a. Validasi Debit Inlet

Validasi debit inlet menggunakan rumus debit aktual (Q_a) dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$Q_a = \frac{V}{t}$$

Dimana :

V = volume aliran rata-rata.

t = Waktu pengaliran rata-rata.

b. Validasi debit dengan metode Thompson.

Diketahui :

Sudut Pintu : 90°

Tinggi Pintu : 30 cm

Hitung debit teoritis dengan persamaan : $Q_t = \frac{8}{15} \times \sqrt{2g} \times \tan \frac{\theta}{2} \times H^{2.5}$

Dimana:

H = tinggi muka air di atas mercu ambang.

θ = sudut antara kedua sisi pintu.

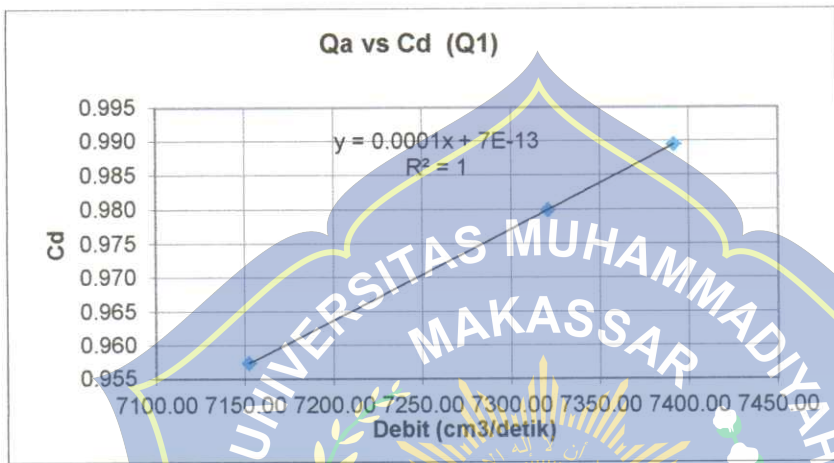
Hitung koefisien pengaliran: $C_d = \frac{Q_a}{Q_t}$

Hasil perhitungan dapat dilihat di tabel 3 dibawah ini:

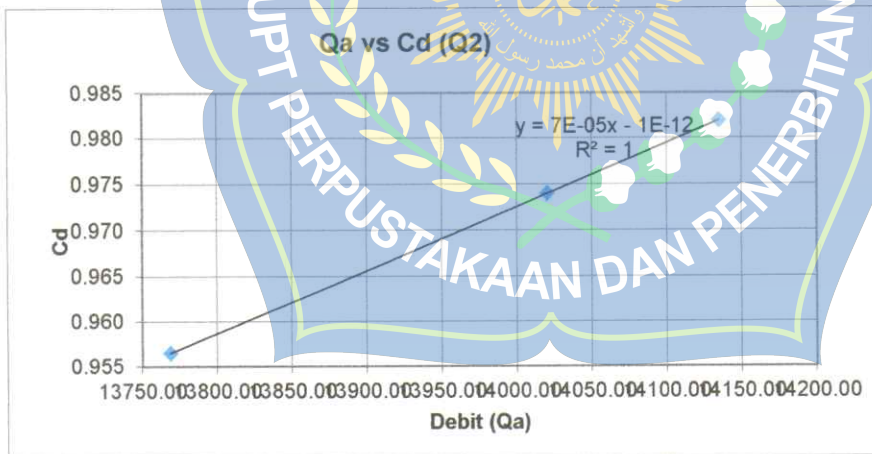
Tabel 4. Kalibrasi Debit Inlet dengan Thompson

Bukaan Kran	Volume air (cm ³)	Waktu (detik)					Tinggi muka air y (mm)					Bukaan Kran	V (cm ³)	t (det)	Qa (cm ³ /det)	y (cm)	HW (cm)	Qt (cm ³ /det)	Cd		Q rata2 (m ³ /dtk)
		t ₁	t ₂	t ₃	t _{rata-2}	1	2	3	rata-2	cm ³ /dtk	0,957										
30°	15422,4	2,11	2,07	2,14	2,11	400,00	400,00	400,00	400,00	400,00	30°	15422,4	2,11	7320,76	40,00	10,00	7470,48	0,980	7320,76	0,0073	
	27798,4	3,96	3,82	3,88	3,89	400,00	400,00	400,00	400,00	30°	27798,4	3,89	7152,25	40,00	10,00	7470,48	0,957	7152,25			
	38460,8	5,28	5,20	5,13	5,20	400,00	400,00	400,00	400,00	30°	38460,8	5,20	7391,57	40,00	10,00	7470,48	0,989	7391,57			
90°	15422,4	1,52	1,48	1,39	1,46	415,00	415,00	415,00	415,00	90°	15422,4	1,46	10539,23	41,50	11,50	10594,80	0,995	10539,23	0,0103		
	27798,4	2,65	2,70	2,78	2,71	415,00	415,00	415,00	415,00	90°	27798,4	2,71	10257,71	41,50	11,50	10594,80	0,968	10257,71			
	38460,8	3,79	3,82	3,84	3,82	415,00	415,00	415,00	415,00	90°	38460,8	3,82	10077,07	41,50	11,50	10594,80	0,951	10077,07			
90° + 30°	15422,4	1,14	1,02	1,14	1,10	430,00	430,00	430,00	430,00	90° + 30°	15422,4	1,10	14020,36	43,00	13,00	14394,83	0,974	14020,36	0,0140		
	27798,4	1,90	2,03	1,97	1,97	430,00	430,00	430,00	430,00	90° + 30°	27798,4	1,97	14134,78	43,00	13,00	14394,83	0,982	14134,78			
	38460,8	2,83	2,83	2,72	2,79	430,00	430,00	430,00	430,00	90° + 30°	38460,8	2,79	13768,78	43,00	13,00	14394,83	0,957	13768,78			

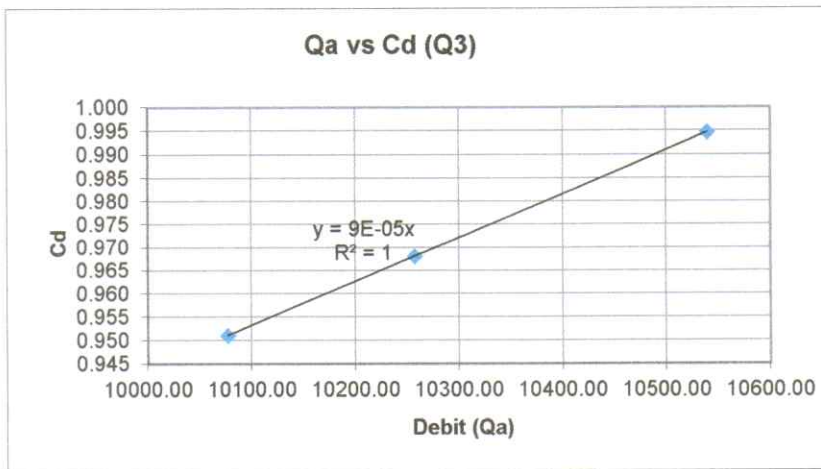
Berdasarkan hasil perhitungan metode Thompson maka didapatkan Debit rata-rata, $Q_1 = 0,0073 \text{ m}^3/\text{dtk}$, $Q_2 = 0,0103 \text{ m}^3/\text{dtk}$, $Q_3 = 0,0140 \text{ m}^3/\text{dtk}$. Maka dibuatkan grafik hubungan antara Debit aktual (Q_a) dengan koefisien debit (C_d) untuk mengoreksi pengukuran dilapangan dengan hasil formulasi.



Gambar 14. grafik hubungan antara Q_a dengan C_d (Q1).



Gambar 15. grafik hubungan antara Q_a dengan C_d (Q2).



Gambar 16. grafik hubungan antara Qa dengan Cd (Q3).

c. Validasi Debit Outlet dengan Gelas Ukur.

Begitu juga pengukuran debit Outlet dengan menggunakan gelas ukur yang menunjukkan bahwa debit dimasing – masing putaran kran nilainya hampir sama dengan debit inlet.

Hasil kalibrasi debit outlet dapat dilihat pada table 3 berikut ini:

Tabel 5. Kalibrasi Debit dengan gelas ukur

Bukaan Kran	Volume air Kg	Volume air (cm ³)	Waktu (detik)				Debit Aktual Q = V/t	Q rata2 m ³ /dtk
			t ₁	t ₂	t ₃	t _{rata-2}		
30°	11,83	11830	1,78	1,50	1,64	1,64	7213,41	0,0077
	12,27	12270	1,60	1,42	1,58	1,53	8002,17	
	12,91	12910	1,59	1,72	1,67	1,66	7777,11	
90°	19,89	19890	1,87	1,93	1,87	1,89	10523,81	0,0106
	21,26	21260	1,93	1,80	1,83	1,85	11471,22	
	21,88	21880	2,38	2,19	2,21	2,26	9681,42	
90°+ 30°	30,62	30620	2,40	2,30	2,33	2,34	13066,86	0,0141
	32,2	32200	2,20	2,35	2,31	2,29	14081,63	
	29,48	29480	1,97	1,97	1,90	1,95	15143,84	

2. Perhitungan & Validasi Kecepatan aliran rata-rata

- a. Menghitung kecepatan aliran.

