

SKRIPSI

**“PENGARUH VARIASI KEMIRINGAN PELUNCUR MERCU OGEE
TERHADAP PANJANG LONCATAN HIDROLIK”**

ANDI NURANNISA
105811108918

OLEH:

YUNITA AFLIANI RAHAYU
105811109018

PROGRAM STUDI TEKNIK PENGAIRAN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR

28/12/2022

lap
Emb. Alumni

P/0067/SIP/22 CD
NUR
P?



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

PENGESAHAN

Skripsi atas nama **Andi Nurannisa** dengan nomor induk Mahasiswa 105 81 11089 18 dan **Yunita Afiani Rahayu** dengan nomor induk mahasiswa 105 81 11090 18, dinyatakan diterima dan disahkan oleh Panitia Ujian Tugas Akhir/Skripsi sesuai dengan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar Nomor : 943/05/A.4-II/XI/44/2022, 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 05 November 2022

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. Eng. Muhammad Isran Ramli, ST, MT

2. Penguji :

- a. Ketua : Amrullah Mansida, ST., MT, IPM
- b. Sekretaris : Farida Gaffar, ST., MM., IPM

3. Anggota

1. Dr. Ir. Nenny T Karim, ST., MT, IPM
2. Dr. Ir. Marufah, SP., MP.
3. Asnita Virliyan, ST., MT

Mengetahui

Pembimbing I

Pembimbing II

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

Fauzan Hamdi, ST., MT., IPM



Dr. Ir. Hj. Nurnawaty, S.T., M.T., IPM.

NBM : 759 108



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 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 : **PENGARUH VARIASI KEMIRINGAN PELUNCUR MERCU OGEE TERHADAP PANJANG LONCATAN HIDROLIK**

Nama : Andi Nurannisa
Yunita Afliani Rahayu

No. Stambuk : 105 81 11089 18
105 81 11090 18

Makassar, 09 November 2022

Telah Diperiksa dan Disetujui

Oleh Dosen Pembimbing

Pembimbing I

Pembimbing II


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


Fauzan Hamdi, ST., MT.,IPM

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Pengairan




Ir. M. Anas, S.T., M.T

NBM 947 993

Pengaruh Variasi Kemiringan Hilir Mercu Ogee Terhadap Panjang Loncatan Hidrolik

Andi Nurannisa¹, Yunita Afiani Rahayu², Nurnawaty³, Fauzan Hamdi⁴

Teknik Pengairan, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Makassar

nurannisaandi08@gmail.com

ABSTRACT

Hydraulic jump occurs when there is a sudden change in speed and flow depth due to the slope of the crest causes heavy flow downstream, so that scour can occur which can damage the channel bottom. This study to determine the length of the hydraulic jump, the type of hydraulic jump and the loss of energy with variations slope of the crest launcher. The method used was a laboratory test using the ogee lighthouse type with two types of the slope of the lighthouse launcher, namely 1:1 and 1:2. For a 1:1 slope of the crest launcher, the hydraulic jump length is 0.078 m and the crest slope of 1:2 is 0.060 m long. The slope of the crest launcher is directly proportional to the length of the hydraulic jump where the greater the value of the slope of the launcher, the greater the resulting hydraulic jump length. This type of hydraulic jump on a slope of 1:1 at point y2 produces a type of jump because the number value is 1.166 ($Fr > 1$) and the type of hydraulic jump on a slope of 1:2 at point y4 produces a type of jump that is not formed because the value of the Fr number is 0.808 ($Fr < 1$). The energy at a launcher slope of 1:1 results in the greatest energy loss of 0.017 m and a launcher slope of 1:2 results in the largest energy loss of 0.010 m. The tilt of the launcher is directly proportional to the loss of energy where the greater the slope of the launcher, the greater the loss of energy generated.

Keywords: Hydraulic Jump, Lighthouse Launcher Tilt Variation.

ABSTRAK

Loncatan hidrolik terjadi apabila adanya perubahan kecepatan serta perbedaan tinggi muka air yang mengakibatkan antara lain kemiringan permukaan hilir mercu yang menyebabkan aliran deras di bagian hilir, sehingga terjadi gerusan yang bisa merusak dasar saluran. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui panjang loncatan hidrolik, jenis loncatan hidrolik dan kehilangan energi dengan variasi kemiringan hilir mercu. Metode yang digunakan adalah uji laboratorium menggunakan type mercu ogee dengan dua variasi kemiringan peluncur mercu 1:1 dan 1:2. Untuk kemiringan hilir mercu 1:1 panjang loncatan hidrolik sebesar 0,078 m dan kemiringan hilir mercu 1:2 panjang loncatan hidrolik sebesar 0,060 m. Kemiringan hilir mercu berbanding lurus dengan panjang loncatan hidrolik dimana semakin curam (1:1) nilai kemiringan hilir mercu maka semakin besar pula nilai panjang loncatan hidrolik yang dihasilkan. Jenis loncatan hidrolik pada kemiringan 1:1 pada titik y2 menghasilkan loncatan berombak karena nilai bilangan sebesar 1,166 ($Fr > 1$) dan jenis loncatan hidrolik pada kemiringan 1:2 pada titik y4 menghasilkan jenis loncatan tidak terbentuk karena nilai bilangan Fr sebesar 0.808 ($Fr < 1$). Kehilangan energi pada kemiringan hilir 1:1 menghasilkan kehilangan energi terbesar 0,017 m dan kemiringan hilir 1:2 menghasilkan kehilangan energi terbesar 0,010 m. Kemiringan hilir mercu berbanding lurus dengan kehilangan energi dimana semakin curam kemiringan peluncur maka semakin besar pula kehilangan energi yang dihasilkan.

