

**ANALISIS DISTRIBUSI DEBIT ALIRAN PADA BANGUNAN
PELIMPAH DENGAN VARIASI MODEL BANGUNAN
PELUNCUR**



OLEH:

SATRIA DILAGA

YUDI HARDIANSYAH

NIM: 10581115316

NIM: 105811105916

**PROGRAM STUDI TEKNIK PENGAIRAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR**

2023



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR

FAKULTAS TEKNIK

GEDUNG MENARA IQRA LT. 3

Jl. Sultan Alauddin No. 250 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 PERSETUJUAN

Tugas akhir ini di ajukan 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 DISTRIBUSI DEBIT ALIRAN PADA BANGUNAN PELIMPAH DENGAN VARIASI MODEL BANGUNAN PELUNCUR

Nama : Satria Dilaga

Yudi Hardiyansyah

No. Stambuk : 105 81 11153 16

105 81 11059 16

Makassar, 27 Mei 2022

Telah Diperiksa dan Disetujui
Oleh Dosen Pembimbing

Pembimbing I

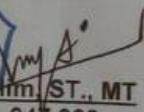
Pembimbing II


Fauzan Hamdi, ST., MT., IPM


A. BUNGA TONGENG .ST.,MT

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Pengairan




M. Agusalm, ST., MT

NBM : 947 993



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR

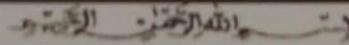
FAKULTAS TEKNIK

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>



PENGESAHAN

Skripsi atas nama **SATRIA DILAGA** dengan nomor induk Mahasiswa 105811115316 dan **YUDI HARDIANSYAH** dengan nomor induk Mahasiswa 105811105916, dinyatakan diterima dan disahkan oleh Panitia Ujian Tugas Akhir/Skripsi sesuai dengan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar Nomor : 401.05/A.4-11/TH/45/2023, sebagai salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Pengairan Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar pada hari Selasa tanggal 29 Agustus 2023.

Panitia Ujian:

1. Pengawas Utama

- Rektor Universitas Muhammadiyah Makassar
Prof. Dr. H. Anang Asse, M. Ag.
- Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin
Prof. Dr. Eng. Muhammad Isran Ramli, ST., MT.

2. Penguji:

- Ketua : Dr. D. Nenny, ST., MT., IPM
- Sekretaris : Muh. Amir Zamuddin, ST., MT., IPM

3. Anggota: 1. Ir. Muhammad Sa'ifa'at S Kuba, ST., MT

2. Ir. M. Aguslim, ST., MT

3. Kasmawati, ST., MT

13 Safar 1445 H

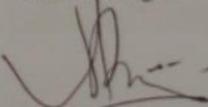
29 Agustus 2023 M

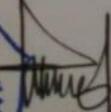
Mengetahui:

Pembimbing I


Fauzan Wandi, ST., MT., IPM

Pembimbing II


Andi Bunga Tongeng, ST., MT

Dekan Fakultas Teknik

Kasmawati, ST., MT., IPM



ABSTRAK

Spillway adalah struktur di bendungan yang dirancang untuk mengalirkan kelebihan air ke sungai bagian hilir yang terdiri dari 3 komponen utama yaitu mercu, saluran peluncur, dan peredam energi. Tujuan dari penelitian ini dilakukan untuk mengetahui tinggi muka air pada saluran peluncur bertangga maupun tidak bertangga dan untuk mengetahui jenis aliran yang terjadi pada peluncur bertangga dan tidak bertangga. Metode penelitian adalah eksperimen laboratorium dan data yang diperoleh berdasarkan hasil pengamatan yang dilakukan di laboratorium hidrolika universitas muhammadiyah makassar. Setelah melewati bangunan peluncur tinggi muka air pada peluncur bertangga bukaan ke 1 sebesar 2.7 cm, pada bukaan ke 2 sebesar 2.9 cm, pada bukaan ke 3 sebesar 2,9 cm. Tinggi muka air pada peluncur tidak bertangga pada bukaan ke 1 sebesar 3 cm, pada bukaan ke dua sebesar 3,5 cm, pada bukaan ke 3 sebesar 3.9 cm sehingga dapat disimpulkan bentuk bangunan peluncur berpengaruh terhadap tinggi muka air, dengan demikian tinggi muka air pada peluncur tidak bertangga lebih besar dari peluncur tidak bertangga. Setelah melewati bangunan peluncur bilangan reynold pada peluncur bertangga bukaan ke 1 sebesar 8301, pada bukaan ke 2 sebesar 8811, pada bukaan ke 3 sebesar 9061. Bilangan reynold pada peluncur tidak bertangga bukaan ke 1 sebesar 15.101, pada bukaan ke 2 sebesar 20.538, pada bukaan ke 3 sebesar 26.103 sehingga dapat disimpulkan jenis aliran setelah melewati peluncur bertangga Transisi dan jenis aliran setelah melewati peluncur tidak bertangga Turbulen

Kata Kunci: Debit Aliran, spillway, peluncur lurus dan bertangga, jenis aliran

ABSTRACT

Spillway is a structure in a dam designed to drain excess water into the downstream river which consists of 3 main components, namely a crest, launching channel, and energy damper. The purpose of this study was conducted to determine the water level in the stepped and non-stepped chutes and to determine the type of flow that occurs in the stepped and non-stepped chutes. The research method is a laboratory experiment and the data obtained is based on observations made at the hydraulics laboratory at the Muhammadiyah University, Makassar. After passing through the launcher building, the water level in the 1st aperture ladder launcher is 2.7 cm, 2.9 cm in the 2nd opening, 2.9 cm in the 3rd opening. The water level in the ladderless launcher at the 1st opening is 3 cm, at the second opening is 3.5 cm, at the 3rd opening is 3.9 cm so that it can be concluded that the shape of the launcher structure influences the water level, thus the water level at ladderless launcher is larger than ladderless launcher. After passing through the launcher building, the Reynolds number on the stepped launcher with the 1st opening is 8301, on the 2nd opening is 8811, on the 3rd opening is 9061. to 3 is 26,103 so that it can be concluded that the type of flow after passing through the Transition stepped launcher and the type of flow after passing through the Turbulent ladderless launcher

Keywords : Flow Discharge, spillway, straight and stepped sliders, types of flow

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah Rabbil Alamin, segala puji bagi ALLAH SWT karena berkat limpahan Rahmat, Taufik serta Hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Analisis Distribusi Debit Aliran Pada Bangunan Pelimpah Dengan Variasi Model Bangunan Peluncur”** sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana di Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar. Salam dan shalawat senantiasa tercurah kepada junjungan Nabi Besar Muhammad SAW sebagai suri tauladan untuk seluruh umat manusia.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa selesainya skripsi ini adalah berkat bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu dalam kesempatan ini, penulis menyampaikan terima kasih serta penghargaan yang setinggi-tingginya kepada :

1. Ibu Dr. Ir. Hj. Nurnawaty, ST., MT., IPM, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
2. Bapak M. Agussalim, ST., MT., selaku Ketua Prodi Teknik Pengairan Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
3. Bapak Muh. Amir Zainuddin, ST., MT., IPM, selaku Sekretaris Prodi Teknik Pengairan Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
4. Bapak Ir. Fauzan Hamdi, ST., MT. selaku Dosen Pembimbing Satu (1) dan Ibu Andi Bunga Tongeng, ST., MT. selaku Dosen Pembimbing Dua (2) yang banyak meluangkan waktu dalam membimbing kami.
5. Bapak dan Ibu Dosen serta para staf administrasi pada Prodi Teknik

Pengairan Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.

6. Saudara/saudari kami di Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Pengairan yang banyak membantu dalam penyusunan skripsi ini yang selalu *support* kami.
7. Kedua Orang Tua kami, yang selalu memberi dukungan secara moral maupun material dan doa kepada kami.

Serta semua pihak yang telah membantu kami. Selaku manusia biasa tentunya kami tak luput dari kesalahan. Oleh karena itu, saran dan kritik yang konstruktif sangat diharapkan demi penyempurnaan skripsi ini.

“Billahi Fii Sabilil Haq Fastabiqul Khaerat”.

Makassar, April 2023

Penulis



DAFTAR ISI

ABSTRAK.....	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	viii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah.....	2
C. Tujuan Penelitian.....	2
D. Manfaat Penelitian.....	2
E. Batasan Penelitian.....	2
F. Sistematika Penulisan.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
A. Saluran Terbuka.....	5
B. Spillway.....	7
C. Jenis Bangunan Peluncur.....	9
D. Konsep Dasar Aliran.....	11
E. Distribusi Kecepatan.....	17
F. Penelitian yang Relevan.....	23
G. Flowchart.....	25
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	26
A. Lokasi Penelitian.....	26
B. Jenis Penelitian dan Sumber Data.....	26

C. Alat dan Bahan yang Digunakan	26
D. Desain Penelitian	28
E. Metode Pengambilan Data.....	29
F. Metode Analisa Data	29
G. Variabel yang Diteliti	30
H. Prosedur Penelitian	30
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	32
1. Perhitungan Debit Aliran.....	32
2. Perhitungan Tinggi Muka Air.....	34
3. Perhitungan Bilangan Froude	38
4. Perhitungan Bilangan Renold.....	42
BAB V PENUTUP	47
A. Kesimpulan.....	47
B. Saran	47
DAFTAR PUSTAKA.....	49



DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel 1.	Kekentalan kinematik	15
Tabel 2.	Hasil perhitungan debit aliran	34
Tabel 3.	Tinggi muka air peluncur bertangga	34
Tabel 4.	Tinggi muka air peluncur tidak bertangga	35
Tabel 5.	Bilangan froude peluncur bertangga	38
Tabel 6.	Bilangan froude peluncur tidak bertangga	39
Tabel 7.	Perhitungan bilangan reynold peluncur bertangga.....	40
Tabel 8.	Bilangan reynold peluncur tidak bertangga	44



DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1.	Pergerakan aliran di saluran terbuka..... 17
Gambar 2.	Distribusi kecepatan aliran saluran terbuka 17
Gambar 3.	Distribusi kecepatan aliran..... 18
Gambar 4.	Pola perjalanan gelombang disaluran terbuka 23
Gambar 5.	Flowchart 25
Gambar 6.	Flume 27
Gambar 7.	Peluncur Bertangga..... 27
Gambar 8.	Pintu Thomson..... 28
Gambar 9.	Saluran Peluncur Bertangga 28
Gambar 10.	Saluran Peluncur tidak Bertangga 29
Gambar 11.	Grafik hubungan tinggi muka air dan debit aliran peluncur bertangga.. 35
Gambar 12.	Grafik hubungan tinggi muka air dan debit peluncur tidak bertangga 36
Gambar 13.	Grafik perbandingan antara tinggi muka air aliran peluncur bertangga dan peluncur tidak bertangga..... 37
Gambar 14.	Grafik hubungan debit aliran dan bilangan Froude peluncur bertangga 39
Gambar 15.	Grafik hubungan antara debit aliran dan bilangan Froude peluncur tidak bertangga 40
Gambar 16.	Grafik perbandingan antara bilangan froude peluncur bertangga dan tidak bertangga..... 41
Gambar 17.	Grafik hubungan debit aliran dan bilangan reynold peluncur bertangga 43
Gambar 18.	Grafik hubungan antara debit aliran dan bilangan reynold

peluncur tidak bertangga 44

Gambar 19. Grafik perbandingan reynold peluncu bertangga dan tidak bertangga... 45



BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Spillway adalah struktur sekunder bendungan yang dirancang untuk mengalirkan kelebihan air ke hilir ke sungai. Overflow terdiri dari tiga komponen utama, yaitu: mercusuar, bangunan luncur dan peredam energi. mercusuar terletak di atas saluran pembuangan dan memiliki tugas mengalirkan air di saluran pembuangan. Struktur perosotan mengatur luapan di bagian atas, sehingga air mengalir dengan lancar tanpa hambatan hidrolis. Fungsi penyerap energi adalah mereduksi energi air yang mengalir melalui talang agar kebocoran tidak menimbulkan korosi dan struktur tetap stabil. Overflow diklasifikasikan sebagai head drain yang tinggi. Kemiringan dasarnya curam, sehingga air mengalir sangat deras. Ini meningkatkan aliran energi, menciptakan gelembung air yang dapat menyebabkan erosi pada struktur. Selain itu, adanya udara di sungai meningkatkan laju aliran, menyebabkan aliran meluap ke dinding samping longsor.

Aliran energi yang tinggi juga berpotensi menimbulkan korosi pada lantai bangunan setelah pembuangan, sehingga desain saluran air biasanya dibuat dengan cara yang berbeda. Oleh karena itu, banyak penelitian yang sedang dikembangkan untuk mendapatkan kendaraan peluncur alternatif melalui modifikasi geometrik spillway. Gagasan di balik variasi ini adalah untuk mencapai disipasi energi secara bertahap dalam bentuk tangga yang membentang di sepanjang dasar saluran berundak. Keuntungan dari saluran bertingkat adalah kesederhanaan konstruksi, pengurangan potensi risiko kavitasasi dan ukuran bak olak di kaki hulu saluran.

Berdasarkan latar belakang, kami akan membandingkan performa model variasi pada saluran pelimpah terhadap model eksperimen laboratorium ditinjau

dari profil muka air, kecepatan aliran, dan penampang pelimpah. Dan selanjutnya kami tuangkan dalam karya tulis ilmiah sebagai tugas akhir dengan judul “Analisis Distribusi Kecepatan Aliran Pada Bangunan Pelimpah Dengan Variasi Model Bangunan Peluncur”.

B. Rumusan Masalah

Dari uraian latar belakang diatas, dapat dipertegas permasalahan ilmiah yang mendasari penelitian ini:

1. Bagaimana tinggi muka air yang terjadi pada pelimpah bentuk peluncur bertangga dan pelimpah bentuk peluncur tidak bertangga ?
2. Bagaimana jenis aliran yang terjadi pada pelimpah bentuk peluncur bertangga dan pelimpah bentuk peluncur tidak bertangga?