Pengukuran distribusi kecepatan aliran menggunakan alat ukur *Pitot Tube Portable Automatic* yaitu alat yang mengukur tekanan aliran pada suatu titik kedalaman dan selanjutnya nilai beda tinggi tekanan di konversi menjadi

kecepatan aliran menggunakan persamaan berikut: $u = \sqrt{\frac{2 \cdot g \cdot h \cdot (1000 - 784)}{1000}}$ $u = \sqrt{4.24 \Delta h}$

Perhitungan selanjutnya dapat dilihat pada table berikut:

Tabel 6. Pengukuran Segmen

Model	No Segmen	Lebar Basah (cm)	Tinggi Muka Air (D) (cm)	Segmen 1			Segmen 2			Segmen 3		
				D	E	Rerata Δh	F	Rerata Δh	G	Rerata Δh		
A	0,2	13,33	8,70	3,60	3,80	3,65	4,00	4,20	3,40	3,60	3,40	
				3,50	3,90	3,65	3,50	4,20	3,60	3,40	3,60	3,52
				3,40	3,70	3,65	4,10	4,30	3,30	3,80	3,30	3,80
	0,6	13,33	8,70	6,20	6,40	6,40	6,10	6,70	6,20	6,50	6,20	6,40
				6,30	6,60	6,40	6,40	6,60	6,20	6,40	6,20	6,40
				6,30	6,50	6,40	6,40	6,60	6,20	6,40	6,20	6,40
0,8	13,33	8,70	7,60	7,80	7,67	8,10	8,40	7,50	7,80	7,50	7,80	
			7,50	7,70	7,67	8,00	8,30	7,40	7,90	7,40	7,65	
			7,60	7,80	7,67	8,20	8,40	7,50	7,80	7,50	7,80	

Tabel 6.1. Pengukuran Segmen (lanjutan)

LQ2S0	0.2	d	13.33	9.80	7.84	1.96	4.20	4.50	4.30	2.34	4.60	4.45	2.49	4.00	4.40	4.18	2.22
	0.6	d	13.33	9.80	3.92	5.88	7.20	7.40	7.40	1.32	7.60	7.47	1.59	7.00	7.30	7.18	1.30
							7.00	7.20	7.30	7.50	7.00	7.30	7.00	7.30	7.00	7.30	
LQ3S0	0.8	d	13.33	9.80	1.96	7.84	9.00	9.30	9.13	1.29	9.60	9.35	1.51	8.90	9.10	9.08	1.24
	0.2	d	13.33	12.80	10.24	2.56	5.00	5.30	5.20	2.59	5.50	5.35	2.79	5.00	5.30	5.10	2.54
							5.00	5.20	5.15	5.20	5.40	5.35	4.90	5.20	4.90	5.30	
LQ3S0	0.6	d	13.33	12.80	5.12	7.68	9.50	9.70	9.62	1.94	9.80	9.68	2.00	9.40	9.60	9.57	1.89
	0.8	d	13.33	12.80	2.56	10.24	11.50	11.80	11.70	1.43	11.90	11.75	1.51	11.50	11.80	11.65	1.41
							11.60	11.80	11.67	11.60	11.80	11.60	11.80	11.60	11.80		

Berikut hasil nilai beda tekanan tekanan yang telah di konversi menjadi kecepatan bisa dilihat pada tabel 6, 7 & 8:

LQ1S0

Bukaan kran = 30

D = 8,7

b = 13,33

suhu = 30°

Tabel 7. Hasil Hasil Konversi Kecepatan LQ1S0

Kedalaman (D)	Tinggi Tekanan (h) cm			Tinggi Tekanan (h) m			Q1	Q2	Q3	Qtot	Atot	V rata-rata	V rata-rata		
	S1	S2	S3	S1	S2	S3									
0,2d	1,91	2,38	1,78	0,019	0,024	0,018	cm3/det	cm3/det	cm3/det	cm3/det	m2	m/det	cm/det		
0,6d	1,18	1,30	1,10	0,012	0,013	0,011	cm3/det	cm3/det	cm3/det	cm3/det	m2	m/det	cm/det		
0,8d	0,71	1,27	0,69	0,007	0,013	0,007	cm3/det	cm3/det	cm3/det	cm3/det	m2	m/det	cm/det		
Kedalaman (D)	V1	V2	V3	A1	A2	A3	A1	A2	A3	Q1	Q2	Q3	Qtot	V rata-rata	V rata-rata
	m/det			cm2			cm3/det			cm3/det			cm3/det	m/det	cm/det
	0,2d	0,285	0,317	0,274	1,2	1,2	1,2	2624	2954	2542	8120	0,035	0,233	23,338	
0,6d	0,224	0,234	0,216	1,2	1,2	1,2	2624	2954	2542	8120	0,035	0,233	23,338		
0,8d	0,173	0,232	0,171	1,2	1,2	1,2	2624	2954	2542	8120	0,035	0,233	23,338		
rata-rata	0,226	0,255	0,219												

LQ2S0

Bukaan kran = 90

D = 9,8

b = 13,33

suhu = 30°

Tabel 8. Hasil Konversi Kecepatan LQ2S0

Kedalaman (D)	Tinggi Tekanan (h) cm			Tinggi Tekanan (h) m		
	S1	S2	S3	S1	S2	S3
0,2d	2,34	2,49	2,22	0,023	0,025	0,022
0,6d	1,32	1,59	1,30	0,013	0,016	0,013
0,8d	1,29	1,51	1,24	0,013	0,015	0,012

Kedalaman (D)	V1	V2	V3
	m/det		
0,2d	0,315	0,325	0,307
0,6d	0,237	0,259	0,235
0,8d	0,234	0,253	0,230
rata-rata	0,256	0,274	0,252

A1	A2	A3	Q1	Q2	Q3	Qtot	Atot	V rata-rata	V rata-rata
cm2	cm2	cm3/det	cm3/det	cm3/det	cm3/det	cm3/det	m2	m/det	cm/det
1,3	1,3	1,3	3339	3582	3288	10208	0,039	0,260	26,048

LQ3S0

Bukaan Kran = $90 + 30$
 $= 12,8$
 $D = 13,33$
 $b = 30^\circ$
 Suhu

Tabel 9. Hasil Konversi Kecepatan LQ3S0

Kedalaman (D)	Tinggi Tekanan (h) cm			Tinggi Tekanan (h) m			Q3	Q2	Q1	Q3	Atot	V rata-rata	V rata-rata
	S1	S2	S3	S1	S2	S3							
0,2d	2,59	2,79	2,54	0,026	0,028	0,025	cm3/det	cm3/det	cm3/det	cm3/det	m2	m/det	cm/det
0,6d	1,94	2,00	1,89	0,019	0,020	0,019	cm2	cm3/det	cm3/det	cm3/det	0,051	0,289	28,905
0,8d	1,43	1,51	1,41	0,014	0,015	0,014	1,7	1,7	1,7	4907	14796	5033	4856
	V1	V2	V3	A1	A2	A3							
	m/det												
0,2d	0,331	0,344	0,328										
0,6d	0,287	0,291	0,283										
0,8d	0,246	0,253	0,245										
rata-rata	0,288	0,295	0,285										

b. Validasi kecepatan dengan Manning & Chezy

Diketahui :

Tabel 10. Dimensi saluran

Run	S0	b	D	A	R
	(-)	(cm)	(cm)	(cm ²)	(cm)
LQ1S0	0,004927	40,00	8,7	348,00	6,06
LQ2S0	0,005506	40,00	9,80	392,00	6,58
LQ3S0	0,005397	40,00	12,80	512,00	7,80

Untuk mengetahui kecepatan rata-rata pada saluran maka digunakan persamaan sebagai berikut:

- $V = \frac{1}{n} \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot S^{\frac{1}{2}}$

- $V = C \sqrt{R \cdot h \cdot S} \rightarrow C = \frac{1}{n} \cdot R^{1/6}$

Berikut hasil validasi kecepatan rata-rata aliran dapat dilihat pada tabel 10, 11 dan 12 berikut ini.

Tabel 11. Validasi kecepatan aliran (LQ1S0)

Manning		Chazy Manning	
b	40,00 cm	b	40,00 cm
D	8,70 cm	D	8,70 cm
A	348,00 cm ²	A	348,00 cm ²
R	6,06 cm	R	6,06 cm
n	0,01	n	0,01
V	23,33801 cm/dtk	C	135,0344
Q	8121,63 cm ³ /dtk	V	23,33801 cm/dtk
	0,0081 m ³ /dtk	Q	8121,626 cm ³ /dtk
			0,008122 m ³ /dtk

Tabel 12. Validasi kecepatan aliran (LQ2S0)

LQ1S0					
Manning			Chazy Manning		
b	40,00	cm	b	40,00	cm
D	9,80	cm	D	9,80	cm
A	392,00	cm ²	A	392,00	cm ²
R	6,58	cm	R	6,58	cm
n	0,01		n	0,01	
V	26,04835	cm/dtk	C	136,88	
Q	10210,95	cm ³ /dtk	V	26,04835	cm/dtk
	0,0102	m ³ /dtk	Q	10210,95	cm ³ /dtk
				0,010211	m ³ /dtk

Tabel 13. Validasi kecepatan aliran (Q3)

LQ1S0					
Manning			Chazy Manning		
b	40,00	cm	b	40,00	cm
D	12,80	cm	D	12,80	cm
A	512,00	cm ²	A	512,00	cm ²
R	7,80	cm	R	7,80	cm
n	0,01		n	0,01	
V	28,90547	cm/dtk	C	140,8405	
Q	14799,60	cm ³ /dtk	V	28,90547	cm/dtk
	0,0148	m ³ /dtk	Q	14799,6	cm ³ /dtk
				0,0148	m ³ /dtk

Berdasarkan hasil perhitungan dari pengukuran menggunakan alat ukur *Pitot Tube Portable Automatic* dengan validasi rumus empiris menunjukkan nilai kecepatan rata-rata disetiap debit pengaliran, membuktikan bahwa hasil rumus empiris hampir sama dengan kecepatan yang didapatkan dari konversi persamaan alat ukur pitot.