Kunci: Loncatan Hidrolik, Variasi Kemiringan Hilir Mercu.

2. Bapak Prof. Dr. H. Ambo Asse, M.ag. Sebagai Rektor Universitas Muhammadiyah Makassar.
3. Ibu Dr. Ir. Hj. Nurnawaty, ST., MT., IPM. Sebagai Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
4. Bapak M. Agussalim, ST., MT. Sebagai Ketua Jurusan Teknik Pengairan, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
5. Ibu Dr. Ir. Hj. Nurnawaty, ST., MT., IPM. Selaku Pembimbing I dan Bapak Fauzan Hamdi, ST., MT., IPM. Selaku Pembimbing II yang senantiasa meluangkan waktunya membimbing dan mengarahkan penulis dalam penyusunan tugas akhir ini.
6. Bapak/Ibu Dosen dan Staff Administrasi Jurusan Teknik Pengairan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
7. Saudara/saudari kami di Fakultas Teknik, Mekanika 2018 yang selalu belajar dan berjuang bersama dengan rasa persaudaraan yang tinggi banyak membantu serta memberi dukungan dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Akhir kata, penulis mengharapkan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan khususnya dibidang Teknik Pengairan. Aamiin.

“Billahi Fii Sabilil Haq Fastabiqul Khaerat”

Makassar, September 2022

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR TABEL	viii
BAB I. PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	2
C. Tujuan Penelitian	2
D. Manfaat Penelitian	2
E. Batasan Masalah	3
F. Sistematika Penulisan	3
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	5
A. Bendungan	5
B. Bangunan Spillway	5
C. Loncatan Hidrolik	7
D. Panjang Loncatan Hidrolik	11
E. Mercu Ogee	12
F. Flow Meter	14
G. Koefisien Debit (Cd)	15
H. Bilangan Froude	16
I. Energi Spesifik	19

DAFTAR GAMBAR

1. Loncatan Hidrolik	7
2. Bentuk Mercu Ogee	13
3. Flow Meter	15
4. Tipe Loncatan Fr 1-1,7	17
5. Tipe Loncatan Fr 1,7-2,5	17
6. Tipe Loncatan Fr 2,5-4,5	18
7. Tipe Loncatan Fr 4,5-9	18
8. Tipe Loncatan Fr > 9	18
9. Parameter Energi Spesifik	20
10. Mistar dan Stiker Penggaris	23
11. Pompa Air	23
12. Flow meter	24
13. Flume	24
14. Model Dasar Saluran	24
15. Model Dinding Penahan	24
16. Model Kemiringan Hilir Mercu 1:1	25
17. Kemiringan Hilir Mercu 1:1	25
18. Model Kemiringan Hilir Mercu 1:2	26
19. Titik Pengambilan Data Kemiringan Peluncur 1:1 dengan debit Q1	29
20. Titik Pengambilan Data Kemiringan Peluncur 1:1 dengan debit Q2	29
21. Titik Pengambilan Data Kemiringan Peluncur 1:1 dengan debit Q3	29

DAFTAR TABEL

1. Nilai σ dan Π saluran trapesium	12
2. Nilai K dan n	13
3. Hasil Perhitungan Debit Aliran Teoritis	30
4. Hasil Perhitungan Koefisien Debit	33
5. Hasil Perhitungan Debit dengan Koefisien Debit	33
6. Hasil Perhitungan Debit Aliran di Laboratorium	34
7. Data Tinggi Muka Air (y), Data Kecepatan Aliran (v), dan Data Panjang Loncatan Pengujian (Lr)	35
8. Hasil perhitungan panjang loncatan hidrolik	38
9. Karakteristik Aliran Sebelum Loncatan Hidrolik pada y2	43
10. Karakteristik Aliran Sebelum Loncatan Hidrolik pada y3	44
11. Karakteristik Aliran Sebelum Loncatan Hidrolik pada y4	45
12. Hasil perhitungan jenis loncatan hidrolik pada y2	47
13. Hasil perhitungan jenis loncatan hidrolik pada y3	48
14. Hasil perhitungan jenis loncatan hidrolik pada y4	49
15. Hasil perhitungan kehilangan energi pada y1-y2	52
16. Hasil perhitungan kehilangan energi pada y3-y4	53
17. Hasil perhitungan kehilangan energi pada y5-y6	54

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji dan syukur kita panjatkan kepada Allah Swt. Zat yang hanya kepada-Nya memohon pertolongan. Alhamdulillah atas segala pertolongan, rahmat, dan kasih sayang-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “PENGARUH VARIASI KEMIRINGAN PELUNCUR MERCU OGEE TERHADAP PANJANG LONCATAN HIDROLIK”. Salawat dan Salam kepada Rasulullah Saw. yang senantiasa menjadi sumber inspirasi dan teladan terbaik untuk umat manusia.

Tugas akhir ini merupakan salah satu persyaratan akademik yang harus ditempuh dalam rangka menyelesaikan Studi di Fakultas Teknik Program Studi Teknik Pengairan Universitas Muhammadiyah Makassar. Penulis menyadari sepenuhnya bahwa di dalam penulisan tugas akhir ini masih terdapat banyak kekurangan, karena penulis sebagai manusia biasa tidak lepas dari kesalahan dan kekurangan baik itu ditinjau dari segi teknis penulisan. Oleh karena itu penulis menerima dengan sangat ikhlas dan senang hati segala koreksi serta perbaikan guna menyempurnakan tulisan ini agar kelak dapat bermanfaat.