C. Tujuan Penelitian

Dengan mengacu pada rumusan masalah tersebut, maka adapun tujuan yang akan dicapai adalah:

1. Untuk mengetahui bagaimana pengaruh model bangunan peluncur bertangga dan peluncur tidak bertangga terhadap tinggi muka air.
2. Untuk menganalisis jenis aliran yang terjadi pada saluran pelimpah dengan model bangunan peluncur bertangga dan tidak bertangga

D. Manfaat Penelitian

Sebagai hakikat dari suatu penelitian yang senantiasa diharapkan dapat memberikan kegunaan atau manfaat baik secara langsung maupun tidak langsung, maka penelitian ini juga diharapkan dapat memberi manfaat sebagai berikut:

1. Sebagai bahan referensi untuk membuat model bangunan peluncur.

2. Menjadi bahan informasi mengenai pengaruh spillway dengan model bangunan peluncur bertangga dan tidak bertangga terhadap kecepatan aliran.

E. Batasan Penelitian

Batasan masalah dalam penelitian analisis distribusi kecepatan aliran pada bangunan pelimpah dengan variasi model peluncur adalah:

1. Penelitian ini merupakan simulasi laboratorium, bukan percobaan lapangan.
2. Peluncur yang digunakan yaitu peluncur bertangga dan tidak bertangga
3. Penelitian dilakukan dengan menggunakan Open Flume yang menjadi model saluran air, dengan menggunakan model spillway dari bahan Fiber Glass.
4. Model stepped chutes dibuat dengan lebar 11 cm karena untuk meningkatkan tinggi muka air sedangkan tinggi anak tangga 3,5 cm.
5. Kavitasi diabaikan.
6. Hasil pengukuran kecepatan oleh flow meter

F. Sistematika Penulisan

Dalam penulisan penelitian ini dilakukan secara sistematis untuk memudahkan dalam menganalisis, dimana sistematika penulisan adalah sebagai berikut :

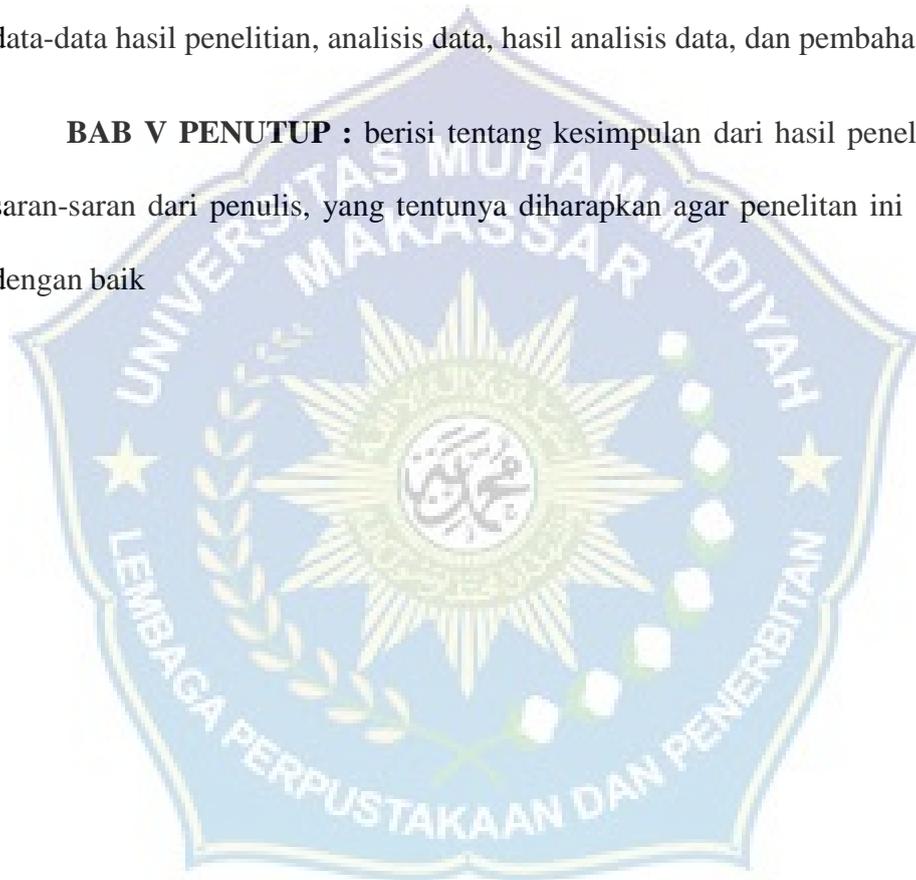
BAB I PENDAHULUAN : Bab ini berisi tentang latar belakang, rumusan masalah, maksud dan tujuan penelitian, manfaat penelitian penelitian dan batasan masalah.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA : yang berisi kajian literatur yang berhubungan dengan masalah yang dikaji dalam penelitian ini.

BAB III METODELOGI PENELITIAN : yang menguraikan waktu dan lokasi penelitian, langkah-langkah atau prosedur pengambilan, pengolahan data hasil penelitian, dan flow chart penelitian.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN : merupakan bab yang menyajikan data-data hasil penelitian, analisis data, hasil analisis data, dan pembahasan.

BAB V PENUTUP : berisi tentang kesimpulan dari hasil penelitian, serta saran-saran dari penulis, yang tentunya diharapkan agar penelitian ini terangkum dengan baik



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Saluran Terbuka

1. Pengertian Saluran Terbuka

Saluran terbuka adalah saluran alami atau buatan dengan permukaan air bebas. Pada semua titik di sepanjang saluran memiliki tekanan permukaan air yang sama, Biasanya tekanan atmosfer. Pengaliran melalui saluran tertutup (pipa) yang tidak penuh (masih terdapat muka air bebas) masih tergolong aliran melalui saluran terbuka. Oleh karena aliran pada saluran terbuka harus memiliki muka air bebas, maka aliran ini biasanya berhubungan dengan cairan, umumnya adalah air. (Triatmodjo, 2011), Selain itu, masalah teknis yang terkait dengan aliran mungkin tidak dapat diselesaikan melalui analisis, sehingga saluran atau alat peraga harus dibuat untuk observasi. Saluran ini memiliki geometri yang sama dengan masalah yang diselidiki, tetapi dengan dimensi yang lebih kecil daripada yang ada di lapangan.

Menurut Triatmodjo (2011) saluran diklasifikasikan menjadi dua jenis yaitu saluran alami dan saluran buatan. Saluran alami adalah saluran yang terbentuk tanpa campur tangan manusia dimana semua alur aliran terbentuk secara alami, dimana air mengalir dari hulu ke hilir

Menurut (Edy Harseno, 2007) saluran terbuka merupakan saluran dimana air mengalir dengan muka air bebas pada semua titik di sepanjang saluran, tekanan dipermukaan air adalah sama. Pada saluran terbuka, parameter saluran sangat tidak teratur baik terhadap ruang dan waktu. Parameter tersebut merupakan

kekasaran, tampang melintang saluran, belokan, pembendungan, kemiringan, debit aliran dan sebagainya. Ketidakteraturan tersebut mengakibatkan analisis aliran sangat sulit untuk diselesaikan secara analisis. Oleh sebab itu, dibutuhkan pembendungan disaluran yang menjadi suatu peralihan yang berfungsi untuk mengetahui tinggi muka air disepanjang saluran.

Saluran terbuka dibedakan menjadi dua macam, yaitu saluran alam dan saluran buatan.

1. Saluran Alam

Mengindikasikan bahwa semua saluran terbentuk melalui proses alamiah dan tidak mengalami perubahan berarti oleh manusia. Saluran yang termasuk dalam jenis ini adalah sungai-sungai besar maupun kecil, saluran besar maupun kecil, dan muara- muara sungai yang dipengaruhi oleh pasang surut air laut. Sifat geometrik saluran alam umumnya tidak beraturan sehingga harus dilakukan pengamatan atau pengukuran yang nyata dan dibutuhkan pengalaman sedemikian rupa sehingga kondisi dari situasi pada saluran-saluran alam tersebut dapat diketahui.

2. Saluran Buatan

Saluran buatan adalah saluran yang dibuat dan dirancang untuk digunakan sesuai dengan konteks pemanfaatannya, seperti saluran irigasi, transportasi dan pembangkit listrik tenaga air, saluran drainase saluran industri, dll. Termasuk model saluran yang dibuat dilaboratorium untuk tujuan penelitian. Karakteristik hidraulik dari saluran tersebut dapat disesuaikan secara individual atau dirancang untuk memenuhi persyaratan khusus. Oleh karena itu, penerapan teori hidrolis pada saluran air buatan dapat membuahkan hasil yang sesuai dengan kondisi sesungguhnya dan cukup teliti untuk tujuan desain praktis.

2. Unsur-Unsur Geometri Saluran

Menurut Triatmodjo (2011), elemen geometri saluran merupakan fitur aliran yang dapat sepenuhnya digambarkan oleh geometri dan kedalaman penampang aliran. Elemen ini sangat penting dan sering digunakan dalam perhitungan aliran. Bentuk profil standar sederhana dapat dijelaskan secara matematis dalam hal kedalaman aliran dan dimensi profil lainnya. Namun, untuk penampang saluran yang kompleks dan alami, tidak ada rumus khusus untuk menyatakan elemen-elemen ini, kecuali kurva yang menggambarkan hubungan antara elemen dan tinggi aliran untuk perhitungan hidrolis.

Profil saluran buatan biasanya dirancang dengan penampang saluran berdasarkan bentuk geometris umum. Profil saluran alami biasanya tidak beraturan dan biasanya menunjukkan banyak deformasi, seperti bentuk trapesium dan parabola. Penampang saluran adalah penampang saluran yang tegak lurus terhadap arah aliran, sedangkan penampang saluran vertikal adalah penampang saluran vertikal yang melalui titik nadir atau titik terdalam penampang tersebut. Oleh karena itu, geser vertikal selalu ada dalam saluran profil horizontal.

B. Spillway

Pelimpah merupakan salah satu bagian utama bendungan yang fungsinya untuk membuang kelebihan air agar bendungan tidak meluap. Paraset terdiri dari tiga komponen utama, yaitu rentetan, paraset peluncuran dan penyerap energi.

Bagian atas bendungan adalah bagian yang fungsinya untuk mengalirkan air ke bangunan peluncuran. Fungsi bangunan jet adalah untuk mengatur aliran air pada tulang belakang agar dapat mengalir dengan lancar tanpa gangguan hidrolis. Pada saat yang sama, bendungan energi berfungsi untuk meredam energi yang turun dari bangunan peluncuran agar bendungan tidak rusak dan struktur tetap

stabil (Linda Wahyuningsih, 2014). Karena air yang meluap melalui saluran luapan memiliki kecepatan yang tinggi, laju aliran harus dikurangi sebelum masuk ke saluran masuk. Selain itu, perubahan saluran dasar dapat menghasilkan banyak energi. Hal ini sangat mempengaruhi kekuatan struktur bendungan. Oleh karena itu, diperlukan struktur alternatif yang dapat mereduksi energi aliran air yang berasal dari puncak bendungan sebelum mengenai bangunan yang menyerap energi tersebut (Nuraini, 2012).

Disipasi energi ini dapat dicapai dengan pelepasan bertahap sebelum mencapai penyerap energi, yaitu pelepasan bertahap/bertahap. Saluran ini merupakan konversi saluran geser yang dilakukan secara bertahap dari bagian atas pipa saluran ke bagian bawah saluran saluran (Linda Wahyuningsih, 2014).

1. Jenis-Jenis Spillway

Berbagai jenis luapan layanan yang umum digunakan dijelaskan secara singkat di bawah ini (Linda Wahyuningsih, 2014).

- a. Ambang luapan halaman (jenis luapan halaman). Saluran sering ditemukan di bendungan beton yang mengisi bendungan dengan beratnya sendiri. Hal ini harus disesuaikan dengan topografi setempat sehingga saluran pembuangan dapat ditempatkan di tanah asli dengan cara yang stabil dan bebas erosi.
- b. Ambang luapan berada di tengah (middle overflow). Saluran ini umumnya ditemukan di tanggul beton melengkung dan tanggul beton bobot mati. Contohnya Bendungan Okutadam yang luapannya mencapai $1500 \text{ m}^3/\text{s}$
- c. Ambang luapan setengah lingkaran (tipe luapan setengah lingkaran). Serupa dengan luapan U, ambang luapan harus diperpanjang dan kapasitas pengurasan ditingkatkan
- d. Kusen luapan lebih dari satu lengkungan (jenis luapan paruh bebek). Ada

beberapa tikungan arus di sini dan aliran air dikumpulkan dalam saluran melingkar dan dibuang melalui terowongan. Bentuk limpahan ini bagus, tetapi metode ini hanya efektif bila laju aliran rendah. Karena dengan aliran air yang tinggi, struktur menjadi berat dan tidak ekonomis

- e. Ambang batas luapan menara (tipe luapan menara). Tipe ini digunakan di Indonesia yaitu Bendungan Ir.H.Djuanda dengan kapasitas debit 3000 m^3/s
- f. Ambang batas tumpahan berbentuk U Diproduksi dalam bentuk U, yang tujuannya adalah untuk memperpanjang ambang batas tumpahan agar kinerja drainase tinggi.
- g. Pintu Masuk Glory Holedrop. Tipe ini merupakan tower/cerobong yang sangat efektif untuk bendungan yang tidak memiliki cukup ruang untuk tipe luapan lainnya. Tipe ini digunakan di bendungan Cachoira dan Grainha di Brazil

C. Jenis Bangunan Peluncur

1. Peluncur Lurus

Setelah merencanakan saluran luapan antara ketinggian punggungan dan pelat energi, saluran banjir disusun. Fungsi saluran ini untuk mengatur aliran air yang melimpah di punggungan dan dapat mengalir dengan lancar tanpa hambatan hidrolis.

Saluran pelimpah lurus adalah saluran dimana drainase dari reservoir mengalir melalui saluran terbuka ke bagian hilir sungai. Biasanya berada pada tumpuan yang tidak jauh dari bendungan atau dipisahkan dari lokasi struktur bendungan dengan pelana. Spillway ini umumnya terdiri dari saluran masuk, saluran kontrol, saluran pembuangan, saluran terminal, dan saluran keluar.

Kemiringan bangunan pelimpah dirancang sedemikian rupa sehingga aliran selalu superkritis. Peredam energi harus dibangun pada pelimpah lurus

agar energy dari locatan air dibawah mercu dapat diredam.

2. Saluran Peluncur Bertangga

Pelimpah luncur bertangga adalah pelimpah yang bagian saluran curamnya dibangun serangkaian anak tangga dengan ukuran tertentu. Pelimpah bertanggampu meredam energy air, hal ini disebabkan oleh efek anak tangga yang mampu meredam kecepatan (Nuraini, 2012).