Adapun parameter utama dari data aliran yang digunakan diberikan pada Tabel berikut ini :

Tabel 14. Parameter utama aliran

Run	Q	So	D	b	A	b/D	R	θ	$\theta \times 10^{-3}$	U	Re	$Re \times 10^{-5}$	Fr
	(ltr/dtk)	(-)	(cm)	(cm)	(cm ²)	(-)	(cm)	(cm ² /dtk)	(cm ² /dtk)	(cm/dtk)	(-)	(-)	(-)
LQ1S0	8,12	0,005397	8,7	40,00	348,00	4,60	6,06	0,00839	8,3928	223,338	67434,82	0,67	0,25
LQ2S0	10,21	0,005397	9,80	40,00	392,00	4,08	6,58	0,00839	8,3928	26,048	81653,20	0,82	0,27
LQ3S0	14,80	0,005397	12,80	40,00	512,00	3,13	7,80	0,00839	8,3928	28,905	107522,50	1,08	0,26

3. Perhitungan Karakteristik Aliran

Berdasarkan data-data penelitian maka dapat dihitung debit saluran bilangan Froude (F_r) dengan menggunakan persamaan (2). Pengukuran karakteristik aliran dihitung pada titik setiap titik pengukuran. Setiap titik tinjau kedalaman vertikal juga dihitung dengan bilangan Froude (f_r). Untuk melihat perbandingan perubahan karakteristik aliran, Q2 dan titik 425 cm menjadi perbandingan perubahan karakteristik aliran sebelum dan setelah adanya hambatan plat segitiga dan perbandingan perubahan karakteristik aliran setelah melewati plat segitiga tinggi 6 cm dan 9 cm.

- a. Aliran sebelum adanya hambatan plat segitiga

Diketahui :

Kecepatan aliran dititik tinjau (v) = 22,56 cm/dtk

Tinggi muka air (h) = 9,8 cm

Kecepatan gravitasi (g) = 981 cm/dtk

$$\begin{aligned}F_R &= \frac{\bar{v}}{\sqrt{gh}} \\&= \frac{22,56}{\sqrt{981 \times 9,8}} \\&= 0,23\end{aligned}$$

Untuk perhitungan selanjutnya dapat dilihat pada tabel 14 berikut ini :

Tabel 15. Hasil perhitungan bilangan *Froude* sebelum ada hambatan

Titik 425							
Titik Tinjau	Tinggi Muka air (H) cm	Kecepatan rata-rata u (cm)	Kedalaman z/H	Gravitasi Cm/dtk	Nilai <i>Froude</i> Fr	Keterangan	
0,30	9,70	22,87	0,03093	981	0,23	subkritis	
0,60	9,70	23,48	0,06186	981	0,24	subkritis	
0,90	9,70	24,36	0,09278	981	0,25	subkritis	
1,20	9,70	25,22	0,12371	981	0,26	subkritis	
1,50	9,70	26,32	0,15464	981	0,27	subkritis	
1,80	9,70	26,85	0,18557	981	0,28	subkritis	
2,10	9,70	27,88	0,21649	981	0,29	subkritis	
2,50	9,70	28,01	0,25773	981	0,29	subkritis	
3,00	9,70	28,88	0,30928	981	0,30	subkritis	
3,50	9,70	29,12	0,36082	981	0,30	subkritis	
4,00	9,70	29,96	0,41237	981	0,31	subkritis	
5,00	9,70	30,54	0,51546	981	0,32	subkritis	
6,00	9,70	31,57	0,61856	981	0,32	subkritis	
7,00	9,70	32,77	0,72165	981	0,34	subkritis	
8,00	9,70	33,10	0,82474	981	0,34	subkritis	

LQ250

b. Aliran setelah adanya hambatan plat segitiga

Untuk perhitungan selanjutnya dapata dilihat pada tabel 14 & 15 berikut ini :

Tabel 16 Hasil perhitungan bilangan *Froude* hambatan plat segitiga tinggi 6 cm

Titik 425						
Titik Tinjau	Tinggi Muka Air	Kecepatan rata-rata	Kedalaman	Gravitasi	Froude	Keterangan
z (cm)	H (cm)	u (cm)	z/H	Cm/dtk	Fr	
0,30	9,20	27,37	0,0326	981	0,29	subkritis
0,60	9,20	28,51	0,0652	981	0,31	subkritis
0,90	9,20	29,84	0,0978	981	0,32	subkritis
1,20	9,20	31,57	0,1304	981	0,34	subkritis
1,50	9,20	32,45	0,1630	981	0,35	subkritis
1,80	9,20	33,10	0,1957	981	0,35	subkritis
2,10	9,20	33,31	0,2283	981	0,36	subkritis
2,50	9,20	33,31	0,2717	981	0,36	subkritis
3,00	9,20	31,68	0,3261	981	0,34	subkritis
3,50	9,20	24,65	0,3804	981	0,26	subkritis
4,00	9,20	21,43	0,4348	981	0,23	subkritis
5,00	9,20	17,43	0,5435	981	0,19	subkritis
6,00	9,20	15,50	0,6522	981	0,17	subkritis
7,00	9,20	15,50	0,7609	981	0,17	subkritis
8,00	9,20	15,73	0,8696	981	0,17	subkritis

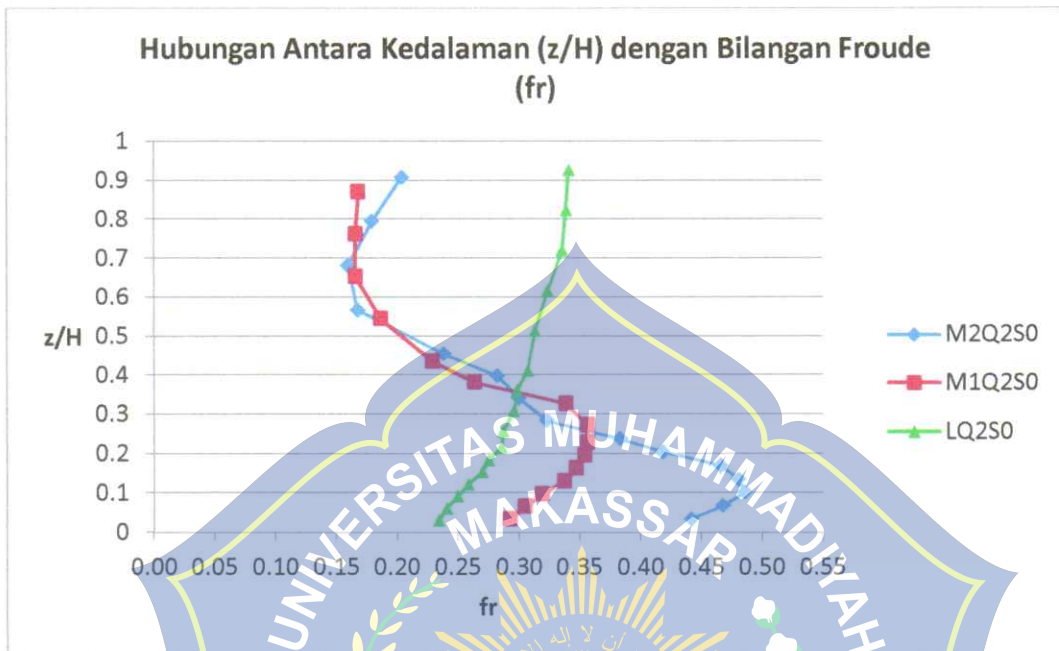
M1Q2S0

Tabel 17. Hasil perhitungan bilangan *Froude* hambatan plat segitiga tinggi 9 cm

Titik 425						
Titik Tinjau	Tinggi Muka Air	Kecepatan rata-rata	Kedalaman	Gravitasi	<i>Froude</i>	Keterangan
z (cm)	H (cm)	u (cm)	z/H	C_m/dtk	Fr	
0,30	8,80	40,32	0,03409	981	0,44	subkritis
0,60	8,80	42,70	0,06818	981	0,47	subkritis
0,90	8,80	44,32	0,10227	981	0,49	subkritis
1,20	8,80	43,84	0,13636	981	0,48	subkritis
1,50	8,80	42,53	0,17045	981	0,47	subkritis
1,80	8,80	38,15	0,20455	981	0,42	subkritis
2,10	8,80	34,96	0,23864	981	0,38	subkritis
2,50	8,80	29,48	0,28409	981	0,32	subkritis
3,00	8,80	27,37	0,34091	981	0,30	subkritis
3,50	8,80	25,77	0,39773	981	0,28	subkritis
4,00	8,80	21,76	0,45455	981	0,24	subkritis
5,00	8,80	15,27	0,56818	981	0,17	subkritis
6,00	8,80	14,56	0,68182	981	0,16	subkritis
7,00	8,80	16,39	0,79545	981	0,18	subkritis
8,00	8,80	18,61	0,90909	981	0,20	subkritis

M2Q2S0

- Grafik bilangan *Froude* sebelum dan setelah adanya hambatan plat segitiga.