Tugas akhir ini tidak akan terwujud tanpa adanya bantuan, arahan, bimbingan dan dorongan dari berbagai pihak. Maka dari itu penghargaan yang setinggi-tingginya dan terima kasih banyak kami haturkan dengan hormat kepada:

1. Kedua orangtua kami tercinta, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya atas segala limpahan kasih sayang. Doa dan dukungan baik secara moral maupun materi.

2. Bapak Prof. Dr. H. Ambo Asse, M.ag. Sebagai Rektor Universitas Muhammadiyah Makassar.

3. Ibu Dr. Ir. Hj. Nurnawaty, ST., MT., IPM. Sebagai Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.

4. Bapak M. Agussalim, ST., MT. Sebagai Ketua Jurusan Teknik Pengairan, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.

5. Ibu Dr. Ir. Hj. Nurnawaty, ST., MT., IPM. Selaku Pembimbing I dan Bapak Fauzan Hamdi, ST., MT., IPM. Selaku Pembimbing II yang senantiasa meluangkan waktunya membimbing dan mengarahkan penulis dalam penyusunan tugas akhir ini.

6. Bapak/Ibu Dosen dan Staff Administrasi Jurusan Teknik Pengairan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.

7. Saudara/saudari kami di Fakultas Teknik, Mekanika 2018 yang selalu belajar dan berjuang bersama dengan rasa persaudaraan yang tinggi banyak membantu serta memberi dukungan dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Akhir kata, penulis mengharapkan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan khususnya dibidang Teknik Pengairan. Aamiin.

“Billahi Fii Sabilil Haq Fastabiqul Khaerat”

Makassar, September 2022

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR TABEL	viii
BAB I. PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	2
C. Tujuan Penelitian	2
D. Manfaat Penelitian	2
E. Batasan Masalah	3
F. Sistematika Penulisan	3
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	5
A. Bendungan	5
B. Bangunan Spillway	5
C. Loncatan Hidrolik	7
D. Panjang Loncatan Hidrolik	11
E. Mercu Ogee	12
F. Current Meter	14
G. Koefisien Debit (Cd)	15
H. Bilangan Froude	16
I. Energi Spesifik	19

J. Kehilangan Energi	20
BAB III. METODE PENELITIAN	22
A. Lokasi dan Waktu Penelitian	22
B. Jenis Penelitian dan Sumber Data	22
C. Alat dan Bahan	22
D. Metode Analisis Data	26
E. Variabel yang Diteliti	27
F. Prosedur Penelitian	27
G. Flowchart Penelitian	31
BAB IV PEMBAHASAN HASIL PENELITIAN	32
A. Perhitungan Debit	32
B. Perhitungan Panjang Loncatan Hidrolik	36
C. Perhitungan Jenis Loncatan Hidrolik	41
D. Perhitungan Kehilangan Energi	51
BAB V PENUTUP	57
A. Kesimpulan	57
B. Saran	57
DAFTAR PUSTAKA	ix
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

1. Loncatan Hidrolik	7
2. Bentuk Mercu Ogee	13
3. Current Meter	15
4. Tipe Loncatan Fr 1-1,7	17
5. Tipe Loncatan Fr 1,7-2,5	17
6. Tipe Loncatan Fr 2,5-4,5	18
7. Tipe Loncatan Fr 4,5-9	18
8. Tipe Loncatan Fr > 9	18
9. Parameter Energi Spesifik	20
10. Mistar dan Stiker Penggaris	23
11. Pompa Air	23
12. Current meter	24
13. Flume	24
14. Model Dasar Saluran	24
15. Model Dinding Penahan	24
16. Model Kemiringan Peluncur	25
17. Kemiringan Peluncur 1:1	25
18. Kemiringan Peluncur 1:2	26
19. Titik Pengambilan Data Kemiringan Peluncur 1:1 dengan debit Q1	29
20. Titik Pengambilan Data Kemiringan Peluncur 1:1 dengan debit Q2	29
21. Titik Pengambilan Data Kemiringan Peluncur 1:1 dengan debit Q3	29

22. (a)Tampak Samping (b)Tampak Atas Kemiringan Peluncur 1:1	29
23. Titik Pengambilan Data Kemiringan Peluncur 1:2 dengan debit Q1	30
24. Titik Pengambilan Data Kemiringan Peluncur 1:2 dengan debit Q2	30
25. Titik Pengambilan Data Kemiringan Peluncur 1:2 dengan debit Q3	30
26. (a)Tampak Samping (b)Tampak Atas Kemiringan Peluncur 1:2	30
27. Sketsa titik pengambilan data (y2 dan y4) kemiringan peluncur 1:1 dengan debit Q1	36
28. Sketsa titik pengambilan data (y2 dan y4) kemiringan peluncur 1:1 dengan debit Q2	36
29. Sketsa titik pengambilan data (y2 dan y4) kemiringan peluncur 1:1 dengan debit Q2	36
30. Sketsa titik pengambilan data (y2 dan y4) kemiringan peluncur 1:2 dengan debit Q1	37
31. Sketsa titik pengambilan data (y2 dan y4) kemiringan peluncur 1:2 dengan debit Q2	37
32. Sketsa titik pengambilan data (y2 dan y4) kemiringan peluncur 1:2 dengan debit Q3	37
33. Grafik Hubungan Antar Variasi Kemiringan Peluncur Dan Panjang Loncatan Hidrolik Minimal	39
34. Grafik Hubungan Antar Variasi Kemiringan Peluncur Dan Panjang Loncatan Hidrolik Maksimal	40
35. Sketsa titik pengambilan data untuk karakteristik aliran	41
36. Sketsa titik pengambilan data untuk karakteristik aliran	46
37. Sketsa titik pengambilan data untuk kehilangan energi	51