Stepped chutes mempunyai keuntungan antara lain :

1. Dapat mengurangi energi pada hilir bendung.
2. Dapat digunakan pada daerah yang mempunyai kemiringan curam.

Pada pelimpah luncur bertangga, aliran terbagi menjadi dua jenis, yaitu aliran skimming dan aliran nappe. Dalam teknik hidrolik, nappe adalah lembaran atau tirai air yang mengalir di atas bendung atau bendungan. Redaman energi aliran di langit-langit didasarkan pada pelepasan udara berlebih yang mengalir dari kutub tinggi ke sisi bawah dengan kecepatan aliran yang relatif rendah dan sudut sapuan yang relatif rendah. Di sisi lain, redaman energi redaman terjadi karena geseran fluida. Pergeseran menyebabkan cairan yang terperangkap di antara tahapan bersirkulasi berulang kali, di mana aliran utama meninggalkan punggung luapan bertahap (Chanson, 1994). Dalam aliran nappe, air mengalami jatuh bebas. Disetiap anak tangga, air mengalami penurunan bebas sebelum mencapai anak tangga selanjutnya sedangkan aliran skimming mempunyai ciri dengan adanya peredam menyeluruh dari anak tangga yang membentuk spillway.

Aliran pada peluncur bertangga, Pada saat terjadi debit yang kecil, aliran nappe akan terbentuk, sedangkan pada debit yang besar aliran menjadi aliran skimming. Demi keamanan, kondisi aliran pada transisi aliran nappe-skimming

harus dihindari. Mengabaikan efek terbawanya udara. Untuk analisis data meliputi (Chanson 1944) :

- a. Angka froude tidak memiliki pengaruh terhadap ketahanan aliran.
- b. Tarikan permukaan tidak tidak berpengaruh pada kemiringan anak tangga. Gesekan permukaan mungkin memiliki efek terhadap kemiringan pada anak tangga datar, tetapi diperlukan data tambahan untuk menerima atau menolak poin ini.
- c. Bilangan reynold tidak mempengaruhi ketahanan aliran untuk aliran turbulensi superkritis

D. Konsep Dasar Aliran

aliran pada saluran terbuka merupakan aliran yang mempunyai permukaan air bebas. Permukaan air bebas tersebut merupakan pertemuan dua fluida dengan kerapatan yang berbeda. Biasanya pada saluran terbuka fluida itu adalah air dan udara dimana kerapatan air jauh lebih besar dari kerapatan udara (Robert J. Kodoatie, 2002)

Gerakan air pada saluran terbuka berdasarkan efek dari distribusi tekanan didalam air dan gravitasi bumi umumnya bersifat hidrostatis. Distribusi tekanan bersifat hidrostatis disebabkan kuantitasnya bergantung pada kedalaman dan berat jenis aliran. Karena jenis aliran diasumsikan tetap, maka tekanan hanya bergantung pada kedalaman, dimana tekanan air semakin besar jika semakin dalam, namun pada beberapa kondisi dapat ditemukan distribusi tekanan yang tidak hidrostatis.

Dalam mekanika fluida, aliran fluida, khususnya air, diklasifikasikan menjadi tiga bagian berdasarkan perbandingan gaya inersia dan gaya viskos, yaitu aliran turbulen, aliran laminar, dan aliran transisi. Angka Reynolds adalah variabel

yang digunakan dalam klasifikasi ini (Lucio Canonica, 2013)

1. Karakteristik Aliran

Keadaan biofisik setiap saluran terbuka memiliki karakteristik tertentu yang menggambarkan kemungkinan tingkat dan kepekaan saluran tersebut. Pengumpulan data fisik yang mengidentifikasi beberapa faktor dominan di kawasan menggambarkan karakteristik alur

(Chou, 1991). Karakteristik aliran adalah deskripsi akurat tentang aliran yang dicirikan oleh parameter yang terkait dengan tanah, geologi, topografi, hidrologi, penggunaan lahan, vegetasi, dan manusia. Aliran saluran terbuka adalah aliran dengan permukaan air bebas. Permukaan bebas adalah tempat dua cairan dengan kepadatan berbeda bertemu. Secara umum, dua cairan yang memiliki perbedaan saluran terbuka adalah air dan udara, dan kerapatan udara jauh lebih rendah daripada kerapatan air.

Selain itu, pergerakan air di saluran terbuka biasanya bersifat hidrostatis karena pengaruh gravitasi yang mendistribusikan tekanan di dalam air, karena volumenya bergantung pada kerapatan aliran di kedalaman, dan tekanan hanya bergantung pada kedalaman. Karena berat jenis aliran dapat diasumsikan konstan, tekanan hanya bergantung pada kedalaman. Semakin dalam tekanannya, semakin besar, tetapi dalam kondisi tertentu distribusi tekanan non-hidrostatik dapat ditemukan (Chow 1991)

Aliran laminar merupakan karakteristik aliran yang cocok untuk pengendapan partikel sedimen karena kecepatannya yang lambat. Ada banyak cara untuk mencapai pola aliran ini, yang dikenal sebagai plug flow, seperti: B. mendesain inlet dan outlet (Pearson et al., 1995), mencegah pembentukan gelombang permukaan dengan meminimalkan angin (Kim dan Kim, 2000). ,

dengan sekat/bulk (Muttamara dan Puetpaibon, 1997)

2. Tipe Aliran

Aliran arus dapat diklasifikasikan menurut berbagai kriteria. Salah satu kriteria terpenting adalah variasi kedalaman aliran (h) dengan waktu (t) dan tempat (s). (Triatmodjo, 2011)

a) Jenis sungai menurut kriteria waktu (Triatmodjo, 2011)

- 1) Aliran mantap, yaitu. H . ketika kedalaman air (h) tidak berubah terhadap waktu atau diasumsikan konstan sepanjang periode. Ini berarti bahwa kecepatan di suatu titik tidak berubah sepanjang waktu dan semua variabel sepanjang garis adalah sama.
- 2) Aliran tidak tetap/tidak menentu (unsteady flow) ketika kedalaman air (h) berubah terhadap waktu dan kecepatan berubah terhadap waktu. Aliran ini dapat dibagi menjadi dua bagian, yaitu aliran tunak tak seragam dan aliran fluktuatif tak seragam. Aliran ini jarang terjadi.
- 3) Aliran homogen/seragam, yaitu. H . ketika semua variabel seperti luas permukaan, debit dan kedalaman konstan dalam saluran yang sama.
- 4) Aliran tidak rata/tidak seragam, yaitu. H . aliran variabel sepanjang saluran menurut permukaan, kedalaman dan debit, terdiri dari: Arus stabil berubah dengan cepat (arus berubah dengan cepat) dan arus terus berubah secara perlahan (arus berubah secara bertahap).

b. Jenis aliran berdasarkan waktu dan tempat (Triatmodjo, 2011)

- 1) Aliran homogen/seragam, yaitu. H . semua kuantitas seperti luas penampang, kedalaman dan debit tetap sepanjang saluran yang sama.

Aliran ini dibagi menjadi dua bagian:

- a. Arus konstan konstan adalah arus konstan yang tidak berubah terhadap waktu.
 - b. Aliran tak tunak adalah aliran yang dapat berubah sewaktu-waktu ketika tinggi muka air bervariasi dari waktu ke waktu tetapi tetap sejajar dengan dasar saluran.
- 2) Aliran heterogen/tidak seragam, yaitu aliran yang semua variabel seperti luas penampang, kedalaman dan debit berubah sepanjang dasar sungai. Aliran ini sering disebut dengan aliran variabel yaitu; Arus berubah secara perlahan (gradually changing current) dan arus berubah secara tiba-tiba.
- 3) Aliran Steady dan Unsteady (Triatmodjo, 2011)

Jika laju aliran pada suatu titik tidak berubah terhadap waktu, aliran dikatakan tunak/steady (steady flow), dan jika laju aliran pada suatu titik berubah terhadap waktu, aliran dikatakan unsteady (non-steady).

3. Sifat Aliran

Sifat aliran saluran terbuka pada dasarnya ditentukan oleh pengaruh viskositas dan pengaruh percepatan gravitasi terhadap gaya inersia aliran. Selain itu, jika aksi gaya inersia dan gaya kental dibandingkan, aliran dapat dibedakan menjadi aliran turbulen, aliran laminar, dan aliran transisi. Parameter yang digunakan sebagai dasar untuk membedakan sifat aliran adalah parameter tak berdimensi yang dikenal dengan bilangan Reynolds (Re), yaitu perbandingan (proporsi) gaya inersia terhadap gaya viskos per satuan volume (Soewarno, 1991).

a) Aliran laminar dan aliran turbulen

Jika aliran terlihat seperti pergerakan lapisan paralel atau serat tipis dan partikel cairan mengikuti jalur tertentu, maka aliran dikatakan laminar.

Sebaliknya, jika partikel cairan bergerak dengan cara yang tidak teratur secara spasial dan temporal, alirannya adalah turbulen (Fouz, 2001).

Pengaruh relatif dari gaya viskos dan gaya inersia menentukan kondisi aliran.

Jika gaya kental mendominasi, alirannya laminar dan jika gaya inersia mendominasi, alirannya turbulen. Hubungan antara gaya viskos dan gaya inersia dinyatakan dengan bilangan Reynolds (Re), yang didefinisikan sebagai (Fouz, 2001)

$$Re = V \cdot L \cdot \nu \dots\dots\dots (1)$$

Dengan V = kecepatan aliran (m/dtk)

L = panjang karakteristik (m), pada saluran muka air bebas

$L = R$

R = jari-jari hidrolis

ν = kekentalan kinematik (m^2/det)

Dimana kekentalan kinematik didefenisikan sebagai:

$$\nu = \frac{\mu}{\rho} \dots\dots\dots (2)$$

Dimana:

μ = kekentalan dinamik (kg/m.d)

ρ = kerapatan air (kg/m^3)

Tabel 1. Kekentalan Kinematik

Temperatur (°C)	Visikositas kinematik $10^2(cm^2/det)$
20	1.002
21	0.978
22	0.955
23	0.933
24	0.911
25	0.983
26	0.873
27	0.054
28	0.836

29	0.818
30	0.812

Sumber: Triatmodjo 2011

a. Sifat aliran berdasarkan pengaruh gaya kelembaman dengan gaya kekentalan yaitu (fouz infaz, 2001):

- 1) Aliran laminaer adalah aliran dimana gaya viskos relatif lebih besar daripada gaya inersia. Viskositas memiliki pengaruh besar terhadap karakteristik aliran. Pada aliran ini, partikel cair tampak bergerak secara teratur di sepanjang jalur tertentu
- 2) Aliran turbulen, yaitu ketika kecepatan aliran lebih besar dari viskositas, dalam hal ini partikel-partikel air bergerak menurut lintasan yang tidak tetap, tidak teratur dan tidak lancar meskipun partikel bergerak maju dalam kesatuan aliran secara keseluruhan
- 3) Aliran transisi, merupakan peralihan dari aliran laminar ke turbulen dengan viskosivitas sebanding dengan kecepatan. Klasifikasi aliran berdasarkan bilangan Reynolds dapat dibagi menjadi tiga kategori (French,1985):

$Re < 500$ Aliran laminar

$500 < Re < 12.500$ Aliran transisi

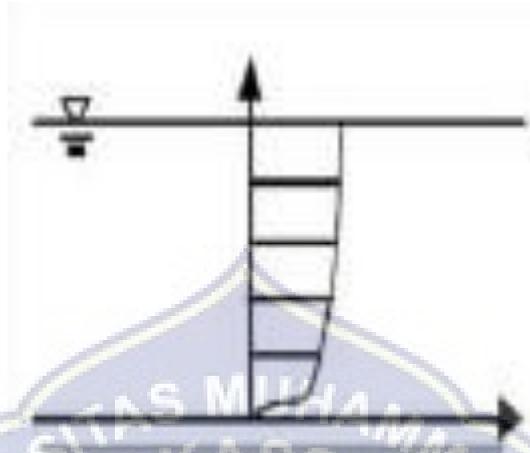
$Re > 12.500$ aliran turbulens

Aliran saluran terbuka umumnya tergolong turbulen karena memiliki

$Re > 12.500$

Pergerakan air pada saluran terbuka disebabkan oleh pengaruh gaya berat dan distribusi tekanan pada air hidrostatis, karena besarnya bergantung pada kedalaman dan berat jenis aliran, karena berat jenis aliran dapat dianggap konstan, maka tekanan hanya tergantung dari dalam. Semakin dalam tekanannya, semakin

besar. Namun, dalam kondisi tertentu, distribusi tekanan non-hidrostatik dapat terjadi .

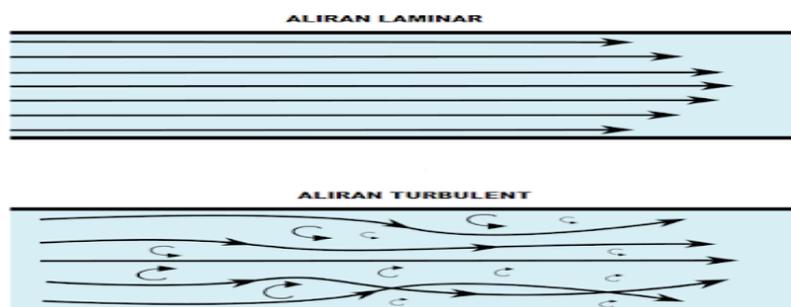


E. Distribusi kecepatan

Gambar 1. Pergerakan aliran di saluran terbuka

Hasil pengamatan terhadap saluran lebar menunjukkan bahwa distribusi kecepatan di tengah penampang adalah persis sama dengan saluran persegi panjang yang lebarnya tidak terhingga. Dengan kata lain, dibawah kondisi intepi saluran praktis tidak mempengaruhi distribusi kecepatan dibagian tengah dan aliran di bagian tengah dapat dianggap bersifat dua dimensi untuk analisis hidroliknya.