Gambar 17. Grafik bilangan *Froude* sebelum dan setelah adanya hambatan plat segitiga

Berdasarkan hasil analisa perhitungan, dapat diketahui bahwa jenis aliran sebelum adanya hambatan adalah subkritis dan setelah melewati hambatan plat segitiga dititik 425 cm jenis aliran masih tetap subkritis, namun jika dilihat pada gambar 14 grafik bilangan *Froude* memiliki nilai *Froude* dititik pengukuran 425 cm disetiap debit pengaliran dengan rata-rata $LQ2S0 = 0,29$, $M1Q2S0 = 0,27$ & $M2Q2S0 = 0,33$.

4. Hasil Perhitungan Kecepatan Tanpa Hambatan

Pengukuran kecepatan aliran diambil dari titik tinjau (z) dimasing-masing titik, pengukuran distribusi kecepatan diambil secara vertikal dari dasar saluran. hasil pengukuran alat dikonversi menggunakan persamaan

$$u = \sqrt{\frac{2gh(1000-784)}{1000}} \rightarrow u = \sqrt{4.24 \Delta h}$$

Untuk perhitungan selanjutnya dapat dilihat ditabel berikut:

a. Hasil pengukuran kecepatan LQ1S0

Tabel 18. Tabel Hasil Perhitungan LQ1S0 Titik 350

Titik 350 cm				
z (cm)	H (cm)	u (cm)	z/H	u/U
0,30	8,30	22,56	0,03614	0,81549
0,60	8,30	23,33	0,07229	0,84333
0,90	8,30	23,78	0,10843	0,85960
1,20	8,30	24,22	0,14458	0,87557
1,50	8,30	24,36	0,18072	0,88083
1,80	8,30	25,36	0,21687	0,91679
2,10	8,30	26,32	0,25301	0,95140
2,50	8,30	27,50	0,30120	0,99413
3,00	8,30	28,26	0,36145	1,02162
3,50	8,30	29,36	0,42169	1,06153
4,00	8,30	30,66	0,48193	1,10835
5,00	8,30	31,11	0,60241	1,12489
6,00	8,30	32,12	0,72289	1,16125
7,00	8,30	32,77	0,84337	1,18487
8,00	8,30	33,20	0,96386	1,20036
U =		27,66		

Tabel 19. Tabel Hasil Perhitungan LQ1S0 titik 425

Titik 425 cm				
z (cm)	D (cm)	u (cm)	z/D	u/U
0,30	8,40	22,08	0,03571	0,80872
0,60	8,40	22,87	0,07143	0,83751
0,90	8,40	23,33	0,10714	0,85431
1,20	8,40	23,63	0,14286	0,86534
1,50	8,40	23,92	0,17857	0,87622
1,80	8,40	25,08	0,21429	0,91848
2,10	8,40	26,18	0,25000	0,95887
2,50	8,40	27,37	0,29762	1,00236
3,00	8,40	28,13	0,35714	1,03034
3,50	8,40	29,24	0,41667	1,07094
4,00	8,40	30,43	0,47619	1,11432
5,00	8,40	30,54	0,59524	1,11856
6,00	8,40	31,11	0,71429	1,13955
7,00	8,40	32,56	0,83333	1,19239
8,00	8,40	33,10	0,95238	1,21210
U =		27,30		

Tabel 20. Tabel Hasil Perhitungan Titik LQ1S0 titik 450

Titik 450 cm				
z (cm)	D (cm)	u (cm)	z/D	u/U
0,30	8,50	21,27	0,03529	0,79189
0,60	8,50	22,24	0,07059	0,82818
0,90	8,50	23,02	0,10588	0,85725
1,20	8,50	23,48	0,14118	0,87423
1,50	8,50	23,92	0,17647	0,89088
1,80	8,50	24,51	0,21176	0,91261
2,10	8,50	26,05	0,24706	0,96987
2,50	8,50	26,85	0,29412	0,99972
3,00	8,50	28,01	0,35294	1,04289
3,50	8,50	28,88	0,41176	1,07527
4,00	8,50	30,08	0,47059	1,11991
5,00	8,50	30,19	0,58824	1,12427
6,00	8,50	30,66	0,70588	1,14157
7,00	8,50	31,57	0,82353	1,17540
8,00	8,50	32,12	0,94118	1,19606
U =		26,86		

Tabel 21. Tabel Hasil Perhitungan LQISO titik 500

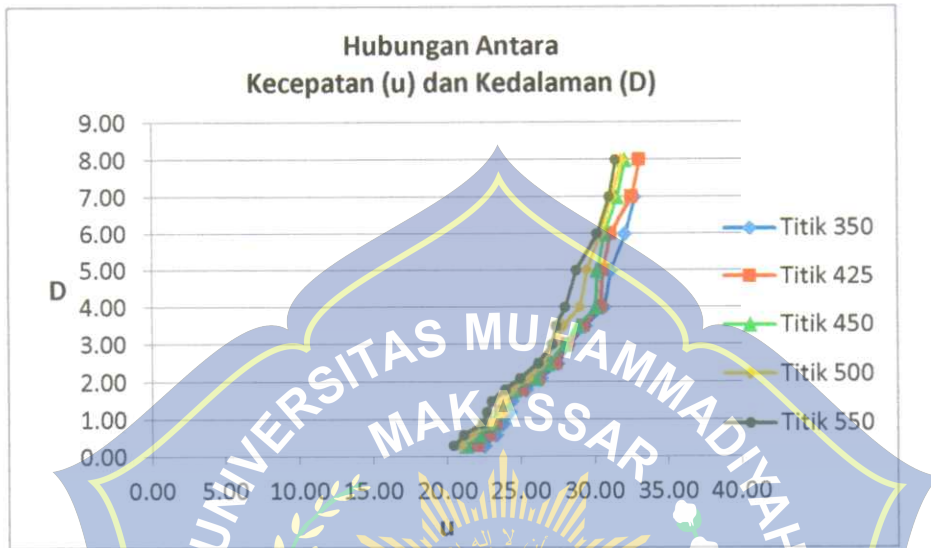
Titik 500 cm				
z (cm)	D (cm)	u (cm)	z/D	u/U
0,30	8,70	20,93	0,03448	0,79173
0,60	8,70	21,60	0,06897	0,81687
0,90	8,70	23,02	0,10345	0,87078
1,20	8,70	23,78	0,13793	0,89934
1,50	8,70	23,78	0,17241	0,89934
1,80	8,70	24,36	0,20690	0,92155
2,10	8,70	25,50	0,24138	0,96443
2,50	8,70	26,45	0,28736	1,00045
3,00	8,70	27,24	0,34483	1,03032
3,50	8,70	27,88	0,40230	1,05457
4,00	8,70	29,00	0,45977	1,09686
5,00	8,70	29,48	0,57471	1,11514
6,00	8,70	30,43	0,68966	1,15084
7,00	8,70	31,23	0,80460	1,18119
8,00	8,70	31,90	0,91954	1,20659
U =		26,44		

Tabel 22. Tabel Hasil Perhitungan LQISO titik 550 cm

Titik 550 cm				
z (cm)	D (cm)	u (cm)	z/D	u/U
0,30	8,90	20,42	0,03371	0,78821
0,60	8,90	21,10	0,06742	0,81449
0,90	8,90	22,40	0,10112	0,86466
1,20	8,90	22,71	0,13483	0,87675
1,50	8,90	23,02	0,16854	0,88868
1,80	8,90	23,92	0,20225	0,92354
2,10	8,90	24,94	0,23596	0,96262
2,50	8,90	26,18	0,28090	1,01065
3,00	8,90	27,11	0,33708	1,04648
3,50	8,90	27,37	0,39326	1,05649
4,00	8,90	28,01	0,44944	1,08112
5,00	8,90	28,75	0,56180	1,10996
6,00	8,90	30,19	0,67416	1,16549
7,00	8,90	31,00	0,78652	1,19670
8,00	8,90	31,45	0,89888	1,21417
U =		25,91		

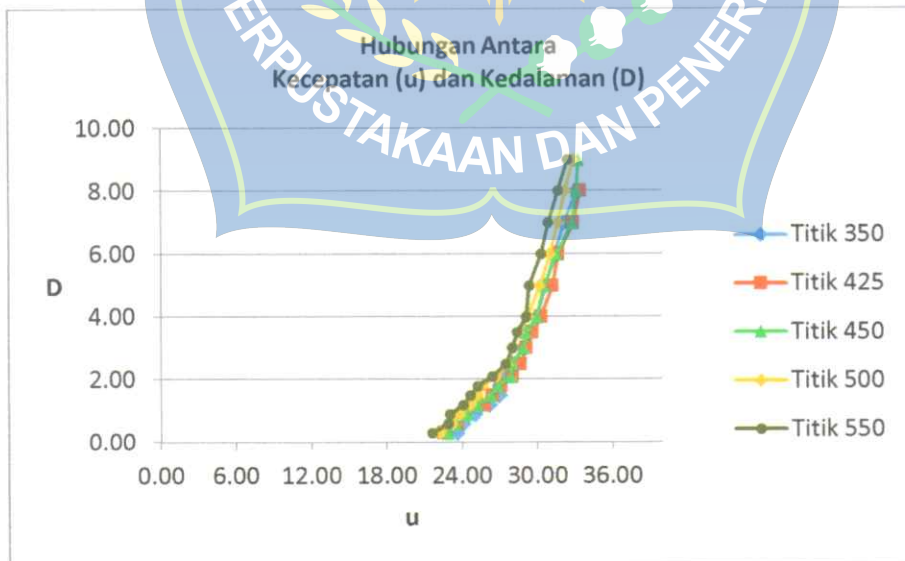
Adapun distribusi kecepatan aliran arah vertikal hasil perhitungan masing-masing debit digambarkan pada grafik berikut:

- Grafik kecepatan vertikal LQ1S0



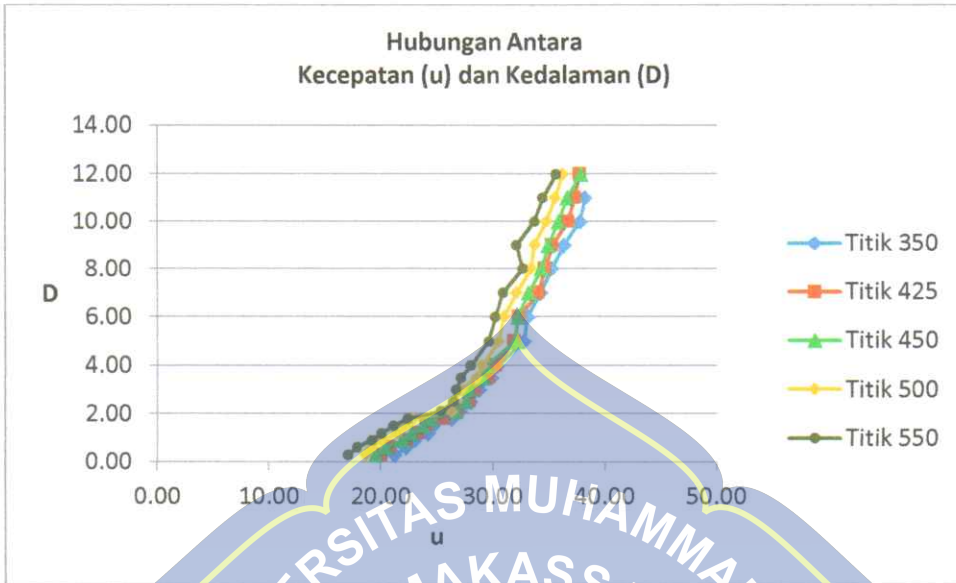
Gambar 18. Grafik Hubungan kecepatan (u) & Kedalaman (D) masing-masing titik pengukuran di LQ1S0

- Grafik kecepatan vertikal LQ2S0



Gambar 19. Grafik hubungan kecepatan (u) & Kedalaman (D) masing-masing titik pengukuran di LQ2S0

- Grafik kecepatan vertikal LQ3S0



Gambar 20. Grafik hubungan kecepatan (u) & Kedalaman (D) masing-masing titik pengukuran di LQ3S0

Diketahui kecepatan rata-rata LQ1S0 = 23,338 cm/dtk, LQ2S0 = 26,048 cm/dtk, LQ3S0 = 28,905 cm/dtk. Proses pengambilan data atau titik tinjau dilakukan secara vertikal dari dasar saluran sampai ke permukaan air. Dari hasil pengamatan distribusi kecepatan aliran tanpa hambatan, menunjukkan bahwa kecepatan minimum terjadi didasar dan kecepatan maksimum terjadi di 0,6 d sampai pada permukaan air, namun kondisi pola aliran sama dan cenderung konstan pada titik pengukuran 350 cm, 425 cm, 450 cm, 500 cm & 550 cm disetiap variasi debit pengaliran. Aliran pada tanpa hambatan juga menunjukkan nilai *Froude* (Fr) LQ1S0 = 0,25 , LQ2S0 = 0,27 dan LQ3S0 = 0,26 dari nilai tersebut dapat dirata-ratakan bahwa karekteristik aliran pada aliran tanpa hambatan adalah subkritis.

5. Hasil Perhitungan Kecepatan di Hambatan Plat Segitiga Tinggi

(6 cm)

Pengukuran kecepatan aliran diambil dari titik tinjau (z) dimasing-masing titik, pengukuran distribusi kecepatan diambil secara vertikal dari dasar saluran. hasil pengukuran alat dikonversi menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$u = \sqrt{\frac{2 g h(1000 - 784)}{1000}} \rightarrow u = \sqrt{4.24 \Delta h}$$

Untuk perhitungan selanjutnya dapat dilihat ditabel berikut:

a. Hasil pengukuran kecepatan Q1M1S0

Tabel 23. Tabel Hasil Perhitungan Plat Segitiga (6cm) M1Q1S0 Titik 350 cm

Titik 350 cm				
z (cm)	D (cm)	u (cm)	z/D	u/U
0,30	9,80	19,89	0,0306	0,7289
0,60	9,80	22,08	0,0612	0,8091
0,90	9,80	24,07	0,0918	0,8820
1,20	9,80	25,22	0,1224	0,9240
1,50	9,80	25,91	0,1531	0,9493
1,80	9,80	26,72	0,1837	0,9789
2,10	9,80	26,98	0,2143	0,9885
2,50	9,80	27,75	0,2551	1,0169
3,00	9,80	28,51	0,3061	1,0445
3,50	9,80	29,60	0,3571	1,0846
4,00	9,80	30,19	0,4082	1,1062
5,00	9,80	30,43	0,5102	1,1148
6,00	9,80	30,77	0,6122	1,1275
7,00	9,80	29,96	0,7143	1,0976
8,00	9,80	29,36	0,8163	1,0758
9,00	9,80	29,24	0,9184	1,0714
U =		27,29		

Tabel 24. Tabel Hasil Perhitungan Plat Segitiga (6cm) M1Q1S0 Titik 425cm

Titik 420 cm				
z (cm)	D (cm)	u (cm)	z/D	u/U
0,30	8,20	26,98	0,0366	1,0330
0,60	8,20	28,01	0,0732	1,0724
0,90	8,20	29,12	0,1098	1,1150
1,20	8,20	29,84	0,1463	1,1425
1,50	8,20	30,54	0,1829	1,1694
1,80	8,20	31,23	0,2195	1,1957
2,10	8,20	30,19	0,2561	1,1561
2,50	8,20	28,75	0,3049	1,1010
3,00	8,20	27,24	0,3659	1,0430
3,50	8,20	25,64	0,4268	0,9816
4,00	8,20	23,92	0,4878	0,9161
5,00	8,20	20,76	0,6098	0,7950
6,00	8,20	17,02	0,7317	0,6517
7,00	8,20	16,39	0,8537	0,6275
U =		26,12		

Tabel 25. Tabel Hasil Perhitungan Plat Segitiga (6cm) M1Q1S0 Titik 450 cm

Titik 450 cm				
z (cm)	D (cm)	u (cm)	z/D	u/U
0,30	8,50	26,05	0,03529	0,86793
0,60	8,50	26,58	0,07059	0,88583
0,90	8,50	28,26	0,10588	0,94165
1,20	8,50	30,54	0,14118	1,01774
1,50	8,50	31,68	0,17647	1,05559
1,80	8,50	31,57	0,21176	1,05187
2,10	8,50	31,45	0,24706	1,04813
2,50	8,50	31,68	0,29412	1,05559
3,00	8,50	31,45	0,35294	1,04813
3,50	8,50	31,45	0,41176	1,04813
4,00	8,50	31,45	0,47059	1,04813
5,00	8,50	31,23	0,58824	1,04062
6,00	8,50	29,36	0,70588	0,97843
7,00	8,50	28,88	0,82353	0,96226
8,00	8,50	28,51	0,94118	0,94995
U =		30,01		

Tabel 26. Tabel Hasil Perhitungan Plat Segitiga (6cm) M1Q1S0 Titik 500 cm

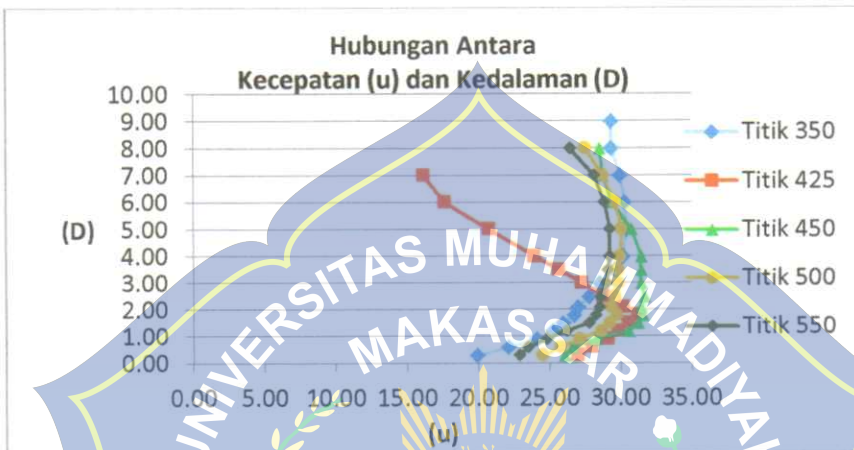
Titik 500 cm				
z (cm)	D (cm)	u (cm)	z/D	u/U
0,30	8,80	24,51	0,0341	0,8526
0,60	8,80	25,77	0,0682	0,8966
0,90	8,80	27,11	0,1023	0,9431
1,20	8,80	28,63	0,1364	0,9960
1,50	8,80	29,24	0,1705	1,0172
1,80	8,80	29,72	0,2045	1,0339
2,10	8,80	29,36	0,2386	1,0214
2,50	8,80	29,60	0,2841	1,0298
3,00	8,80	29,84	0,3409	1,0381
3,50	8,80	29,84	0,3977	1,0381
4,00	8,80	29,96	0,4545	1,0422
5,00	8,80	30,54	0,5682	1,0625
6,00	8,80	29,60	0,6818	1,0298
7,00	8,80	29,96	0,7955	1,0422
8,00	8,80	27,50	0,9091	0,9566
U =		28,75		