DAFTAR TABEL

1. Nilai σ dan Π saluran trapesium	12
2. Nilai K dan n	13
3. Hasil Perhitungan Debit Aliran Teoritis	30
4. Hasil Perhitungan Koefisien Debit	33
5. Hasil Perhitungan Debit dengan Koefisien Debit	33
6. Hasil Perhitungan Debit Aliran di Laboratorium	34
7. Data Tinggi Muka Air (y), Data Kecepatan Aliran (v), dan Data Panjang Loncatan Pengujian (Lr)	35
8. Hasil perhitungan panjang loncatan hidrolis	38
9. Karakteristik Aliran Sebelum Loncatan Hidrolis pada y2	43
10. Karakteristik Aliran Sebelum Loncatan Hidrolis pada y3	44
11. Karakteristik Aliran Sebelum Loncatan Hidrolis pada y4	45
12. Hasil perhitungan jenis loncatan hidrolis pada y2	47
13. Hasil perhitungan jenis loncatan hidrolis pada y3	48
14. Hasil perhitungan jenis loncatan hidrolis pada y4	49
15. Hasil perhitungan kehilangan energi pada y1-y2	52
16. Hasil perhitungan kehilangan energi pada y3-y4	53
17. Hasil perhitungan kehilangan energi pada y5-y6	54

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Bendungan menurut Peraturan Menteri Nomor 72/PRT/1997 yaitu setiap bangunan penahan air buatan, jenis urugan atau jenis lainnya yang menampung air atau dapat menampung air, termasuk pondasi, bukit/tebing tumpuan, serta bangunan pelengkap dan peralatannya, termasuk juga bendungan limbah galian, tetapi tidak termasuk bendung dan tanggul.

Bendungan pada umumnya dilengkapi dengan bangunan pelengkap berupa bangunan spillway. Salah satu bagian pada bangunan spillway yaitu mercu. Mercu atau pelimpah pada suatu bendungan berfungsi untuk melimpahkan air berlebih dari bendungan agar air yang terkumpul menjadi lebih banyak dan elevasi muka air menjadi lebih tinggi. Pelimpah atau mercu biasanya digunakan untuk keperluan irigasi, penyediaan air baku, pengendalian banjir, pengendalian sedimen dan lain-lain.

Pada mercu pelimpah dapat terjadi fenomena yang sangat menarik yaitu fenomena loncatan hidrolis saat air melewati mercu. Loncatan hidrolis terjadi apabila adanya perubahan kecepatan serta perbedaan tinggi muka air yang diakibatkan antara lain kemiringan bentuk permukaan hilir mercu sehingga karakteristik aliran mengalami perubahan dari superkritis ke subkritis. Peninggian muka air karena adanya pembendungan ini akan mengakibatkan adanya aliran yang deras di bagian hilir yang akan menyebabkan timbulnya gerusan yang dapat merusak dasar saluran. Oleh karena itu kami tertarik untuk meneliti tentang **"PENGARUH VARIASI KEMIRINGAN**

E. Batasan Masalah

Dalam memberikan penjelasan dari permasalahan guna memudahkan dalam menganalisa, maka terdapat batasan masalah yang diberikan pada penulisan tugas akhir ini yang terdiri dari:

1. Penelitian ini dilakukan di laboratorium.
2. Mercu yang digunakan berbentuk ogee dengan variasi kemiringan peluncur.
3. Variasi kemiringan peluncur yang digunakan yaitu 1:1 (curam) dan 1:2 (landai).
4. Penelitian ini tidak dipengaruhi oleh tingkat viskositas, gerusan, dan sedimen ataupun sedimen melayang.

F. Sistematika Penulisan

Penelitian ini terdiri dari lima bab yang sistematika penulisannya adalah sebagai berikut:

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

BAB II TINJAUAN PUSTAKA: Dalam bab ini menguraikan mengenai bendungan, bangunan spillway, loncatan hidrolis, panjang loncatan hidrolis, mercu ogee, current meter, koefisien debit (Cd), bilangan froude, energi spesifik, dan kehilangan energi.

BAB III METODE PENELITIAN: Dalam bab ini menguraikan tentang lokasi dan waktu penelitian, jenis penelitian dan sumber data, alat dan bahan, metode analisis data, variabel yang diteliti, prosedur penelitian dan flowchart penelitian.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Bendungan

Menurut Peraturan Pemerintah Nomor 37 Pasal 1 Tahun 2010 tentang Bendungan, bahwa bendungan adalah bangunan yang berupa urukan tanah, urukan batu, beton dan atau pasangan batu yang dibangun selain untuk menahan dan menampung air, dapat pula untuk menahan dan menampung limbah tambang (*tailing*), atau menampung lumpur sehingga terbentuk waduk.