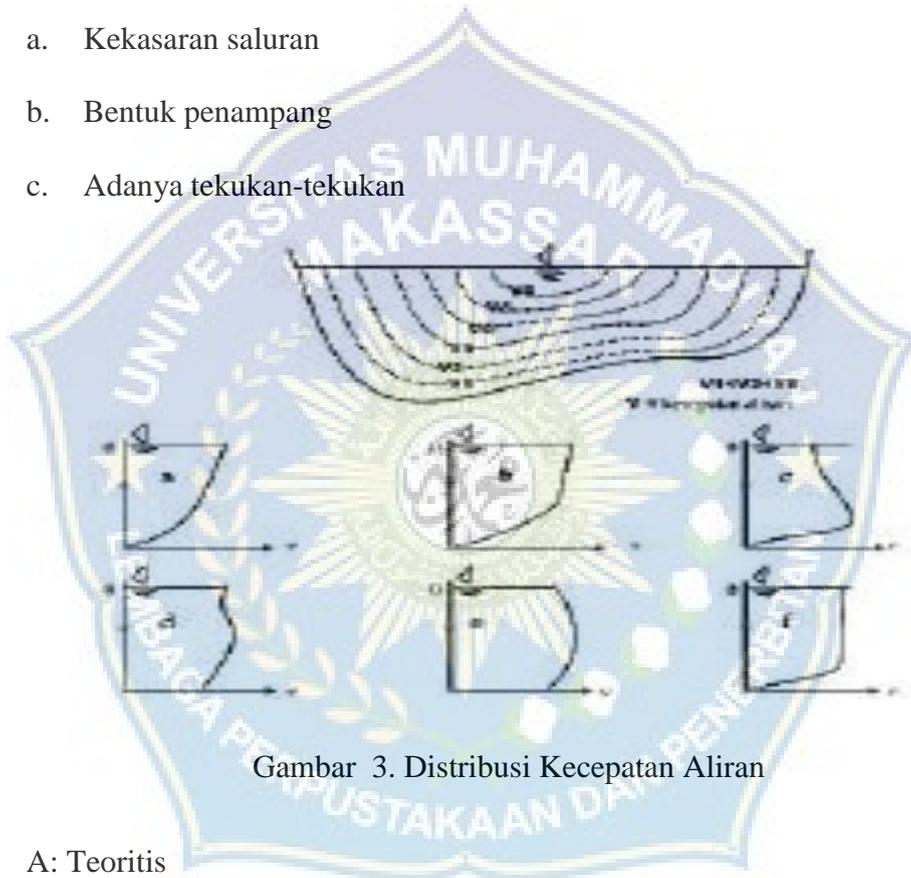
Kecepatan (v) adalah jarak yang ditempuh air dalam saluran per satuanKecepatan (v) adalah jarak yang ditempuh air dalam saluran per satuan waktu. Kecepatan (v) biasanya dinyatakan dalam satuan m/s. Kecepatan aliran dalam saluran tidak seragam.



Kecepatan maksimum aliran terjadi pada kisaran kedalaman 0.05 hingga 0.25. Semakin mendekati dasar saluran dan tepi saluran maka kecepatan aliran semakin mengecil. Distribusi kecepatan pada penampang saluran tergantung pada beberapa faktor seperti: tergantung pada beberapa faktor seperti:

Gambar 2. Distribusi kecepatan aliran saluran terbuka (zhou liu,2001)

- a. Kekasaran saluran
- b. Bentuk penampang
- c. Adanya tekukan-tekukan



Gambar 3. Distribusi Kecepatan Aliran

- A: Teoritis
- B: Dasar saluran kasar dan terdapat banyak tumbuhan
- C: Gangguan permukaan (sampah)
- D: Aliran cepat, aliran turbulen pada dasar
- E: Aliran lambat, dasar saluran halus
- F: Dasar saluran berbatu/kasar

1. Metode Pengukuran Kecepatan Aliran

Pengukuran debit aliran dikatakan secara tidak langsung apabila kecepatan aliran tidak diukur secara langsung, akan tetapi dihitung berdasarkan rumus hidrolis debit dengan persamaan manning, chezy, dan Darchy weisbach. Pada sungai- sungai yang besar, penggunaan alat ukur yang diterapkan di laboratorium menjadi tidak praktis dan pengukuran debit dilakukan dengan suatu alat pengukur kecepatan aliran yang disebut pengukur arus (Flow Meter). (Cahaya Yuni. S. D, 2012)

Pengukuran debit dapat dilakukan secara langsung dan tidak langsung. Pengukuran debit secara langsung adalah pengukuran yang dilakukan dengan menggunakan peralatan berupa pelampung, alat pengukur arus (flow meter), zat pewarna, dll. Debit hasil pengukuran dapat dihitung setelah pengukuran selesai dilakukan. Kecepatan aliran menggunakan alat flow meter dihitung berdasarkan jumlah putaran baling-baling per waktu putarannya ($N = \text{putaran}/dt$).

$$\text{Kecepatan aliran } V = aN + b \dots \dots \dots (3)$$

Dimana:

V = kecepatan aliran (m/dt)

ab = konstanta yang biasanya telah ditentukan oleh pabrik atau ditentukan dari kalibrasi setelah alat ukur arus digunakan sampai periode waktu tertentu

N = jumlah putaran (m/dt)

n = jumlah putaran alat

Untuk

$$N < 0.93 \quad V = 0.2491 N + 0.0171 \text{ m/dt}$$

$$N > 0.93 \quad V = 0.2583 N + 0.0086 \text{ m/dt}$$

pengukuran debit secara tidak langsung adalah pengukuran debit yang dilakukan dengan menggunakan rumus hidrolika misalnya Manning, Chezy dan Stickler

2. Debit

Debit aliran (Q) merupakan laju aliran air dalam bentuk volume yang melewati suatu penampang melintang per satuan waktu. Dalam sistem Satuan Internasional (SI) besarnya debit dinyatakan dalam satuan meter kubik per detik (m^3/dtk). Dalam laporan teknik, debit aliran biasanya ditunjukkan dalam bentuk hidrograf

A. Pengertian debit air sungai antara lain:

- a) Menurut Soemarto (1987) debit diartikan sebagai volume air yang mengalir persatuan waktu melalui suatu penampang melintang sungai, pelimpah, akuifer, pipa dan sebagainya. Untuk menentukan volume aliran atau perubahan- perubahannya dalam suatu DAS, diperlukan data debit. Data debit diperoleh dengan cara pengukuran langsung dan pengukuran tidak langsung yaitu dengan menggunakan liku kalibrasi. Menurut Sri Harto (2000) liku kalibrasi adalah hubungan grafis antara tinggi muka air dengan debit. Liku kalibrasi diperoleh dengan sejumlah pengukuran yang terencana dan mengkorelasikan dua variabel yaitu tinggi muka air dan debit dapat dilakukan dengan menghubungkan titik-titik pengukuran dengan garis lengkung diatas kertas logaritmik
- b) Dalam ilmu hidrologi dikemukakan debit air sungai adalah tinggi muka air yang terukur oleh alat ukur permukaan sungai. Pengukurannya dilakukan tiap hari. Atau dengan pengertian yang lain aliran sungai atau debit adalah laju aliran air dalam bentuk volume air yang melewati suatu

penampang melintang sungai per satuan waktu. Besarannya debit dinyatakan dalam satuan meter kubik per detik (m^3/dtk) dalam sistem satuan SI

- c) (Soedarsono dan K Takeda, 1989) debit air sungai adalah laju aliran air sungai yang melewati suatu penampang melintang dengan per satuan waktu. Besarannya debit dinyatakan dalam satuan meter kubik per detik (m^3/dtk).

Debit adalah jumlah air yang mengalir per satuan waktu. Dalam sistem satuan SI, meter kubik per detik (m^3/s) digunakan sebagai satuan debit. Dalam prakteknya, variasi kecepatan penampang sering diabaikan dan kecepatan aliran pada setiap titik penampang diasumsikan seragam, yang besarnya sama dengan kecepatan rata-rata V , sehingga kecepatan aliran adalah sebagai berikut (Buchanan TJ dan Somers WP, 1969):

$$Q = A \cdot V \dots\dots\dots(4)$$

Dimana:

Q = Debit pengaliran (m^3/dtk)

A = Luas penampang (m^2)

V = Kecepatan aliran (m/dtk)

Perhitungan debit aliran pintu thompson dengan menggunakan rumus: Sebagai berikut (A. Robiansyah dan wisardi, 2018):

$$Q = (815) cd1 \sqrt{2 x g} \cdot \frac{\theta}{2} \cdot H^{5/2} \dots\dots\dots(5)$$

$$Q = (815) 0,602 \sqrt{2 x 9.81} x \tan(45) \cdot H^{5/2} \text{ Maka:}$$

$$Q = 1,4174 x H^{5/2}$$

Dimana:

$Q = \text{Debit pengaliran (m}^3/\text{dtk)}$

$C_d = \text{Koefisien debit}$

$G = \text{Percepatan gravitasi (9,8 m/dtk}^2\text{)}$

$H_1 = \text{Tinggi muka air dasar}$

Menentukan kecepatan aliran dalam hitungan praktis, rumus yang digunakan adalah persamaan kontinuitas (Yuni. S.D.,2012):

$$V = Q \cdot A \dots\dots\dots (6)$$

Dimana:

$V = \text{kecepatan aliran (m/dt)}$

$Q = \text{debit (m}^3/\text{dtk)}$

$A = \text{luas penampang (m}^2\text{)}$

3. Aliran Subkritis, Kritis dan superkritis

Parameter yang digunakan untuk mendefinisikan aliran subkritis, kritis dan superkritis adalah parameter tak berdimensi yang dikenal dengan bilangan Froude (Fr), yaitu perbandingan antara gaya inersia dan gaya gravitasi, yang dirumuskan oleh (Fouz, Infas 2001:

$$Fr = V \sqrt{g \cdot h} \dots\dots\dots (6)$$

Dimana:

$Fr = \text{Angka froude}$

$v = \text{Kecepatan rata-rata aliran (m/det)}$ $h = \text{Kedalaman aliran (m)}$

$g = \text{Gaya gravitasi (m/det}^2\text{)}$

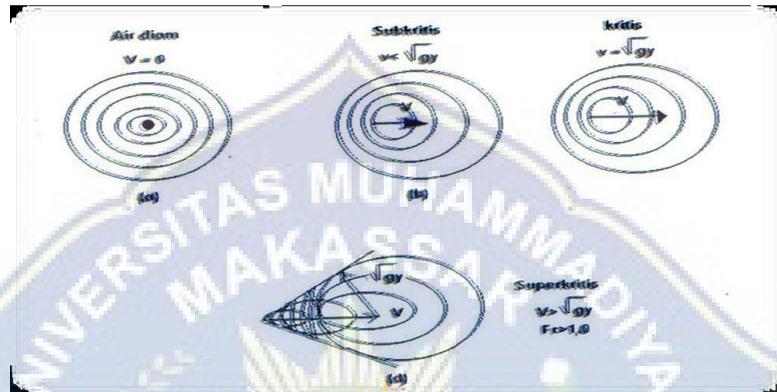
Sehingga:

1. Apabila $Fr = 1$, dimana kecepatan aliran sama dengan kecepatan

rambat gelombang maka aliran tersebut bersifat kritis

2. Apabila $Fr < 1$, dimana kecepatan aliran lebih kecil daripada kecepatan rambat gelombang maka aliran tersebut bersifat subkritis
3. Apabila $Fr > 1$, dimana kecepatan aliran lebih besar daripada rambat gelombang maka aliran tersebut bersifat superkritis.

Berikut gambar aliran subkritis, kritis, dan superkritis:



Gambar 4. Pola Perjalanan Gelombang Disaluran Terbuka (Bambang Triatmodjo 2008)

Tampilan menunjukkan saluran panjang dengan tiga jenis gradien. Subkritis, kritis dan superkritis. Dengan gradien subkritis (gambar a), permukaan air di zona transisi terlihat seperti gelombang. Arusnya merata di tengah saluran, tetapi kedua ujungnya bergoyang. Pada gradien kritis (Gambar b), permukaan air dari aliran kritis tersebut tidak stabil. Meskipun mungkin terdapat gelombang di tengah, kedalaman tengahnya konstan dan arus diasumsikan konstan. Dalam kasus gradien subkritis (Gbr. c), transisi permukaan dari subkritis ke superkritis terjadi setelah penurunan hidrolis.

F. Penelitian Yang Relevan

Penelitian yang relevan bertujuan untuk mendapatkan bahan perbandingan dan acuan. Selain itu, untuk menghindari anggapan persamaan dengan penelitian ini. Maka dalam kajian pustaka ini peneliti mencantumkan hasil-hasil penelitian

yang berkaitan dengan pokok permasalahan berikut:

a. Hasil penelitian Linda Wahyuningsih, dkk (2014)

Berdasarkan penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa pada debit $1078.368 \text{ cm}^3/\text{detik}$ tinggi energi pada pelimpah pelurus sebesar 4.674 dan pelimpah bertangga empat sebesar 3.923. sehingga dissipation energi yang terjadi adalah 19.05%. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui saluran alternative yang dapat menurunkan energy aliran air.

b. Hasil penelitian R.Susenatama Jatayu Paksi, dkk (2021)

Bedasarkan penelitian yang dilakukan disimpulkan bahwa terjadi aliran yang tidak seragam pada saluran transisi dan terjadi aliran super kritis pada saluran akhir setelah peredam energi.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kesesuaian hasil uji model fisik bendungan pomalaa terhadap kondisi hidrolika aliran original desain dengan perhitungan analistis.

c. Hasil penelitian Sam Sapriadi dan Marlina (2020)

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa karakteristik yang terdapat pada aliran lurus adalah aliran superkritis dan aliran transisi, sedangkan pada aliran berundak terdapat perbandingan 1: 1 dan 1: Dua karakteristik yang terjadi adalah aliran subkritis dan aliran turbulen. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membandingkan karakteristik aliran aktual dan kedalaman keausan pada perosotan lurus dan berundak setelah peredam USBR III. Penelitian ini menggunakan tiga time-varying dan tiga model overflow.

d. Hasil penelitian Restu Wigati dan Kiki Tri Prihartini (2012)