Tabel 27. Tabel Hasil Perhitungan Plat Segitiga (6cm) M1Q1S0 Titik 550 cm

Titik 550 cm				
z (cm)	D (cm)	u (cm)	z/D	u/U
0,30	9,00	22,87	0,0333	0,8351
0,60	9,00	23,48	0,0667	0,8573
0,90	9,00	24,80	0,1000	0,9055
1,20	9,00	26,18	0,1333	0,9561
1,50	9,00	28,01	0,1667	1,0228
1,80	9,00	28,88	0,2000	1,0545
2,10	9,00	28,01	0,2333	1,0228
2,50	9,00	27,75	0,2778	1,0135
3,00	9,00	29,00	0,3333	1,0590
3,50	9,00	28,88	0,3889	1,0545
4,00	9,00	29,84	0,4444	1,0897
5,00	9,00	29,12	0,5556	1,0634
6,00	9,00	28,63	0,6667	1,0455
7,00	9,00	28,88	0,7778	1,0545
8,00	9,00	26,45	0,8889	0,9659
U =		27,38		

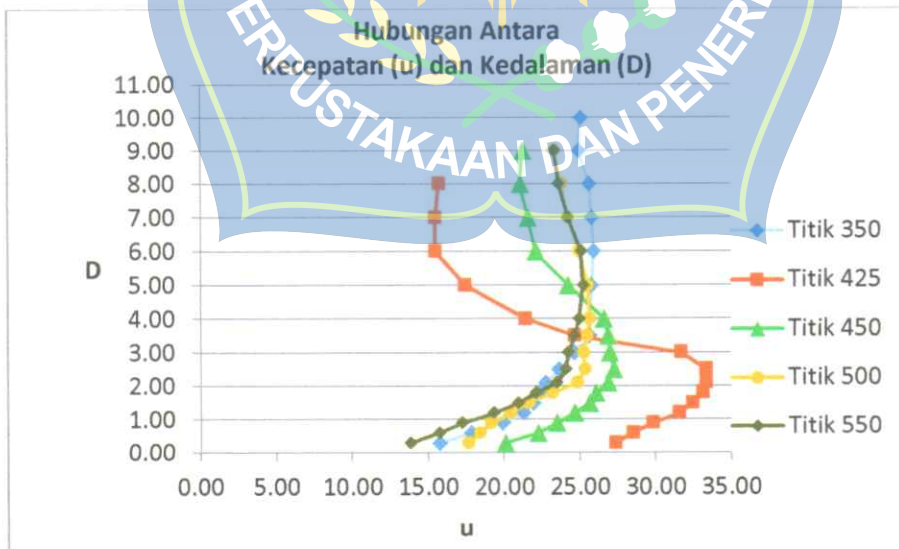
Adapun hasil perhitungan distribusi kecepatan arah vertikal aliran plat segitiga (6cm) dapat dilihat dari perhitungan masing-masing debit yang digambarkan pada grafik berikut:

- Grafik kecepatan vertikal M1Q1S0



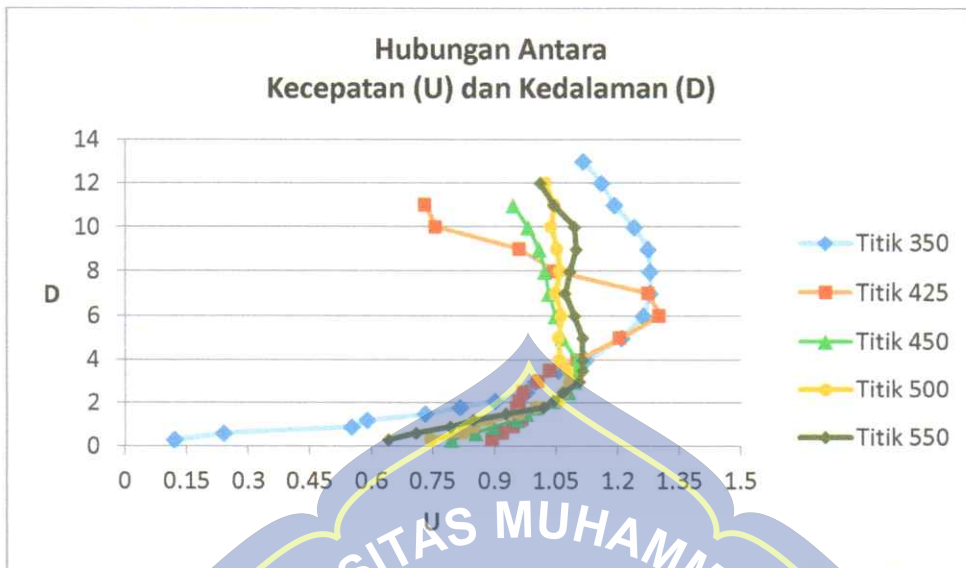
Gambar 21. Grafik hubungan kecepatan (u) & Kedalaman (D) plat segitiga (6 cm) dimasing-masing titik Pengukuran M1Q1S0

- Grafik kecepatan vertikal M1Q2S0



Gambar 22. Grafik hubungan kecepatan (u) & Kedalaman (D) plat segitiga (6 cm) dimasing-masing titik Pengukuran M1Q2S0

- Grafik kecepatan vertikal M1Q3S0



Gambar 23. Grafik hubungan kecepatan (u) & Kedalaman (D) plat segitiga (6cm) dimasing-masing titik Pengukuran M1Q3S0

Pada gambar 23 grafik pengaliran hambatan plat segitiga tinggi 6 cm pola distribusi aliran pada titik 425 cm setelah air melewati hambatan plat segitiga kecepatan aliran menurun pada kedalaman 0,2 d. kecepatan bergerak pelan ke arah permukaan air, namun pada titik pengukuran 500 cm dan 550 aliran kembali normal.

6. Hasil Perhitungan Kecepatan di Hambatan Plat Segitiga Tinggi (9 cm)

Pengukuran kecepatan aliran diambil dari titik tinjau (z) dimasing-masing titik, pengukuran vertikal distribusi kecepatan diambil dari dasar saluran. Hasil pengukuran alat dikonversi menggunakan persamaan

$$u = \sqrt{\frac{2gh(1000-784)}{1000}} \rightarrow u = \sqrt{4,24 \Delta h}$$

Untuk perhitungan selanjutnya dapat dilihat ditabel berikut:

a. Hasil pengukuran kecepatan M2Q1S0

Tabel 28. Tabel Hasil Perhitungan Plat Segitiga (9 cm) M2Q1S0 Titik 350 cm

Titik 350 cm				
z (cm)	D (cm)	u (cm)	z/D	u/U
0,30	12,30	13,02	0,02439	0,42715
0,60	12,30	16,60	0,04878	0,54451
0,90	12,30	18,61	0,07317	0,61034
1,20	12,30	20,59	0,09756	0,67538
1,50	12,30	24,36	0,12195	0,79913
1,80	12,30	26,72	0,14634	0,87627
2,10	12,30	28,26	0,17073	0,92686
2,50	12,30	30,08	0,20325	0,98646
3,00	12,30	31,68	0,24390	1,03901
3,50	12,30	32,99	0,28455	1,08202
4,00	12,30	34,25	0,32520	1,12339
5,00	12,30	36,35	0,40650	1,19233
6,00	12,30	37,88	0,48780	1,24229
7,00	12,30	38,34	0,56911	1,25750
8,00	12,30	37,97	0,65041	1,24535
9,00	12,30	37,59	0,73171	1,23308
10,00	12,30	37,59	0,81301	1,23308
11,00	12,30	37,97	0,89431	1,24535
12,00	12,30	38,43	0,97561	1,26052
U =		30,49		

Tabel 29. Tabel Hasil Perhitungan Plat Segitiga (9cm) M2Q1S0 Titik 425

Titik 425 cm				
z (cm)	D (cm)	u (cm)	z/D	u/U
0,30	8,30	37,97	0,03614	1,37762
0,60	8,30	38,43	0,07229	1,39440
0,90	8,30	38,34	0,10843	1,39106
1,20	8,30	37,97	0,14458	1,37762
1,50	8,30	37,50	0,18072	1,36063
1,80	8,30	36,83	0,21687	1,33648
2,10	8,30	31,79	0,25301	1,15340
2,50	8,30	27,63	0,30120	1,00236
3,00	8,30	24,65	0,36145	0,89446
3,50	8,30	20,25	0,42169	0,73456
4,00	8,30	15,73	0,48193	0,57062
5,00	8,30	13,55	0,60241	0,49181
6,00	8,30	12,47	0,72289	0,45240
7,00	8,30	12,75	0,84337	0,46257
U =		27,56		

Tabel 30. Tabel Hasil Perhitungan Plat Segitiga (9 cm) M2Q1S0 Titik 450 cm

Titik 450 cm				
z (cm)	D (cm)	u (cm)	z/D	u/U
0,30	8,60	27,37	0,03488	1,01868
0,60	8,60	28,26	0,06977	1,05178
0,90	8,60	28,75	0,10465	1,07023
1,20	8,60	29,72	0,13953	1,10621
1,50	8,60	31,00	0,17442	1,15386
1,80	8,60	28,63	0,20930	1,06565
2,10	8,60	27,75	0,24419	1,03299
2,50	8,60	27,50	0,29070	1,02347
3,00	8,60	27,88	0,34884	1,03772
3,50	8,60	26,58	0,40698	0,98943
4,00	8,60	24,94	0,46512	0,92817
5,00	8,60	23,48	0,58140	0,87384
6,00	8,60	23,33	0,69767	0,86822
7,00	8,60	23,02	0,81395	0,85687
8,00	8,60	24,80	0,93023	0,92288
U =		26,87		