Bendungan juga berfungsi menahan air dan menyimpan di musim hujan waktu air sungai mengalir dalam jumlah besar dan yang melebihi kebutuhan baik untuk keperluan irigasi, air minum, industry atau yang lainnya. Dengan memiliki daya tampung tersebut, sejumlah besar air sungai yang melebihi kebutuhan dapat disimpan dalam waduk dan baru dilepas mengalir ke dalam sungai lagi di hilirnya sesuai dengan kebutuhan pada saat diperlukan.

Menurut DR. Suyono Sosrodarsono dan Kensaku Takeda dalam bukunya yang berjudul Bendungan Type Urugan menyatakan bahwa suatu bendungan yang dibangun dengan cara menimbunkan bahan-bahan seperti : batu, krakal, kerikil, pasir dan tanah pada komposisi tertentu dengan fungsi sebagai pengempang atau pengangkat permukaan air yang terdapat di dalam waduk di udiknya disebut bendungan type urugan atau "bendungan urugan".

B. Bangunan Spillway

Menurut Masrevaniah (2012), bangunan pelimpah (*spillway*) adalah bangunan pelengkap dari suatu bendungan yang berguna untuk mengalirkan kelebihan air ke

arah hilir. Untuk bendungan yang tinggi, konstruksi pelimpah dibuat dari beton sedangkan untuk bangunan rendah dapat menggunakan pasangan batu kali. Konstruksi tersebut hendaknya dirancang sedemikian rupa sehingga kapasitas konstruksinya cukup untuk mengalirkan debit banjir, dan memenuhi kondisi hidraulika yang baik. Pelimpah yang paling umum dipergunakan yaitu pelimpah terbuka dengan ambang tetap. Menurut Sidharta (2012), fungsi dari pelimpah adalah untuk penuntun dan pengarah saluran, pengatur kapasitas aliran (debit), untuk kelancaran dari saluran pengatur, untuk mereduksi energi yang terdapat dalam saluran.

Berdasarkan Modul Desain Bangunan Pelengkap Pelatihan Perencanaan Bendungan Tingkat Dasar yang diterbitkan oleh Kementerian PUPR pada tahun 2017, pelimpah memiliki fungsi utama membuang kelebihan air waduk sehingga air tidak melimpas puncak bendungan yang dapat membahayakan bendungan. Kapasitas pelimpah harus didesain menggunakan banjir dengan kala ulang tertentu.

Berdasarkan Modul Desain Bangunan Pelengkap Pelatihan Perencanaan Bendungan Tingkat Dasar yang diterbitkan oleh Kementerian PUPR pada tahun 2017, bangunan pelimpah samping adalah bangunan pelimpah yang saluran peluncurnya berposisi menyamping terhadap saluran pengatur aliran di hulunya. Saat mengalirkan debit banjir abnormal, perbedaan elevasi permukaan air di hulu dan di hilir bendung pengatur tidak kurang dari dua per tiga kali tinggi air di atas mercu bendung tersebut. Pelimpah tipe ini digunakan pada kondisi yang sama seperti pelimpah lurus. Pelimpah samping dapat ditempatkan pada tumpuan bendungan yang sempit. Karakteristik alirannya sama dengan aliran melalui ambang bebas, kecuali pada debit aliran tinggi yang mungkin merendam sebagian puncak pelimpah.

C. Loncatan Hidrolik

Dalam buku Ven Te Chow (1989), loncatan hidrolik pertama kali diselidiki dengan cara percobaan oleh Bidone (seorang sarjana Italia pada tahun 1818). Hal ini memberikan gagasan pada Belanger (1828) untuk membedakan antara kemiringan landai (sub kritis) sampai curam (super kritis).



Gambar 1. Loncatan Hidrolik

Pada mulanya teori mengenai loncatan hidrolik dikembangkan untuk saluran saluran horizontal atau yang kemiringannya kecil sehingga pengaruh berat air terhadap perilaku loncatan hidrolik dapat diabaikan. Untuk saluran – saluran dengan kemiringan besar, pengaruh berat air pada loncatan cukup besar, sehingga harus dimasukkan dalam perhitungan.

Dalam buku Robert J Kodoatie (2009), loncatan hidrolik terjadi bilamana ada perubahan aliran dari super kritis menjadi sub kritis. Sebagai contoh adalah aliran yang melalui penghalang berupa sluice gate yang melintang selebar saluran. Akibat adanya penghalang ini maka di bagian hilirnya muncul loncatan hidrolik.

Dalam buku Frank M. White (1986), dalam aliran saluran terbuka suatu aliran super kritis dapat berubah dengan cepat menjadi aliran sub kritis lagi dengan melewati loncatan hidrolik. Aliran di bagian hulu cepat dan dangkal, sedangkan aliran di bagian hilir lambat dan dalam.

Dalam buku Bambang Triatmodjo (2008), apabila tipe aliran berubah dari aliran super kritis menjadi sub kritis maka akan terjadi loncatan air. Loncatan air merupakan salah satu contoh bentuk aliran berubah cepat (rapidly varied flow).