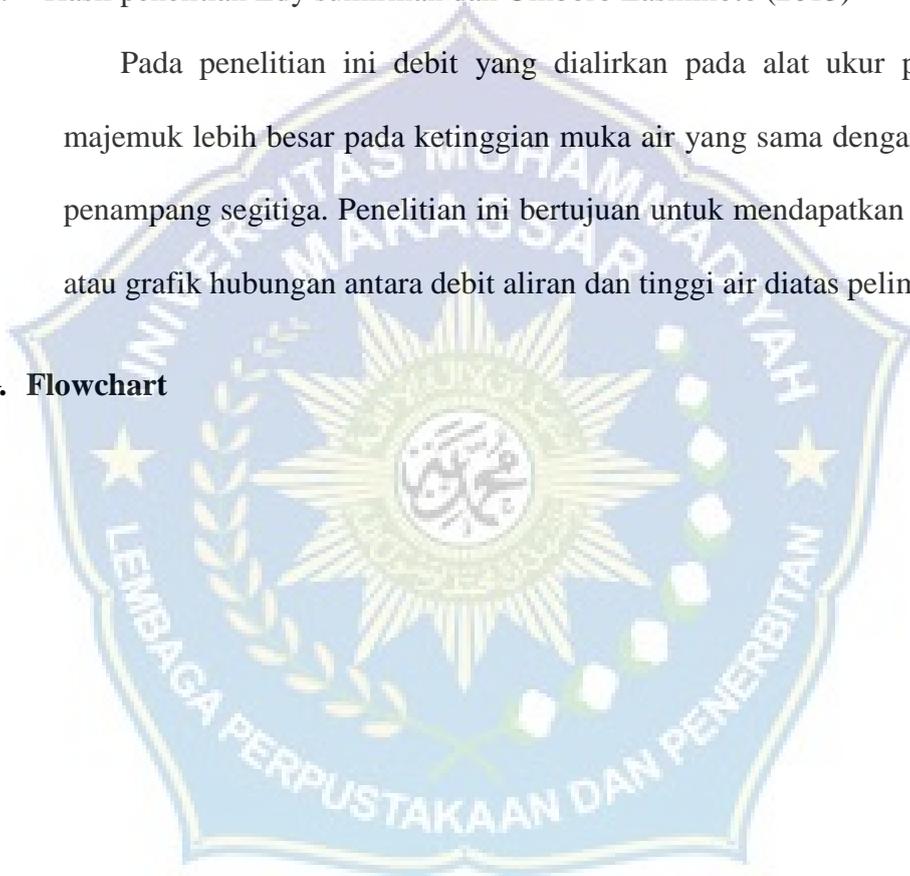
Pada penelitian ini kecepatan aliran di titik bagian hulu, diatas ambang

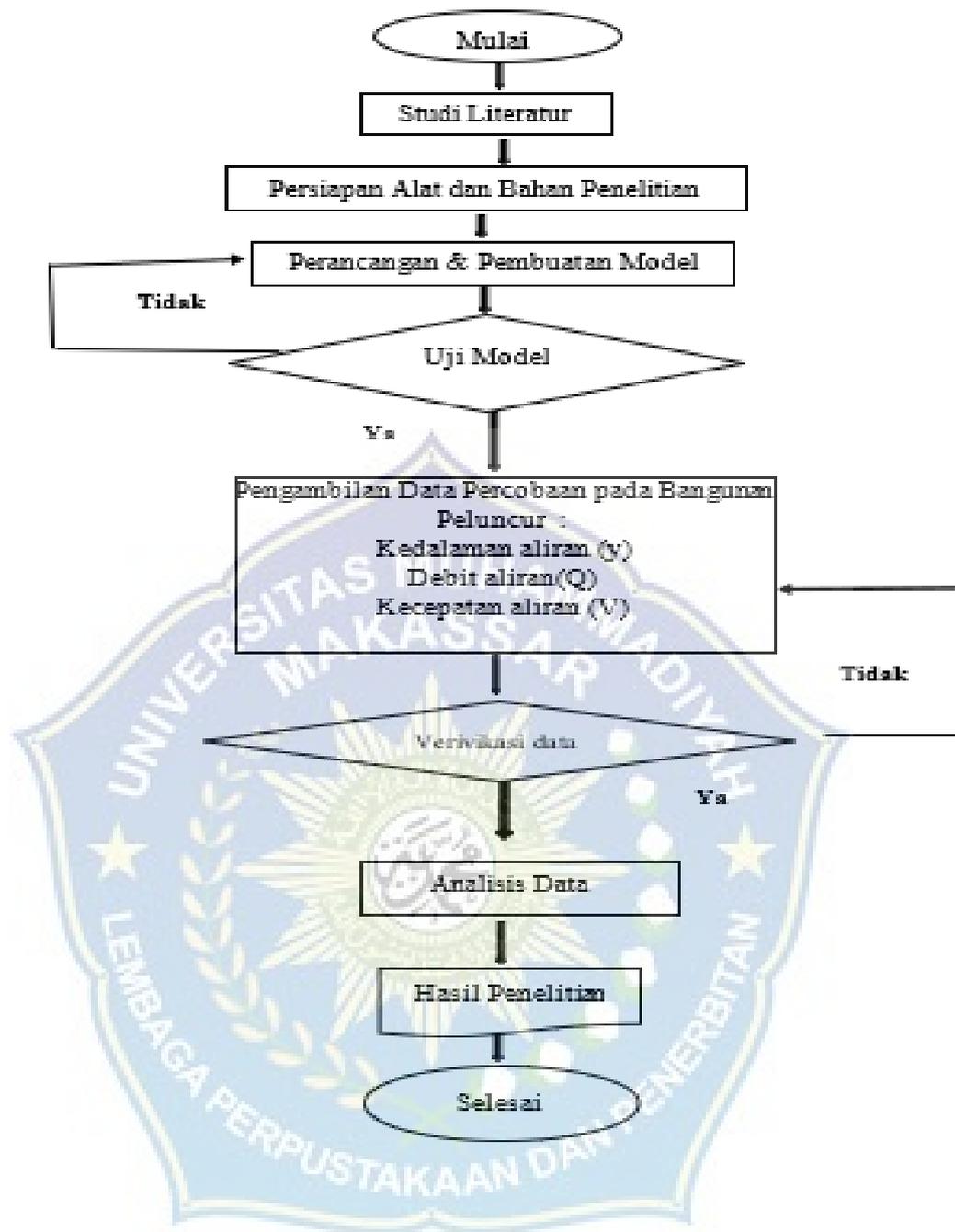
dan hilir mengalami perbedaan (kecepatan meningkat), karena ada energi potensial diatas ambang lebar dan hilir saluran sehingga kecepatan aliran meningkat. Hal ini terjadi karena ada perbedaan tinggi muka air di hulu, diatas ambang, dan hilir. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh kemiringan dasar saluran terhadap distribusi kecepatan dan debit aliran pada variasi ambang lebar.

e. Hasil penelitian Edy sumirman dan Umboro Lasminoto (2013)

Pada penelitian ini debit yang dialirkan pada alat ukur penampang majemuk lebih besar pada ketinggian muka air yang sama dengan alat ukur penampang segitiga. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan persamaan atau grafik hubungan antara debit aliran dan tinggi air diatas pelimpah

G. Flowchart





BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

A. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di laboratorium Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.

Dimana pengurusan administrasi dilakukan pada bulan pertama, persiapan dan

kajian literatur dilakukan pada bulan kedua, kemudian pembuatan model simulasi, pengambilan data, pengolahan dan analisa data dilakukan pada bulan selanjutnya

B. Jenis Penelitian dan Sumber Data

1. Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini adalah eksperimen laboratorium, dimana kondisi tersebut diatur dan dibuat sendiri oleh peneliti dengan mengacu pada literatur yang berkaitan dengan judul penelitian.

2. Sumber Data

Penelitian ini menggunakan dua sumber data yaitu data primer dan data sekunder.

- a. Data primer merupakan data yang diperoleh langsung dari simulasi model fisik di laboratorium
- b. Data sekunder merupakan data yang diperoleh literatur, hasil penelitian yang telah ada, baik yang dilakukan di laboratorium maupun ditempat lain yang relevan dengan distribusi kecepatan aliran

C. Alat Dan Bahan Yang Digunakan

Alat yang digunakan pada penelitian ini sebagai berikut:

- a. Meteran
- b. Alat tulis
- c. Gergaji
- d. Kamera
- e. Current meter
- f. Cutter
- g. Alkon



h. Flume



i. Peluncur bertangga

Bahan yang digunakan dalam percobaan ini yaitu :

1. Air tawar
2. Plastisin
3. fiber glass
4. Pipa

D. Desain Penelitian

Penelitian ini didesain dengan model laboratorium. Adapun pelaksanaannya adalah sebagai berikut:

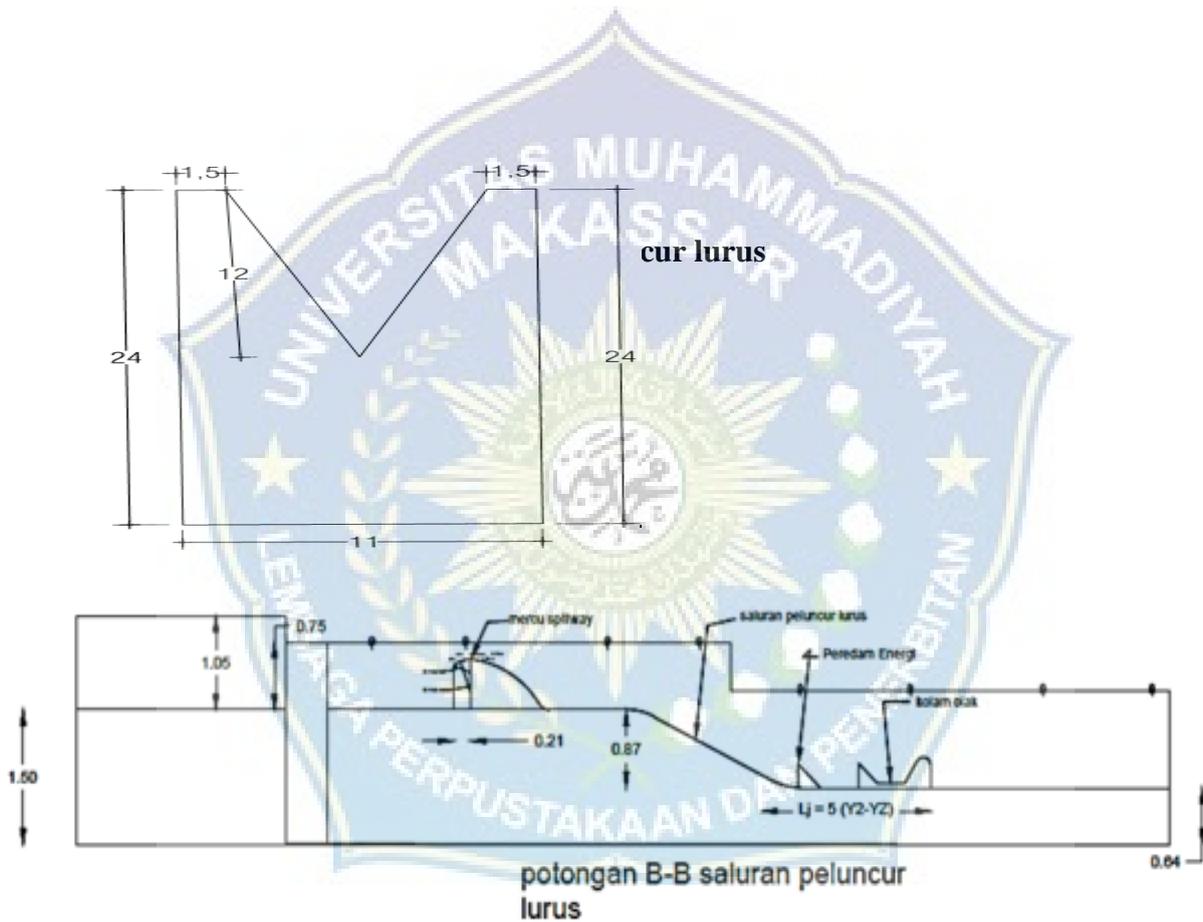
1. Uji laboratorium menggunakan flume

2. Sirkulasi aliran menggunakan pompa alkon
3. Menggunakan bak penampung yang dilengkapi dengan bak penenang aliran.

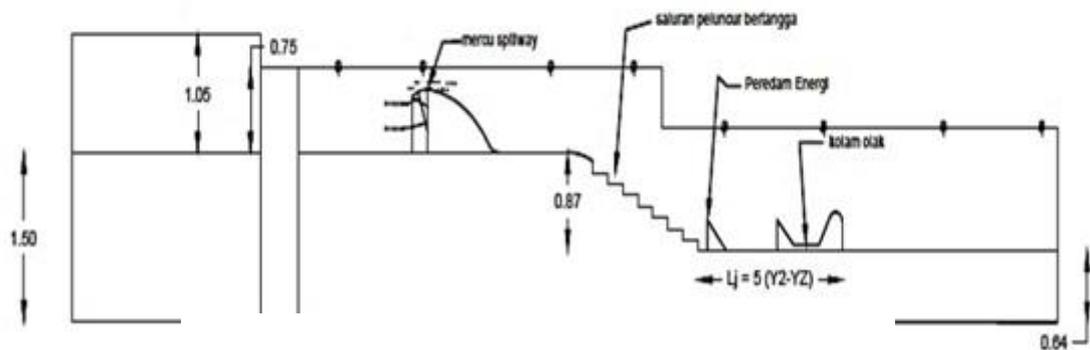
Sketsa Model Penelitian

a. Pintu Thompson

b. Peluncur Lurus



c. Peluncur Bertangga



Saluran peluncur bertangga

E. Metode Pengambilan Data

Dalam penelitian ini, pengambilan data dilakukan dalam dua kondisi, kondisi pertama pada saat running dan kondisi kedua pada saat section pengamatan. Kondisi setelah running dilakukan pengukuran kedalaman dihilir peredam energi.

F. Metode Analisa Data

Data hasil penelitian diolah sesuai dengan maksud dan tujuan penelitian. Informasi yang diolah adalah informasi relevan yang dapat mendukung hasil Penelitian termasuk:

1. Perhitungan debit (Q)

Persamaan (3) digunakan untuk menghitung muatan

2. Perhitungan laju aliran (V).

Persamaan (4) digunakan untuk menghitung laju aliran.