Tabel 31. Tabel Hasil Perhitungan Plat Segitiga (9 cm) M2Q1S0 Titik 500 cm

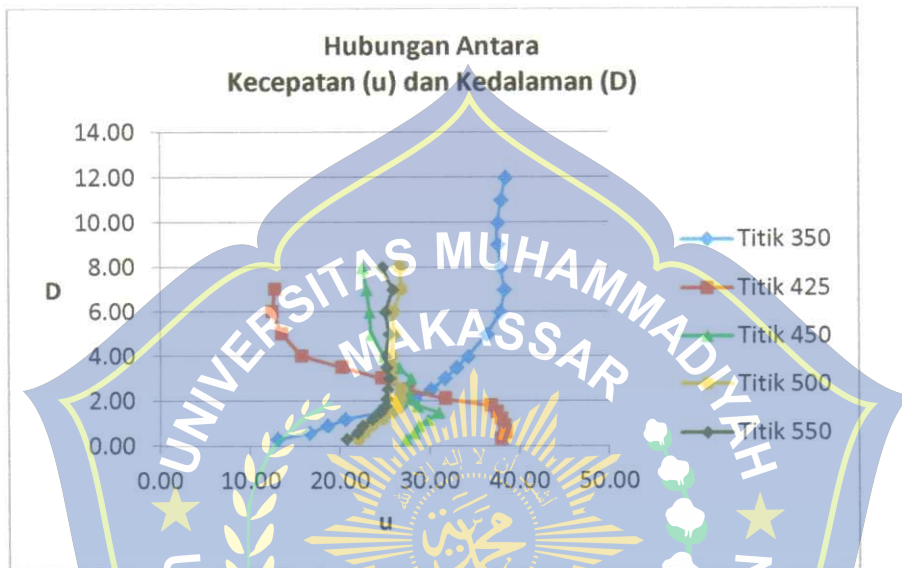
Titik 500 cm				
z (cm)	D (cm)	u (cm)	z/D	u/U
0,30	9,00	22,08	0,03333	0,86841
0,60	9,00	22,71	0,06667	0,89323
0,90	9,00	23,48	0,10000	0,92331
1,20	9,00	24,65	0,13333	0,96951
1,50	9,00	25,77	0,16667	1,01360
1,80	9,00	26,45	0,20000	1,04021
2,10	9,00	26,72	0,23333	1,05066
2,50	9,00	26,85	0,27778	1,05585
3,00	9,00	25,77	0,33333	1,01360
3,50	9,00	25,64	0,38889	1,00819
4,00	9,00	25,77	0,44444	1,01360
5,00	9,00	26,05	0,55556	1,02433
6,00	9,00	25,91	0,66667	1,01898
7,00	9,00	26,85	0,77778	1,05585
8,00	9,00	26,72	0,88889	1,05066
U =		25,43		

Tabel 32. Tabel Hasil Perhitungan Plat Segitiga (9 cm) M2Q1S0 Titik 550 cm

Titik 550 cm				
z (cm)	D (cm)	u (cm)	z/D	u/U
0,30	9,30	20,76	0,03226	0,85065
0,60	9,30	21,92	0,06452	0,89814
0,90	9,30	22,56	0,09677	0,92418
1,20	9,30	23,63	0,12903	0,96806
1,50	9,30	24,51	0,16129	1,00415
1,80	9,30	25,08	0,19355	1,02750
2,10	9,30	25,22	0,22581	1,03326
2,50	9,30	25,36	0,26882	1,03898
3,00	9,30	25,50	0,32258	1,04468
3,50	9,30	25,22	0,37634	1,03326
4,00	9,30	25,08	0,43011	1,02750
5,00	9,30	25,50	0,53763	1,04468
6,00	9,30	25,08	0,64516	1,02750
7,00	9,30	25,91	0,75269	1,06157
8,00	9,30	24,80	0,86022	1,01589
U =		24,41		

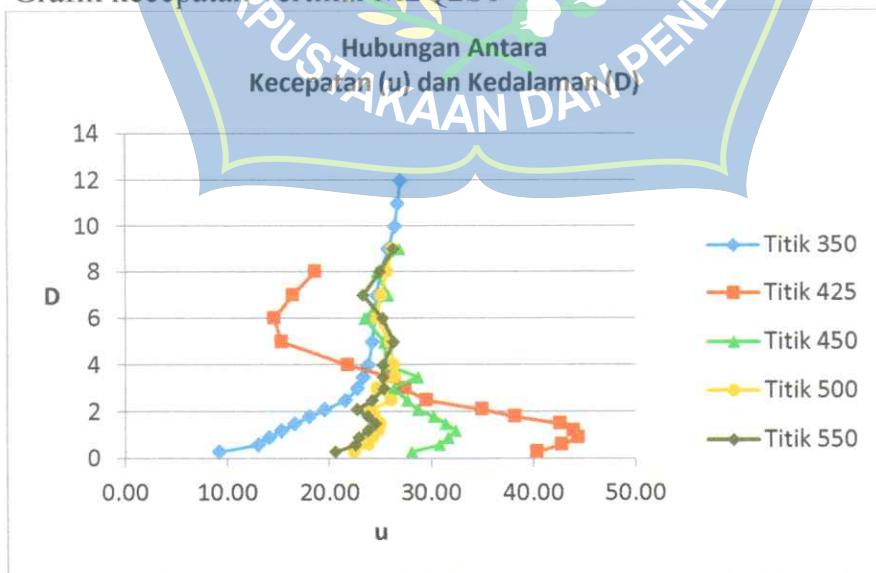
Adapun hasil perhitungan distribusi kecepatan arah vertikal aliran pada plat segitiga (9 cm) dapat dilihat dari perhitungan masing-masing debit yang digambarkan pada grafik berikut:

- Grafik kecepatan vertikal M2Q1S0



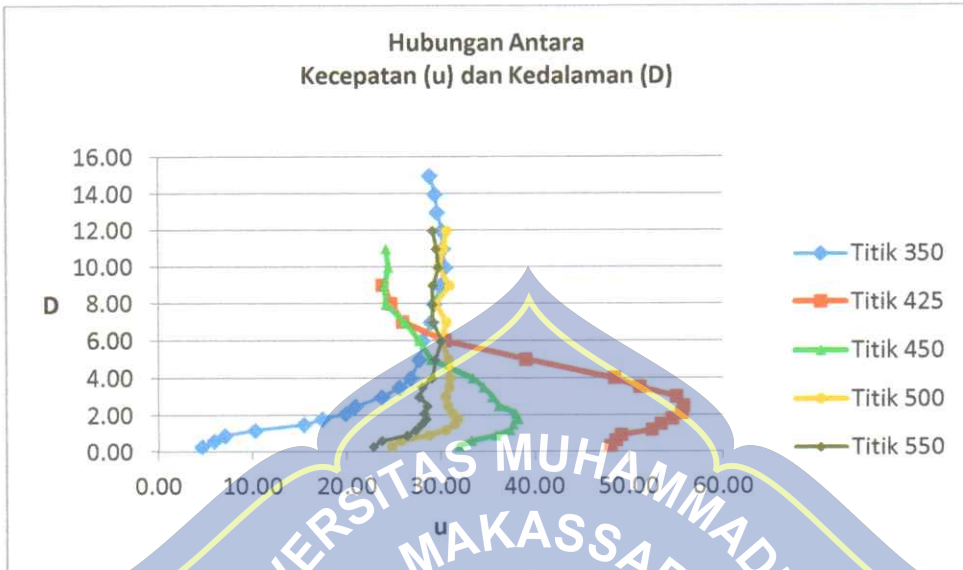
Gambar 24. Grafik hubungan kecepatan (u) & Kedalaman (D) plat segitiga (9 cm) dimasing-masing titik Pengukuran M2Q1S0

- Grafik kecepatan vertikal M2Q2S0



Gambar 25. Grafik hubungan kecepatan (u) & Kedalaman (D) plat segitiga (9 cm) dimasing-masing titik Pengukuran M2Q2S0

- Grafik kecepatan vertikal M2Q3S0



Gambar 26. Grafik hubungan kecepatan (u) & Kedalaman (D) plat segitiga (9 cm) dimasing-masing titik Pengukuran M2Q3S0

pada gambar 26 grafik menunjukkan tipikal profil kecepatan vertikal ditribusi kecepatan pada aliran di plat segitiga tinggi 9 cm, menggambarkan bahwa kecepatan menurun terjadi pada kedalaman $\approx 0,2 d$ di titik 425 cm setelah aliran melewati hambatan dan kecepatan kembali normal pada titik 500 cm dan 550 cm.