Menurut French dalam buku Ven Te Chow (1989), menyebutkan bahwa loncatan hidrolik dapat diaplikasikan untuk:

- a) Meredam energi pada bendungan, saluran dan struktur hidrolik yang lain dan untuk mencegah pengikisan struktur pada bagian hilir.
- b) Menaikkan kembali tinggi energi dan permukaan air pada bagian hilir saluran dan juga menjaga agar permukaan air saluran irigasi dan saluran distribusi yang lain tetap terjaga.
- c) Memperbesar tekanan pada lapisan pelindung, sehingga memperkecil tekanan angkat pada struktur tembok, dan memperbesar ke dalam air pada lapisan pelindung.
- d) Memperbesar debit dengan mempertahankan air balik bawah, karena tinggi energi efektif akan berkurang bila air bawah dapat menghilangkan loncatan hidrolik.
- e) Menunjukkan kondisi-kondisi aliran tertentu misalnya aliran super kritis adanya penampang kontrol, sehingga letak pengukuran pos dapat ditentukan.
- f) Mencampur bahan kimia yang digunakan untuk memurnikan air.
- g) Mengoperasikan air yang hasilnya digunakan untuk air minum perkotaan.
- h) Menghilangkan kantong-kantong udara dari jaringan penyuplai air, sehingga akan mencegah penguncian udara

Sehingga dapat disimpulkan bahwa karakteristik loncatan hidrolik adalah suatu ciri-ciri khusus atau sifat khas yang terjadi pada perubahan kecepatan aliran dari super

kritis menjadi sub kritis, dimana perubahan kecepatan tersebut dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain ; kapasitas debit pada saluran, tinggi terjunan, kemiringan terjunan, tinggi bukaan pada pintu sorong (sluice gate) dll.

Menurut R. A. Dita Nurjannah (2014) dalam penelitiannya yang berjudul "*Analisis Tinggi dan Panjang Loncat Air pada Bangunan Ukur Berbentuk Setengah Lingkaran*". Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan, dapat dikemukakan kesimpulan sebagai berikut:

- 1) Kecepatan aliran air sangat mempengaruhi proses terjadinya loncatan hidrolik, dimana untuk menghasilkan loncatan hidrolik aliran harus berubah dari sub kritis ke superkritis dan berubah kembali menjadi aliran sub kritis.
- 2) Pengaruh debit pada panjang loncatan dan tinggi loncatan pada saat penelitian dapat disimpulkan bahwa kecil besar penampang mempengaruhi hasil panjang dan tinggi loncatannya, dimana semakin kecil penampang semakin panjang dan tinggi loncatan hidrolik yang terjadi, sebaliknya jika penampang semakin besar maka panjang dan tinggi loncatan hidrolik semakin mengecil.

Menurut Titian Fatimah (2018) dalam penelitiannya yang berjudul "*Analisis Tinggi dan Panjang Loncatan Air pada Bangunan Ukur Berbentuk Segitiga*". Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan, dapat dikemukakan kesimpulan sebagai berikut:

- 1) Dengan meningkatnya pengaruh debit aliran pada ketinggian bangunan ukur menyebabkan penurunan nilai tinggi loncatan sementara pada panjang loncatan semakin rendah bangunan ukur maka panjang loncatan akan semakin meningkat.

2) Kecepatan aliran berpengaruh dengan besarnya kecepatan aliran air yang mengalir dalam suatu saluran akibat meningkatnya debit, semakin tinggi bangunan ukur maka kecepatan aliran yang ditimbulkan pada bagian hulu, sebelum dan setelah loncatan semakin bertambah.

3) Pada kecepatan aliran menghasilkan berbagai bentuk perubahan aliran, baik di bagian hulu, maupun sebelum terjadinya loncatan dan setelah terjadinya loncatan.

Menurut M. Kabir Ihsan (2017), dalam penelitiannya yang berjudul "*Bentuk Mercu Bendung Terhadap Tinggi Loncat Air Kolam Olak Model USBR IV (Simulasi Laboratorium)*". Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan, dapat dikemukakan kesimpulan sebagai berikut:

- 1) Besarnya debit, kemiringan dasar saluran, dan perbedaan bentuk mercu mempengaruhi tinggi loncat air
- 2) Semakin besar debit yang dipakai maka semakin tinggi pula loncat air yang dihasilkannya.
- 3) Tinggi loncat air pada mercu bulat lebih tinggi dari pada tinggi loncat air pada mercu ambang lebar.
- 4) Kemiringan dasar saluran berpengaruh pada tinggi loncat air yang terjadi pada saat simulasi di laboratorium karena semakin besar kemiringan maka semakin tinggi pula tinggi loncat air yang dihasilkan di hilir bendung.
- 5) Tinggi loncat air di kolam olak dipengaruhi oleh bentuk mercu karena terdapat perbedaan. Tinggi loncat air pada mercu bulat dan ambang lebar debit dan kemiringan dasar saluran adalah sama.

D. Panjang Loncatan Hidrolik

Menurut Ranga Raju, KG, (1986), panjang loncatan hidrolik dapat didefinisikan sebagai jarak antara permukaan depan loncatan air sampai menuju pada suatu titik permukaan gulungan ombak di bagian hilir. Panjang loncatan hidrolik air secara teoritis sukar ditentukan, tetapi telah diselidiki beberapa kali percobaan oleh beberapa ahli hidraulika.

Dalam buku Bambang Triatmodjo (2008) menuliskan bahwa untuk mendapatkan panjang loncatan hidrolik (L_r), tidak ada rumus teoritis yang dapat digunakan untuk menghitungnya. Tetapi untuk saluran segiempat panjang loncatan hidrolik diambil antara 5 dan 7 kali tinggi loncatan yaitu $L_r = 5-7 (y_2-y_1)$. (Berdasarkan Jurnal "Karakteristik Loncatan Hidrolik Pada Bangunan Terjun Tegak" oleh Muhammad Hidayat dan Sulkifli)

$$L_r = 5-7 (y_2-y_1) \dots\dots\dots (1)$$

Dimana:

L_r = Panjang loncatan hidrolik (m)

y_1 = Kedalaman air sebelum loncatan terjadi (m)

y_2 = Kedalaman air air setelah loncatan terjadi (m)

Menghitung panjang loncatan hidrolik menurut Silvester (1964) dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$L_r = \sigma(Fr - 1)^{1/3} y_2 \dots\dots\dots (2)$$

dimana :

L_r = panjang loncat air

y_2 = kedalaman air sebelum loncat

Fr = angka *Froude* pada loncatan.