3. Perhitungan bilangan Froude (Fr).

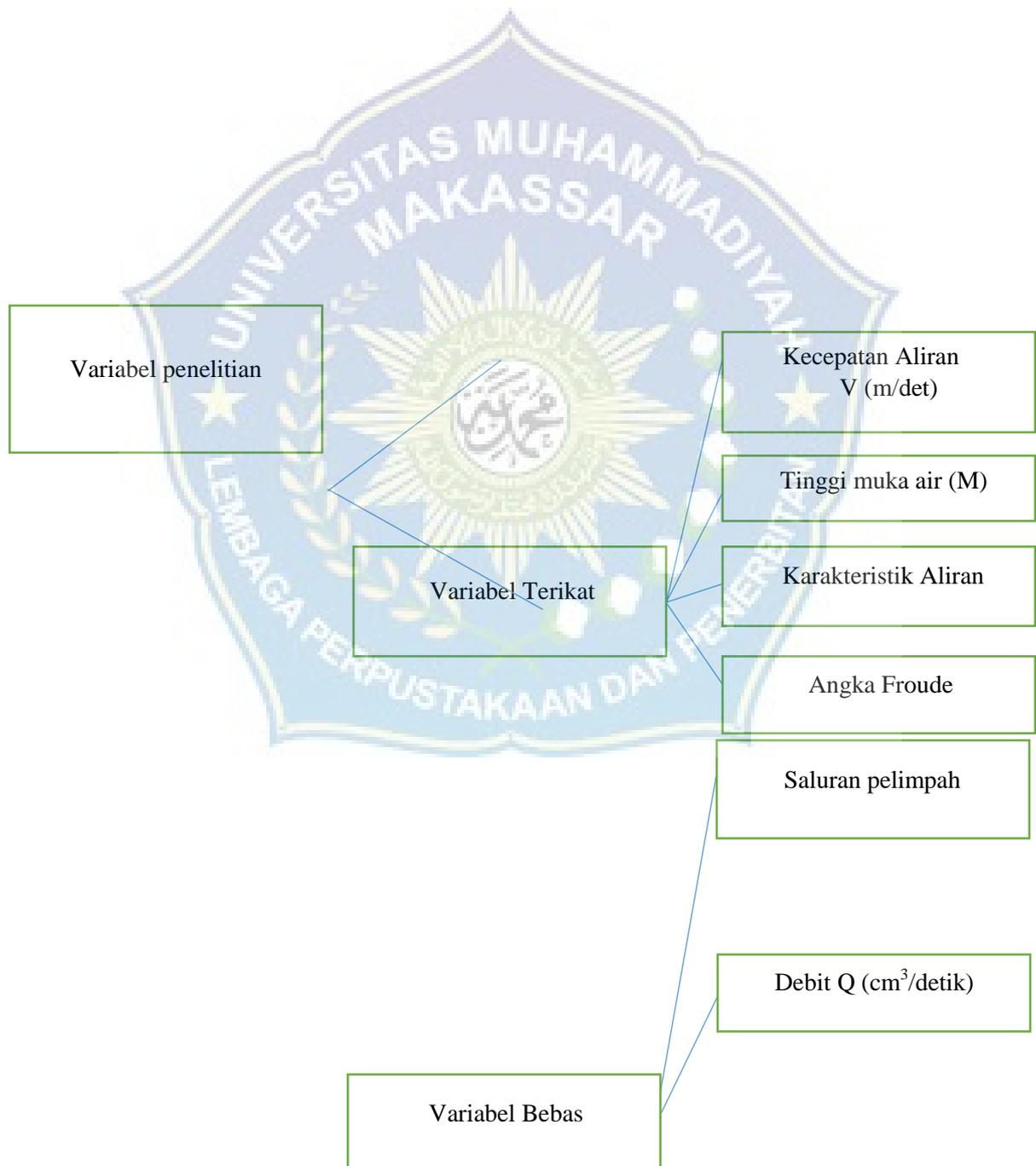
Persamaan (6) digunakan untuk menghitung bilangan Froude

4. Menghitung bilangan Reynolds (Re)

Persamaan (1) digunakan untuk menghitung bilangan Reynolds.

G. Variabel Yang Diteliti

Sesuai tujuan penelitian yaitu untuk mengetahui analisis distribusi kecepatan aliran pada bangunan pelimpah dengan model peluncur bertangga, yang mengacu pada rancangan yang telah disetujui.



H. Prosedur Penelitian

Adapun prosedur yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1) Mempersiapkan peralatan di laboratorium termasuk membuat model pelimpah luncur bertangga dan tidak bertangga
- 2) Melakukan running awal untuk mengetahui karakteristik aliran yang terjadi sampai di kaki pelimpah.
- 3) Melakukan running dengan variasi waktu (T) dan debit (Q) dan melakukan pengaliran dengan menggunakan variasi model pelimpah.
- 4) Melakukan pengukuran pada saat pengaliran, yaitu pengukuran kecepatan aliran (V) dengan menggunakan flowchat.
- 5) Mengukur kedalaman yang terjadi dihilir.
- 6) Mencatat data penelitian yang diperlukan dalam perhitungan.

Analisa atau validasi data dari hasil pencatatan pengamatan uji laboratorium yang telah dilakukan

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

1. Perhitungan Debit Aliran

Perhitungan debit aliran pintu thompson dengan menggunakan rumus:

Sebagai berikut (A. Robiansyah dan wisardi, 2018):

$$Q = (815) cd1 \sqrt{2 x g} \cdot \frac{\theta}{2} \cdot H^{5/2}$$

$$Q = (815) 0,60 \sqrt{2 x 9.81} x \tan(45) \cdot H^{5/2}$$

Maka:

$$Q = 1,4174 x H^{5/2}$$

Dimana:

Q = Debit pengaliran (m³/dtk)

Cd = Koefisien debit

G = Percepatan gravitasi (9,8 m/dt²)

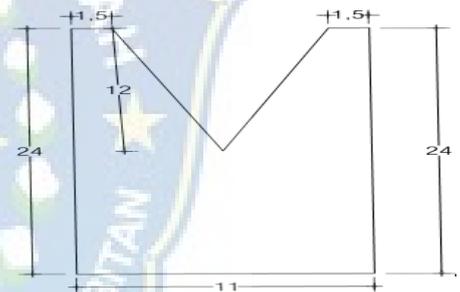
H = tinggi pintu thompson

Diketahui :

$$H = 0.16 \text{ m}$$

$$\theta = 90^\circ$$

Dit Q1 =?



Penyelesaian :

$$\begin{aligned} Q_1 &= 1.417 \cdot H^{5/2} \\ &= 1.417 \times 0.16^{5/2} \\ &= 1.417 \times 0.4 \end{aligned}$$

$$Q_1 = 0.566 \text{ m}^3/\text{dtk}$$

Lanjutkan menentukan koefisien debit (Cd_1) :

$$\begin{aligned} Cd_1 &= \frac{Q_1 \times 15}{8 \cdot \sqrt{2} \times g \cdot \frac{\theta}{2} \cdot H^{5/2}} \\ &= \frac{0.566 \times 15}{8 \cdot \sqrt{2} \times 9.81 \cdot \tan 45^\circ \cdot 0.16^{5/2}} \end{aligned}$$

$$Cd_1 = 0.60$$

Menentukan debit pengaliran disaluran :

Diketahui : $Cd = 0.60$

$$g = 9.81$$

$$\theta = 90^\circ$$

$$H_1 = 0.16 \text{ m}^3/\text{dtk}$$

Ditanyakan Q :.....?

Penyelesaian :

$$\begin{aligned} Q &= \frac{8}{15} \cdot Cd \sqrt{2 \times g} \cdot \frac{\theta}{2} \cdot H^{5/2} \\ &= \frac{8}{15} \cdot 0.60 \cdot \sqrt{2 \times 9.81} \cdot \tan 45^\circ \cdot 0.06^{5/2} \end{aligned}$$

$$Q = 0.212 \text{ cm}^3/\text{dtk}$$

Tabel 2. Hasil Perhitungan Debit

Q (cm ³ /Dtk)	H (cm)	H1 (cm)	Cd	g (cm/dtk ²)	θ	Q
						(cm ³ /dtk)
Q1	16	6	0.6	981	90°	0.212
Q2	16	7.5	0.6	981	90°	0.265
Q3	16	9	0.6	981	90°	0.318

Berdasarkan tabel 2, dapat diketahui debit pada bukaan pintu thompson (Q1) sebesar 0.212 cm³/dtk, debit pada bukaan pintu thompson (Q2) sebesar 0.265 cm³/dtk, debit pada bukaan pintu thompson (Q3) sebesar 0.318 cm³/dtk. Jadi untuk nilai debit terendah adalah Q1 dan nilai debit tertinggi adalah Q3

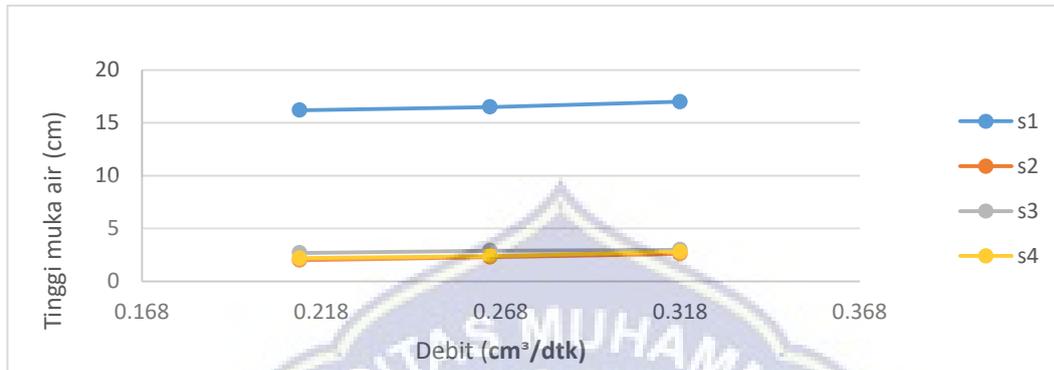
2. Perhitungan Tinggi Muka Air

2.1 Tinggi Muka Air Peluncur Bertangga

Tabel 3. Tinggi muka air Peluncur Bertangga

Titik	Q (cm ³ /dtk)	H Thompson (cm)	h (cm)	A (cm) ²	G (cm/dtk) ²
s1	0.212	6	16.2	434	981
	0.265	7.5	16.5	434	981
	0.318	9	17	434	981
s2	0.212	6	2	448	981
	0.265	7.5	2.3	448	981
	0.318	9	2.6	448	981
s3	0.212	6	2.7	462	981

	0.265	7.5	2.9	462	981
	0.318	9	3	462	981
s4	0.212	6	2.2	56	981
	0.265	7.5	2.4	56	981
	0.318	9	2.8	56	981



Gambar 11. Grafik hubungan antara tinggi muka air dan debit aliran peluncur Bertangga

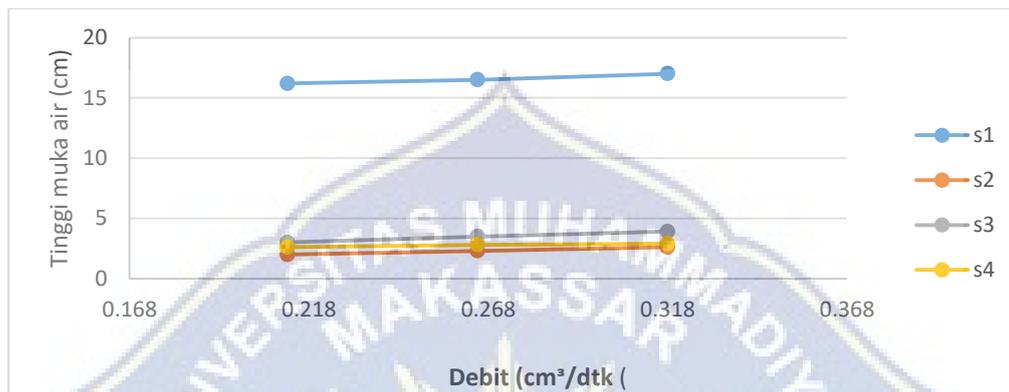
Pada gambar 11 dapat diketahui bahwa pada peluncur bertangga debit aliran (Q) berbanding lurus dengan tinggi muka air (h), dimana semakin besar debit maka semakin besar tinggi muka air dan sebaliknya, semakin kecil debit maka semakin rendah tinggi muka air. Tinggi muka air terbesar terdapat pada titik (S1) pada bukaan pintu thompson ke 3 dengan nilai 17 cm/dtk dan tinggi muka air terendah terdapat pada titik (S2) pada bukaan pintu thompson ke dengan nilai 2 cm/dtk.

2.2 Tinggi Muka Air Peluncur tidak Bertangga

Tabel 4. Tinggi muka air Peluncur tidak Bertangga

Titik	Q	H Thompson (cm)	h (cm)	A (cm) ²	G (cm/dtk) ²
	(cm ³ /dtk)				
s1	0.212	6	16.2	434	981
	0.265	7.5	16.5	434	981
	0.318	9	17	434	981
s2	0.212	6	2	448	981
	0.265	7.5	2.3	448	981

	0.318	9	2.6	448	981
s3	0.212	6	3	462	981
	0.265	7.5	3.5	462	981
	0.318	9	3.9	462	981
s4	0.212	6	2.6	56	981
	0.265	7.5	2.8	56	981
	0.318	9	2.9	56	981



Gambar 12. Grafik hubungan antara tinggi muka air dan debit aliran peluncur tidak bertangga

Pada gambar 12 diketahui bahwa pada peluncur tidak bertangga, debit aliran (Q) berbanding lurus dengan tinggi muka air (h), dimana semakin besar debit maka semakin besar tinggi muka air dan sebaliknya, semakin kecil debit maka semakin rendah tinggi muka air. Tinggi muka air terbesar terdapat pada titik (S1) pada bukaan pintu thompson ke 3 dengan nilai 17 cm/dtk, tinggi muka air terendah terdapat pada titik (S2) pada bukaan pintu thompson ke 1 dengan nilai 2 cm/dtk

2.3. Perbandingan Tinggi Muka Air Peluncur Bertangga Dan Peluncur Tidak bertangga

titik	Q (cm^3/dtk)	H Thompson (cm)	G (cm/dtk) ²	h Bertangga (cm)	h Tidak bertangga (cm)
s1	1,24	6	981	16.2	16.2
	1,82	7,5	981	16.5	16.5
	2,87	9	981	17	17
s2	1,24	6	981	2	2

	1,82	7,5	981	2,3	2,3
	2,87	9	981	2.6	2.6
s3	1,24	6	981	2.7	3
	1,82	7,5	981	2.9	3.5
	2,87	9	981	3	3.9
s4	1,24	6	981	2.2	2,6
	1,82	7,5	981	2.4	2,8
	2,87	9	981	2.8	2,9



Gambar 13. Grafik perbandingan antara tinggi muka air aliran peluncur bertangga dan peluncur tidak bertangga

Pada gambar 13 diketahui bahwa setelah mengalami loncatan (titik S3) tinggi muka air pada peluncur tidak bertangga lebih besar dari tinggi muka air peluncur bertangga. Tinggi muka air terbesar pada peluncur bertangga 3 cm sedangkan tinggi muka air terbesar pada peluncur tidak bertangga 3.9 cm/dtk. Tinggi muka air terendah pada peluncur bertangga 2.7 cm/dtk sedangkan tinggi muka air terendah pada peluncur tidak bertangga 3 cm/dtk.