B. Pembahasan Hasil Penelitian

1. Validasi Debit

Validasi debit dilakukan dengan dua metode untuk memastikan debit inlet (masuk) dan debit keluar (outlet) agar debit yang mengalir sepanjang saluran itu sama. Untuk validasi debit inlet menggunakan metode thompson dengan rumus $Q = \frac{8}{15} C_d \cdot t g \frac{\theta}{2} \sqrt{2 \cdot g} H^{5/2}$. Untuk menghitung debit keluar digunakan metode gelas ukur dengan persamaan $Q = v/t$ hasilnya dapat dilihat pada tabel 2 dan 3. Untuk hasil pengukuran debit inlet menggunakan Thompson $Q_1 = 0,0073 \text{ m}^3/\text{dtk}$, $Q_2 = 0,0103 \text{ m}^3/\text{dtk}$ dan $Q_3 = 0,0140 \text{ m}^3/\text{dtk}$. Untuk hasil pengukuran debit outlet dengan metode gelas ukur $Q_1 = 0,0077 \text{ m}^3/\text{dtk}$, $Q_2 = 0,0106 \text{ m}^3/\text{dtk}$ dan $Q_3 = 0,0141 \text{ m}^3/\text{dtk}$. Hasil dari kedua metode pengukuran debit inlet dan debit outlet nilainya hampir sama yang menunjukkan bahwa debit yang mengalir disepanjang saluran itu sama.

2. Menghitung kecepatan dan validasi kecepatan aliran rata-rata

Metode pengambilan kecepatan rata-rata dilakukan dengan membagi tiga segmen lebar penampang (B) dan mengambil tiga titik pengukuran kedalaman yaitu $0,2 d$, $0,6 d$, dan $0,8 d$. dimana pengukuran tersebut menggunakan alat ukur *Pitot Tube Portable Automatic* yaitu alat yang mengukur tekanan aliran pada suatu titik

kedalaman dan selanjutnya nilai beda tinggi tekanan di konversi menjadi kecepatan aliran. Hasil pembacaan tekanan dan hasil konversi kecepatan dapat dilihat di tabel 4, tabel 5, Tabel 6 dan Tabel 7. Bahwa kecepatan rata-rata di LQ1S0 = 23,338 cm/dtk, LQ2S0 = 26,048 cm/dtk dan LQ3S0 = 28, 905 cm/dtk. Validasi kecepatan rata-rata dimasing-masing debit dilakukan dengan persamaan empiris Manning dan Chezy, hasil validasi empiris dapat dilihat di tabel 10, tabel 11 dan tabel 12. Hasil validasi kecepatan dimasing-masing variasi debit sama dengan hasil pengukuran kecepatan alat. Validasi manning menggunakan koefisien kekasaran dasar 0,01 dimana nilai itu diambil berdasarkan tabel koefisien Manning (n).

3. Karakteristik Aliran Sebelum dan Setelah Adanya Hambatan Plat Segitiga.

Proses pengambilan data kecepatan dilakukan secara vertikal dengan titik tinjau seperti pada tabel perhitungan kecepatan aliran. Kecepatan aliran diukur dengan menggunakan alat *Pitot Tube Portable Automatic* dengan menkonversi hasil tekanan tersebut untuk mendapatkan hasil kecepatan disetiap titik tinjau pada kedalaman aliran. Hasil kecepatan dimasing masing titik tinjau kemudian di masukkan kedalam bilangan *Froude* (fr) agar mendapatkan jenis

aliran kecepatan di tiap titik tinjau, nilai *Froude* (*fr*) dapat dilihat pada tabel 14, 15, dan 16 yang menunjukkan jenis aliran sebelum adanya hambatan adalah subkritis dengan nilai rata-rata *Froude* (*fr*) = 0,27 dan setelah adanya hambatan di plat segitiga tinggi 6 cm nilai *Froude* = 0,28 dan hambatan plat segitiga tinggi 9 cm memiliki nilai *Froude* (*fr*) = 0,33.

4. Distribusi Kecepatan Aliran Sebelum Adanya Hambatan dan Setelah Adanya Hambatan Plat Segitiga.

Pengukuran kecepatan sebelum adanya hambatan plat segitiga bisa dilihat pada gambar 18, 19, dan 20 menunjukkan bahwa pola aliran di setiap titik pengukuran membentuk pola yang sama dengan kecepatan maksimum terjadi pada kedalaman $\pm 0.6 d$. pola aliran menunjukkan kecepatan rata-rata kecepatan rata-rata $LQ1S0 = 23,338 \text{ cm/dtk}$, $LQ2S0 = 26,048 \text{ cm/dtk}$, $LQ3S0 = 28,905 \text{ cm/dtk}$ dan Pola aliran pada setiap titik pengukuran membentuk pola yang sama.

Pola distribusi kecepatan pada plat tinggi 6 cm menggambarkan pola distribusi kecepatan aliran menurun pada kedalaman $\approx 0,2 d$ dan pola distribusi kecepatan kembali normal pada titik pengukuran 450 cm, 500 cm dan 550 cm. Pola distribusi kecepatan pada plat tinggi 9 cm menggambarkan pola distribusi kecepatan aliran menurun pada kedalaman $\approx 0,2 d$ dan pola distribusi kecepatan kembali normal pada titik pengukuran, 500 cm dan 550 cm.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Dari hasil pengamatan dan analisi yang kami lakukan, dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Distribusi kecepatan aliran sebelum adanya hambatan plat segitiga menunjukkan pola kecepatan aliran minimum terjadi di kedalaman $\pm \leq 0,2 d$, kecepatan maksimum terjadi di kedalaman $\pm 0,6 d$ dan pola kecepatan aliran konstan ke arah permukaan aliran dan disetiap titik pengukuran.
 - a. Distribusi kecepatan aliran setelah adanya hambatan plat segitiga tinggi 6 cm menunjukkan pola kecepatan menurun terjadi di kedalaman $\pm 0,2 d$ dan pola kecepatan aliran konstan pada titik pengukuran 450 cm, 500 cm dan 550 cm.
 - b. Distribusi kecepatan aliran di plat segitiga tinggi 9 cm menunjukkan pola kecepatan menurun pada kedalaman $\pm \leq 0,2 d$ dan pola kecepatan kembali konstan pada titik 500 dan 550 cm.
2. Jenis karakteristik aliran sebelum dan setelah adanya hambatan adalah subkritis. Pada plat segitiga tinggi 6 cm nilai froude menurun di kedalaman $\pm 0,3 d$ dan pada plat segitig tinggi 9 cm nilai froude menurun pada kedalaman $\pm \leq 0,2 d$.

B. Saran

Untuk mendapatkan hasil yang lebih baik, maka penulis menyarankan sebagai berikut:

1. Menggunakan alat yang lebih canggih seperti ADV (Acoustic Doppler Velocimeter) untuk mendapatkan data yang lebih akurat dan mempermudah dalam pengambilan data.
2. Untuk penelitian selanjutnya untuk menambah panjang saluran agar mendapatkan titik pengaliran yang lebih konstan.
3. Lebih teliti dan berkonsentrasi saat melakukan pengambilan data.



DAFTAR PUSTAKA

- Afrizal Ribkhi Falah¹, Sumiadi², M. Janu Ismoyo². 2017. "*Kajian Distribusi Tegangan Geser Disaluran Menikung 120° Dengan Acoustic Doppler Velocimeter (ADV)*"
- Ehsan Khavasi¹ dkk. 2012. "*Experimental investigation of flow structure of a density current encountering a basal obstacle*". Sharif University of Technology Iran
- Graf, W. H. 1998. *Fluvial Hydraulics*. West Sussex, England: John Wiley & Son Ltd.
- Instruction Manual Book, 2002, *Pitot Tubes Portable Operating Instruction and Experiment*, Armfield Engineering Teaching & Research Equipment, 2002
- Ira Widyastuti¹, M. Arsyad Thaha², Rita Tahir Lopa³, Mukhsan Putra Hatta⁴. 2020. "*Pengaruh Penempatan Struktur Peredam Energi Terhadap Distribusi Kecepatan Gesek Pada Saluran Terbuka*". ISSID 2020
- Kironoto, B.A., Yulistianto, bambang., Istiarto., Sumiadi., Nugroho. bayu., dan Ariyanto. anton. 2012. *Validasi Metode Clauser Untuk Penentuan Kecepatan Gesek, U^* , Pada Saluran Menikung*. *Dinamika Teknik Sipil/Vol.12/No.3: 239-246*
- Kironoto, B.A. 2007. *Pengaruh Angkutan Sedimen Dasar (Bed Load) Terhadap Distribusi Kecepatan Gesek Arah Transversal Pada Aliran Seragam Saluran Terbuka*. *Forum Teknik Sipil No. XVII: 566-579*.
- Kodoatie J. R. 2001. *Hidrolika Terapan Aliran pada Saluran Terbuka dan Pipa*, Penerbit Andi Yogyakarta, Edisi Revisi, 2009
- Muhammad Taufik Iqbal. Zulvyah Faisal. "*Studi Kecepatan Aliran Air dengan Menggunakan Tabung Pitot*" *Journal INTEK*. 2018, Volume 5 (1): 14-21

Rasmawati Rauf, Sufiah Nur M. 2019. "*Analisa Perubahan Dasar Saluran Terbuka Akibat Variasi Debit Pada Tingkat Aliran Kritis dan Superkritis*". Jurnal Teknik Hidro Vol. 12 No. 1

Suciana, Ajeng Titin. 2016. "*Kajian Distribusi Kecepatan Aliran Sebeleum dan Sesudah Belokan Disaluran Terbuka Menggunakan Acoistic Doppler Velocemter (ADV)*".

Suripin. 2019. "*Mekanika Fluida dan Hidrolika Saluran Terbuka Untuk Teknik Sipil*" Andi, Yogyakarta.

Sina Yaghoubi¹. dkk. 2016. "*Experimental Investigation of the Effect of Inlet Concentration on the Behavior of Turbudity Currents In the Presence of Two Consecutive Obstacle*". American society of Civil Engineering

Ven Te Chow. 1985. *Hidrolika Saluran Terbuka (Open Channel Hydraulics)*. Penerbit Erlangga. Jakarta 1984