Untuk nilai σ dan nilai Π adalah nilai konstanta yang dipengaruhi berdasarkan bentuk dari saluran, dengan ketentuannya sebagai berikut:

- Saluran persegi empat mempunyai nilai σ sebesar 9,75 dan Π sebesar 1,01.
- Saluran segitiga mempunyai nilai σ sebesar 4,26 dan Π sebesar 0,69.
- Saluran trapesium nilai σ dan Π dipengaruhi oleh kemiringan talud.

Tabel 1. Nilai σ dan Π saluran trapesium

m	$K = b/m.h$	Σ	Π
2,1	16	17,6	0,905
1,0	8	23,0	0,885
0,5	4	35,0	0,835

Dalam penelitian, panjang loncatan hidrolik digunakan untuk menentukan panjang perlindungan saluran dimana loncatan hidrolik terjadi. Dengan mengetahui panjang loncatan maka dapat diketahui panjang perlindungan dasar.

E. Mercu Ogee

Mercu atau pelimpah pada suatu bendungan berfungsi untuk melimpahkan air berlebih dari bendungan. Sehingga, desain mercu harus sesuai dengan kriteria desain karena kapasitas pelimpah bendungan bergantung pada bentuk mercunya. Pada umumnya bentuk mercu yang ada di Indonesia berbentuk bulat dan Ogee. Pemilihan bentuk ini sesuai keperluan desain yang dibutuhkan nantinya.

Menurut Kumala (2019), mercu Ogee berbentuk tirai luapan bawah dari mercu pelimpah bendungan. Oleh karena itu, mercu ini tidak akan memberikan tekanan subatmosfir pada permukaan mercu sewaktu bendungan mengalirkan air pada debit rencana. Untuk debit yang lebih rendah, air akan memberikan tekanan kebawah pada mercu. Untuk merencanakan permukaan mercu Ogee digunakan rumus sebagai berikut:

$$\frac{y}{Hd} = \frac{1}{K\left(\frac{x}{Hd}\right)^n} \quad (3)$$

Dimana:

x dan y : Koordinat-koordinat permukaan hilir

Hd : Tinggi energi rencana diatas mercu (m)

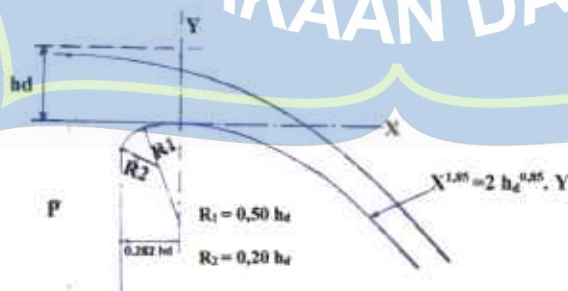
K dan n : Parameter yang bergantung pada kecepatan dan kemiringan permukaan hilir mercu (Tabel Nilai K dan n).

Tabel 2. Nilai K dan n

Kemiringan permukaan hilir	K	N
Vertikal	2,000	1,850
3:1	1,936	1,836
3:2	1,939	1,810
1:1	1,873	1,776

Sumber: (Kumala, 2019)

Terdapat berbagai bentuk mercu Ogee berdasarkan kemiringan permukaan hilir seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Bentuk Mercu Ogee

F. Flow Meter

Flow meter atau di kenal juga dengan alat ukur arus, biasanya digunakan untuk mengukur aliran pada air rendah. Alat ini merupakan alat pengukur kecepatan yang paling banyak digunakan karena memberikan ketelitian yang cukup tinggi. Kecepatan aliran yang diukur adalah kecepatan aliran titik dalam satu penampang aliran tertentu. Prinsip yang digunakan adalah adanya kaitan antara kecepatan aliran dengan kecepatan putaran baling-baling *flow meter*.

Dari kecepatan yang didapatkan dari alat ukur arus, maka akan di dapatkan debit pada suatu aliran tersebut. Pengukuran debit pada aliran air ini (saluran / sungai) memerlukan pengukuran yaitu luas penampang aliran dan kecepatan aliran. *Flow meter* dapat pula dibagi dalam dua kategori berdasarkan metode pengukurannya, kedua jenis *flow meter* tersebut antara lain:

- 1) *Flow meter* dengan pengukuran non otomatis yaitu *flow meter* dengan cara pengukuran atau perekaman data kecepatan arus yang harus dilakukan langsung oleh seseorang untuk membacanya, biasanya alat ini ditempatkan pada suatu struktur tertentu.
- 2) *Flow meter* dengan pengukuran otomatis, yaitu *flow meter* yang merekam data kecepatan arus tanpa harus langsung di periksa oleh pengguna, biasanya tipe ini memiliki saran penyimpanan data yang cukup untuk jangka waktu pengukuran tertentu.