Pada gambar 13 pula dapat dilihat bahwa setelah mengalami loncatan (titik 4) tinggi muka air pada peluncur tidak bertangga lebih besar dari tinggi muka air bertangga.

Tinggi muka air terbesar pada peluncur bertangga 2.8 cm/dtk sedangkan tinggi muka air terbesar pada peluncur tidak bertangga 2.9 cm/dtk. Tinggi muka air terendah pada peluncur bertangga 2.2 cm/dtk sedangkan tinggi muka air terendah pada peluncur tidak bertangga 2.6 cm/dtk

3. Perhitungan Bilangan Froude

Untuk mengetahui karakteristik aliran pada setiap bangunan model peluncur dapat dilihat pada perhitungan sebagai berikut:

Perhitungan bilangan froude pada peluncur bertangga

diketahui $v = 10$ (cm/dtk)

$g = 981$ cm/dtk²

$h = 17$ cm

Penyelesaian:

$$\begin{aligned} Fr &= \frac{v}{\sqrt{g \cdot h}} \\ &= \frac{10}{\sqrt{981 \cdot 17}} \\ &= 0.77 \text{ (Sub Kritis)} \end{aligned}$$

Untuk perhitungan selanjutnya dapat dilihat pada tabel

3.1 Perhitungan Bilangan Froude Peluncur Bertangga

Tabel 5. Bilangan froude peluncur bertangga

Titik	Q (cm ³ /dtk)	H Thompson (cm)	H (cm)	A (cm) ²	G (cm/dtk) ²	Fr (fr=V/g.h) ^{0.5}	Keterangan
s1	0.212	6	16.2	434	981	0.7930	SUBKRITIS
	0.265	7.5	16.5	434	981	0.7860	SUBKRITIS
	0.318	9	17	434	981	0.7740	SUBKRITIS
s2	0.212	6	2	448	981	0.6773	SUBKRITIS

	0.265	7.5	2.3	448	981	0.6316	SUBKRITIS
	0.318	9	2.6	448	981	0.5940	SUBKRITIS
s3	0.212	6	2.7	462	981	0.5829	SUBKRITIS
	0.265	7.5	2.9	462	981	0.5625	SUBKRITIS
	0.318	9	3	462	981	0.5530	SUBKRITIS
s4	0.212	6	2.2	56	981	0.2153	SUBKRITIS
	0.265	7.5	2.4	56	981	0.2061	SUBKRITIS
	0.318	9	2.8	56	981	0.1908	SUBKRITIS



Gambar 14. Grafik hubungan antara debit aliran dan bilangan Froude peluncur bertangga

Pada gambar 14 diketahui semakin besar debit (Q) maka semakin kecil nilai bilangan froude, sebaliknya semakin kecil debit (Q) Maka nilai bilangan froude semakin besar.

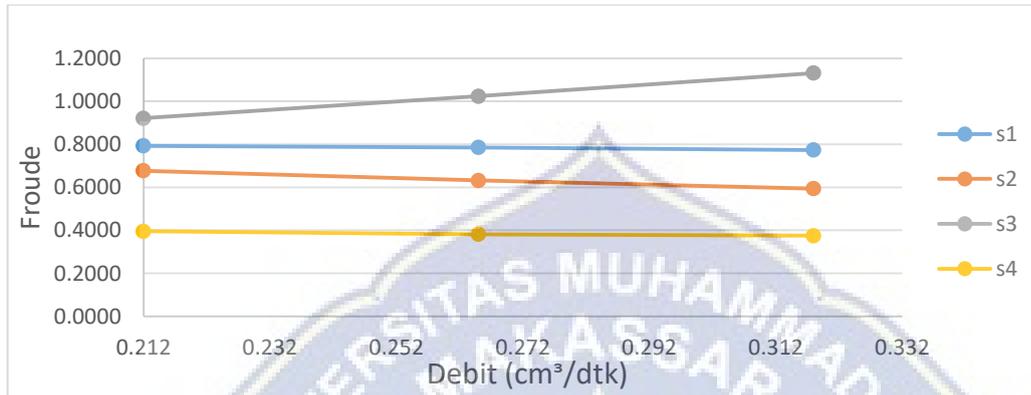
Bilangan froude terbesar terbesar terdapat pada titik 1 bukaan pintu thompson ke 1 dengan nilai bilangan froude 0.0793 sedangkan bilangan froude terkecil terdapat pada titik 4 bukaan pintu thompson ke 3 dengan nilai bilangan froude 0.1908

3.2. Perhitungan Bilangan Froude Peluncur tidak Bertangga

Tabel 6. Bilangan froude peluncur tidak bertangga

Titik	Q	H Thompson (cm)	H (cm)	A (cm) ²	G (cm/dtk) ²	Fr ($fr=V/g.h)^{0.5}$	Keterangan
	(cm ³ /dtk)						
s1	0.212	6	16.2	434	981	0.7930	SUBKRITIS
	0.265	7.5	16.5	434	981	0.7860	SUBKRITIS
	0.318	9	17	434	981	0.7740	SUBKRITIS
s2	0.212	6	2	448	981	0.6773	SUBKRITIS

	0.265	7.5	2.3	448	981	0.6316	SUBKRITIS
	0.318	9	2.6	448	981	0.5940	SUBKRITIS
s3	0.212	6	3	462	981	0.9217	SUBKRITIS
	0.265	7.5	3.5	462	981	1.0240	SUPERKRITIS
	0.318	9	3.9	462	981	1.1317	SUPERKRITIS
s4	0.212	6	2.6	56	981	0.3960	SUBKRITIS
	0.265	7.5	2.8	56	981	0.3816	SUBKRITIS
	0.318	9	2.9	56	981	0.3750	SUBKRITIS



Gambar 15. Grafik hubungan antara debit aliran dan bilangan Froude peluncur tidak bertangga

Pada gambar 15 diketahui semakin tinggi debit aliran (Q) maka semakin rendah nilai bilangan froude pada titik (S1,S2,S3), semakin rendah debit maka semakin besar nilai bilangan froude.

Pada titik (S3), semakin besar debit aliran maka semakin besar nilai bilangan froude, sebaliknya semakin kecil debit maka nilai bilangan froude akan semakin kecil. Bilangan froude terbesar terdapat pada titik 3 bukaan pintu thompson ke 3 dengan nilai bilangan froude 1.317, bilangan froude terkecil terdapat pada titik 4 bukaan ke 1 dengan nilai bilangan froude 0.3960

3.3. Perbandingan Bilangan Froude Peluncur Bertangga Dan Peluncur Tidak Bertangga

titik	Q (cm ³ /dtk)	H Thompson (cm)	G (cm/dtk) ²	fr Bertangga (fr=V/g.h) ^{0.5}	fr Tidak Bertangga (fr=V/g.h) ^{0.5}
s1	1,24	6	981	0.7930	0.7930
	1,82	7,5	981	0.7860	0.7860
	2,87	9	981	0.7740	0.7740

s2	1,24	6	981	0.6773	0.6773
	1,82	7,5	981	0.6316	0.6316
	2,87	9	981	0.5940	0.5940
s3	1,24	6	981	0.5829	0.9217
	1,82	7,5	981	0.5625	1.0240
	2,87	9	981	0.5530	1.1317
s4	1,24	6	981	0.2153	0.3960
	1,82	7,5	981	0.2061	0.3816
	2,87	9	981	0.1908	0.3750



Gambar 16. Grafik perbandingan antara bilangan froude peluncur bertangga dan tidak bertangga

Pada gambar 16 dapat dilihat setelah mengalami loncatan hidrolis (S3), bilangan froude pada peluncur bertangga turun saat debit semakin besar. Bilangan froude terbesar pada peluncur bertangga setelah mengalami loncatan hidrolis 0.5829 pada bukaan pintu thompson ke 1 dan bilangan froude terkecil 0.5530 terdapat pada bukaan pintu thompson ke 3. Pada peluncur tidak bertangga dapat dilihat semakin besar debit maka bilangan froude nilainya akan semakin besar. Bilangan froude terbesar pada peluncur tidak bertangga 0.1317 terdapat pada bukaan pintu thompson ke 3 dan bilangan froude terkecil 0.9217 terdapat pada bukaan pontu thompson ke 1.

Pada gambar 16 pula dapat diketahui di titik (S4), semakin besar debit maka bilangan

froude semakin kecil, sebaliknya semakin kecil debit maka bilangan froude nilainya semakin besar. Bilangan froude terbesar di (s4) pada peluncur bertangga 0.2153 terdapat pada bukaan pontu thompson ke 1 dan bilangan froude terkecil 0.1908 terdapat pada bukaan pintuthompson ke 2, sedangkan pada peluncur tidak bertangga bilangan froude terbesar 0.3960 terdapat pada bukaan pintu thompson ke 1 dan bilangan froude terkecil 0.3750 terdapat pada bukaan pintu thompson ke 3

4. Perhitungan Bilangan Reynolds

Untuk mengetahui jenis aliran pada setiap bangunan model peluncur dapat dilihat pada perhitungan sebagai berikut;

4.1. Perhitungan Bilangan Reynolds Pada Peluncur Bertangga

Diketahui $v = 10 \text{ (cm}^3/\text{dtk)}$

$$r = 7.68$$

$$\text{suhu} = 29^\circ\text{c}$$

$$v = 0.00818 \text{ cm}^2/\text{dtk}$$

$$\begin{aligned} \text{Penyelesaian: } Re &= \frac{v \cdot r}{v} \\ &= \frac{10 \cdot 7,68}{0,00818} \end{aligned}$$

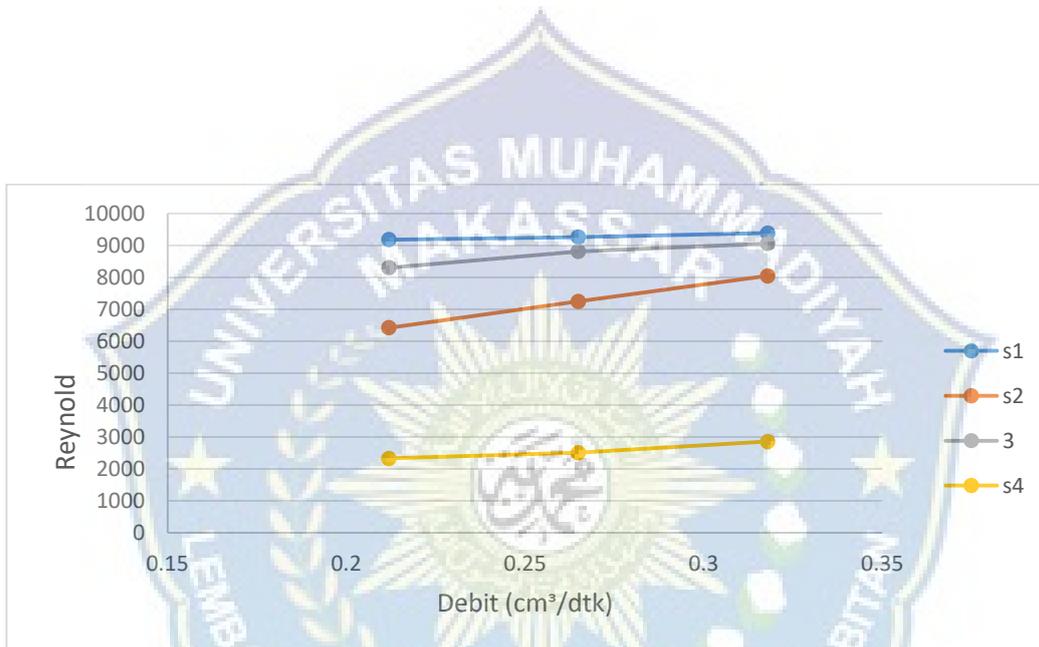
$$Re = 9368 \text{ (Turbulen)}$$

Untuk perhitungan selanjutnya dapat dilihat pada

TITIK	Q (cm ³ /dtk)	B (cm)	H (cm)	A (cm) ²	P (cm)	SUHU (c)	R (cm)	viskos (cm ² /dtk)	Re (re=V.v/r)	Keterangan
s1	0.212	28	16.2	453.6	60.4	29	7.51	0.00818	9181	TURBULEN

	0.265	28	16.5	462	61	29	7.57	0.00818	9259	TURBULEN
	0.318	28	17	476	62	29	7.68	0.00818	9386	TURBULEN
s2	0.212	28	2	56	32	29	1.75	0.00818	6418	TRANSISI
	0.265	28	2.3	64.4	32.6	29	1.98	0.00818	7245	TRANSISI
	0.318	28	2.6	72.8	33.2	29	2.19	0.00818	8042	TRANSISI
s3	0.212	28	2.7	75.6	33.4	29	2.26	0.00818	8301	TRANSISI
	0.265	28	2.9	81.2	33.8	29	2.40	0.00818	8811	TRANSISI
	0.318	28	3	84	34	29	2.47	0.00818	9061	TRANSISI
s4	0.212	28	2.2	61.6	32.4	29	1.90	0.00818	2324	TRANSISI
	0.265	28	2.4	67.2	32.8	29	2.05	0.00818	2505	TRANSISI
	0.318	28	2.8	78.4	33.6	29	2.33	0.00818	2852	TRANSISI

Tabel 7. Perhitungan bilangan reynold peluncur bertangga



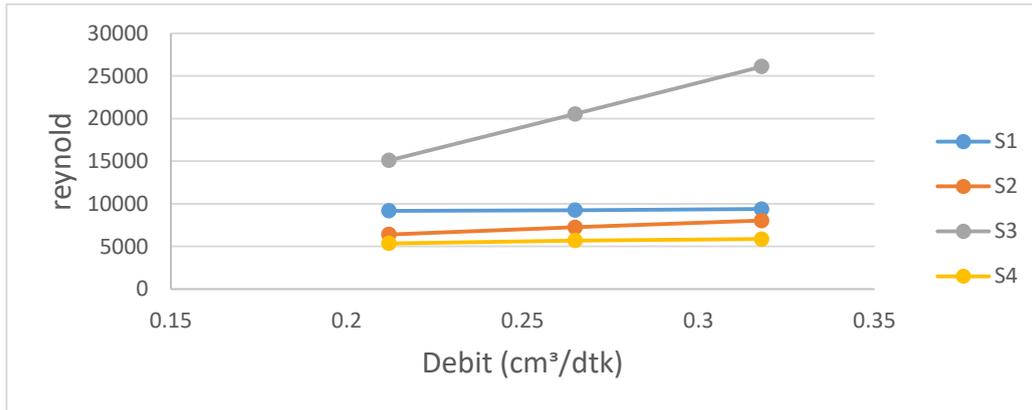
Gambar 17. Grafik hubungan antara debit aliran dan bilangan reynold peluncur bertangga

Pada gambar 17 dapat dilihat debit (Q) berbanding lurus bilangan reynold dimana semakin besar debit maka semakin besar bilangan reynold, sebaliknya semakin kecil debit bilangan reynold semakin kecil pula. Bilangan reynold terbesar terdapat pada titik 1 bukaan pintu thompson ke 3 dengan nilai bilangan reynold 9386, bilangan reynold terkecil terdapat pada titik 4 bukaan pintu thompson ke 1 dengan nilai bilangan reynold 2324.

4.2. Perhitungan Bilangan reynold Peluncur tidak Bertangga

Tabel 8. Bilangan reynold peluncur tidak bertangga

Titik	Q (cm ³ /dtk)	B (cm)	h (cm)	A (cm) ²	P (cm)	SUHU (c)	r (cm)	viskos (cm ² /dtk)	Re (re=V.v/r)	Keterangan
S1	0.212	28	16.2	453.6	60	29	7.51	0.00818	9181	TURBULEN
	0.265	28	16.5	462	61	29	7.57	0.00818	9259	TURBULEN
	0.318	28	17	476	62	29	7.68	0.00818	9386	TURBULEN
S2	0.212	28	2	56	32	29	1.75	0.00818	6418	TRANSISI
	0.265	28	2.3	64.4	33	29	1.98	0.00818	7245	TRANSISI
	0.318	28	2.6	72.8	33	29	2.19	0.00818	8042	TRANSISI
S3	0.212	28	3	84	34.0	29	2.47	0.00818	15101	TURBULEN
	0.265	28	3.5	98	35.0	29	2.80	0.00818	20538	TURBULEN
	0.318	28	3.9	109.2	35.8	29	3.05	0.00818	26103	TURBULEN
S4	0.212	28	2.6	72.8	33.2	29	2.19	0.00818	5361	TRANSISI
	0.265	28	2.8	78.4	33.6	29	2.33	0.00818	5705	TRANSISI
	0.318	28	2.9	81.2	33.8	29	2.40	0.00818	5874	TRANSISI

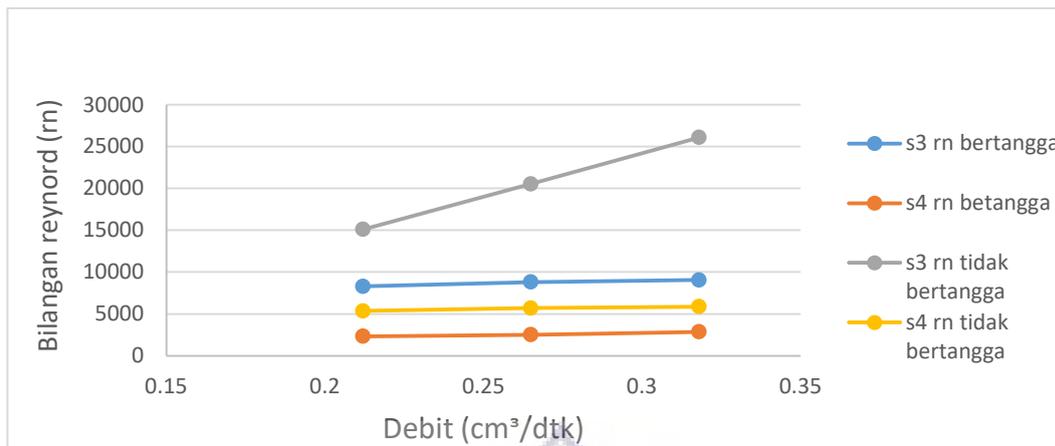


Gambar 18. Grafik hubungan antara debit aliran dan bilangan Reynold peluncur tidak bertangga

Pada gambar 18 diketahui semakin besar debit (Q) maka semakin besar nilai bilangan Reynold pada pelimpah luncur tidak bertangga, sebaliknya semakin kecil debit semakin kecil nilai bilangan Reynold. Bilangan Reynold terbesar terdapat bukaan pintu Thompson ke 3 di titik 3 dengan nilai bilangan Reynold 26.106, bilangan Reynold terkecil terdapat pada bukaan Thompson ke 1 di titik 4 dengan nilai bilangan Reynold 5361.

4.3. Perbandingan Bilangan Reynold Peluncur Bertangga Dan Peluncur Tidak Bertangga

Titik	Q (cm³/dtk)	H Thompson (cm)	viskos (cm² /dtk)	Re bertangga (re=V.v/r)	Re tidak bertangga (re=V.v/r)
s1	1,24	6	0.00818	9181	9181
	1,82	7,5	0.00818	9259	9259
	2,87	9	0.00818	9386	9386
s2	1,24	6	0.00818	6418	6418
	1,82	7,5	0.00818	7245	7245
	2,87	9	0.00818	8042	8042
s3	1,24	6	0.00818	8301	15101
	1,82	7,5	0.00818	8811	20538
	2,87	9	0.00818	9061	26103
s4	1,24	6	0.00818	2324	5361
	1,82	7,5	0.00818	2505	5705
	2,87	9	0.00818	2852	5874



Gambar 19. Grafik perbandingan antara bilangan reynold peluncur bertangga dan tidak bertangga

Pada gambar 17 diketahui semakin besar debit (Q) maka semakin besar bilangan reynold, bilangan reynold terbesar pada peluncur tidak bertangga terdapat di bukaan pintu thompson ke 3 (titik S3) dengan nilai bilangan reynold 26.103 dan bilangan reynold terkecil terdapat pada bukaan pintu thompson bukaan ke 1 dengan nilai bilangan reynold 15.101. Pada peluncur bertangga, bilangan reynold terbesar terdapat di bukaan pintu thompson ke 3 di titik (1) dengan nilai bilangan reynold 9386 dan bilangan reynold terkecil pada titik (S1) terdapat pada bukaan pintu thompson ke 1 dengan nilai 9181.

Pada titik (S4), bilangan reynold terbesar pada peluncur tidak bertangga terdapat pada bukaan pintu thompson ke 3 dengan nilai bilangan reynolds 5874 dan bilangan reynold terkecil terdapat pada bukaan pintu thompson ke 1 dengan nilai 5361, sedangkan pada peluncur bertangga, nilai bilangan reynold terbesar terbesar terdapat pada bukaan pintu thompson ke 3 dengan nilai 2852 dan bilangan reynold terkecil terdapat pada bukaan pintu thompson ke 1 dengan nilai bilangan reynold 918

BAB V

PENUTUP

A. KESIMPULAN

Dari data hasil penelitian yang telah kami lakukan, dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Setelah melewati bangunan peluncur tinggi muka air pada peluncur bertangga bukaan ke 1 sebesar 2.7 cm, pada bukaan ke 2 sebesar 2.9 cm, pada bukaan ke 3 sebesar 2,9 cm. Tinggi muka air pada peluncur tidak bertangga pada bukaan ke 1 sebesar 3 cm, pada bukaan ke dua sebesar 3,5 cm, pada bukaan ke 3 sebesar 3.9 cm sehingga dapat disimpulkan bentuk bangunan peluncur berpengaruh terhadap tinggi muka air, dengan demikian tinggi muka air pada peluncur tidak bertangga lebih besar dari peluncur tidak bertangga.
2. Setelah melewati bangunan peluncur bilangan reynold pada peluncur bertangga bukaan ke 1 sebesar 8301, pada bukaan ke 2 sebesar 8811, pada bukaan ke 3 sebesar 9061. Bilangan reynold pada peluncur tidak bertangga bukaan ke 1 sebesar 15.101, pada bukaan ke 2 sebesar 20.538, pada bukaan ke 3 sebesar 26.103 sehingga dapat disimpulkan jenis aliran setelah melewati peluncur bertangga Transisi dan jenis aliran setelah melewati peluncur tidak bertangga Turbulen

B. SARAN

Untuk pengembangan penelitian selanjutnya mengenai kecepatan aliran pada peluncur, maka penulis memberi beberapa saran sebagai berikut :

1. Pada penelitian selanjutnya dapat dibuat pelimpah dengan tipe selain peluncur
2. Disarankan untuk mengambil banyak data guna nantinya di rata-ratakan

agar tingkat kesalahan lebih kecil

- 3 . Diperlukan ketelitian pada saat pengambilan data kecepatan dan tinggi muka air



DAFTAR PUSTAKA

- A.Robiansyah & Wisardi. (2018). *Studi Pengaruh Perubahan Penampang Saluran Terhadap Kecepatan Pada Model Saluran Terbuka, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.*
- Chanson. (1994). *Drag reduction in skimming flow on stepped spillways by aeration., journal of hydraulic research, vol. 32, no.1.*
- Chow, V. Te. (1991). *aliran melalui saluran terbuka.* Erlangga.
- Erman Mawardi. (2006). *Design Hidraulik Bendung Tetap Untuk Irigasi Teknik.* Alfabeta.
- Fouz, I. (2001). *Fluid Mechanics. Oxfard: Mechanical Engineering Dept.*
- Linda Wahyuningsih, E. H. (2014). *Perbandingan Energi Air Pada Pelimpah Bersaluran Peluncur Lurus Dan Pelimpah Bersaluran Anak Tangga, Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Jember.*
- Nuraini, S. M. (2012). *Menurunkan Energi Air Dari Spillway Dengan Stepped Chotes, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret Surakarta.*
- Raju, K. . R. (1986). *Aliran Melalui Saluran Terbuka.* Erlangga.
- S. Sosrodarsono dan K. Takeda. (1989). *Bendungan Type Urungan.* Erlangga.
- Soewarno. (1991). *Hidrologi Pengukuran Dan Pengelolaan Data Aliran.* Nova.
- Triatmojo, B. (2011). *Hidrologi II.* Beta Offset.
- Yuni.S.D., C. (2012). *kajian perunahan pola gerusan pada tikungan sungai akibat penambahan debit., fakultas teknik jurusan sipil universitas hasanuddin, makassar.*

Yudi Hardiansyah / Satria dilaga 105811105916 /
105811115316 Bab I

ORIGINALITY REPORT



Yudi Hardiansyah / Satria dilaga 105811105916 /
105811115316 Bab II

ORIGINALITY REPORT

18%	20%	2%	3%
SIMILARITY INDEX	INTERNET SOURCES	PUBLICATIONS	STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	123dok.com Internet Source	12%
2	noerwahide.blogspot.com Internet Source	2%
3	media.neliti.com Internet Source	2%
4	id.123dok.com Internet Source	2%

Exclude quotes On Off Exclude matches On Off

Exclude bibliography On Off

yudi Hardiansyah / Satria dilaga 105811105916 /
105811115316 Bab III

ORIGINALITY REPORT

7 % SIMILARITY INDEX
7 % INTERNET SOURCES
0 % PUBLICATIONS
0 % STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	zulfiprint19.blogspot.com Internet Source	2%
2	repository.uisu.ac.id Internet Source	2%
3	sinta.unud.ac.id Internet Source	2%
4	www.koleksiskripsi.com Internet Source	2%

Exclude quotes On
Exclude bibliography On

Exclude matches < 2%



Yudi Hardiansyah / Satria dilaga 105811105916 /
105811115316 Bab IV

ORIGINALITY REPORT

3% SIMILARITY INDEX **3%** INTERNET SOURCES **1%** PUBLICATIONS **0%** STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	ml.scribd.com Internet Source	1%
2	jurnal.balithutmakassar.org Internet Source	1%
3	pt.scribd.com Internet Source	<1%
4	id.scribd.com Internet Source	<1%
5	qdoc.tips Internet Source	<1%

Exclude quotes Off Exclude matches Off
Exclude bibliography On



Yudi Hardiansyah / Satria dilaga 105811105916 /
105811115316 Bab V

ORIGINALITY REPORT

5%

SIMILARITY INDEX

5%

INTERNET SOURCES

0%

PUBLICATIONS

0%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1

jurnal.untan.ac.id
Internet Source



5%

Exclude quotes

Exclude bibliography

Exclude matches

2%





MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PIMPINAN PUSAT MUHAMMADIYAH
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR
UPT PERPUSTAKAAN DAN PENERBITAN

Alamat kantor: Jl.Sultan Alauddin No.259 Makassar 90221 Tlp.(0411) 866972,881593, Fax.(0411) 865588

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

SURAT KETERANGAN BEBAS PLAGIAT

UPT Perpustakaan dan Penerbitan Universitas Muhammadiyah Makassar,
Menerangkan bahwa mahasiswa yang tersebut namanya di bawah ini:

Nama : Yudi Hardiansyah/Satria dilaga

NIM : 105811105916 /10581115316

Program Studi : Teknik Sipil Pengairan

Dengan nilai:

No	Bab	Nilai	Ambang Batas
1	Bab 1	9 %	10 %
2	Bab 2	18 %	25 %
3	Bab 3	7 %	10 %
4	Bab 4	3 %	10 %
5	Bab 5	5 %	5 %

Dinyatakan telah lulus cek plagiat yang diadakan oleh UPT- Perpustakaan dan Penerbitan Universitas Muhammadiyah Makassar Menggunakan Aplikasi Turnitin.

Demikian surat keterangan ini diberikan kepada yang bersangkutan untuk dipergunakan seperlunya.

Makassar, 10 Mei 2023

Mengetahui

Kepala UPT- Perpustakaan dan Penerbitan,