Gambar 3. Flow Meter

G. Koefisien Debit (C_d)

Menurut Triatmodjo (1993), koefisien debit merupakan perbandingan antara debit nyata (laboratorium) dengan debit teoritis. Rumus koefisien debit yaitu sebagai berikut.

$$Q_{lab} = A \times V \quad (4)$$

Dimana :

A = Luas penampang (m^2)

V = Kecepatan aliran (m/dtk)

$$Q_{teoritis} = \frac{2}{3} b \sqrt{2gh}^3 \quad (5)$$

Dimana :

b = Lebar saluran (m)

g = Gaya gravitasi (m/dtk^2)

h = Tinggi muka air (m)

$$C_d = \frac{Q_{lab}}{Q_{teoritis}} \quad (6)$$

Dimana:

Q_{lab} = Debit aliran pengujian (m^3/dtk)

$Q_{teoritis}$ = Debit aliran teoritis (m^3/dtk)

$$Q = C_d b \sqrt{2gh}^{1/2} h \dots\dots\dots (7)$$

Dimana:

C_d = Koefisien debit

g = Gaya gravitasi (m/dtk^2)

b = Lebar saluran (m)

h = Tinggi muka air (m)

H. Bilangan Froude

Dalam buku Robert J Kodoatie (2009), Bambang Triatmodjo (2008), dan Frank M. White (1986), menjelaskan bahwa apabila suatu aliran mempunyai bilangan Froude $F = 1$, maka aliran bersifat kritis. Bila $F > 1$ maka aliran bersifat super kritis dan bila $F < 1$ maka aliran bersifat sub kritis. Bilangan Froude adalah perbandingan gaya-gaya inersia dengan gaya gravitasi per satuan volume, persamaan yang mendefinisikan bilangan Froude, dapat dituliskan dalam persamaan berikut ini:

$$Fr = \frac{v}{(gy)^{1/2}} \dots\dots\dots (8)$$

dimana:

Fr = Bilangan Froude

v = Kecepatan rata-rata aliran (m/det)

g = Gravitasi bumi (m^2 / det)

y = Kedalaman aliran (m)

Dalam buku Frank M. White (1986) dan Ven Te Chow (1989), parameter pokok yang mempengaruhi unjuk kerja loncatan hidrolik adalah bilangan Froude di bagian hulu. Bilangan Reynolds dan bentuk salurannya hanya mempunyai pengaruh sekunder. Untuk diuraikan klasifikasi loncatan hidrolik berdasarkan bilangan Froude. Sesuai penelitian yang dilakukan oleh Biro Reklamasi Amerika Serikat (Chow 1989) tipe – tipe tersebut dapat dibedakan berdasarkan bilangan *Froude* (Fr):

- 1) Bilangan *Froude* (Fr) = 1, aliran kritis sehingga tidak terbentuk.
- 2) Bilangan *Froude* (Fr) = 1 – 1,7.

Terjadi ombak pada permukaan air dan loncatan yang terjadi dinamakan loncatan berombak.



$F_1 = 1-1,7$ Loncatan berombak

Gambar 4 . Tipe loncatan Fr 1-1,7; sumber: Yusuf dan Gurawan (2013)

- 3) Bilangan *Froude* (Fr) = 1,7 – 2,5.

Terbentuk rangkaian gulungan ombak pada permukaan loncatan tetapi permukaan hilir tetap halus. Secara keseluruhan kecepatannya seragam dan rugi energinya kecil sehingga dinamakan loncatan lemah.



$F_1 = 1,7-2,5$ Loncatan lemah

Gambar 5. Tipe loncatan Fr 1,7 – 2,5; sumber: Yusuf dan Gurawan (2013)

4) Bilangan Froude (Fr) = 2,5 – 4,5.

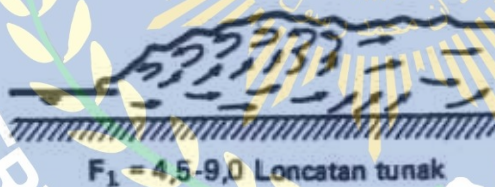
Terdapat semburan berisilasi menyertai dasar loncatan bergerak kepermukaan dan kembali lagi tanpa periode tertentu. Loncatan ini dinamakan loncatan berisilasi.



Gambar 6. Tipe loncatan Fr 2,5 – 4,5; sumber: Yusuf dan Gurawan (2013)

5. Bilangan Froude (Fr) = 4,6 – 9.

Loncatan yang mempunyai angka Froude 4,5 – 9 merupakan loncatan yang terbalik dalam peredaman energi. Pada loncatan ini terjadi gelombang air di hilir.



Gambar 7. Tipe loncatan Fr 4,5 – 9; sumber: Yusuf dan Gurawan (2013)

5. Bilangan Froude (Fr) > 9.

Pada bilangan Froude > 9, maka akan terjadi loncatan kuat yang menimbulkan gelombang air di hilirnya.



Gambar 8. Tipe loncatan $Fr > 9$; sumber: Yusuf dan Gurawan (2013)

I. Energi Spesifik

Menurut Jonas (2007), energi adalah tenaga atau gaya yang di hasilkan dari suatu pergerakan baik zat padat maupun cair, ataupun berasal dari perubahan dari pergerakan. Sedangkan energi spesifik, konsep dari energi spesifik sudah di kenalkan oleh Bakhmetef pada tahun 1912. Bahwa energi spesifik adalah tinggi tenaga pada sembarang tampang di ukur dari dasar saluran, atau tenaga pada setiap berat satuan air pada sembarang tampang di ukur dari dasar saluran. Dalam rumus dapat di tulis sebagai berikut.

$$E = \frac{v^2}{2g} + y \dots\dots\dots (9)$$

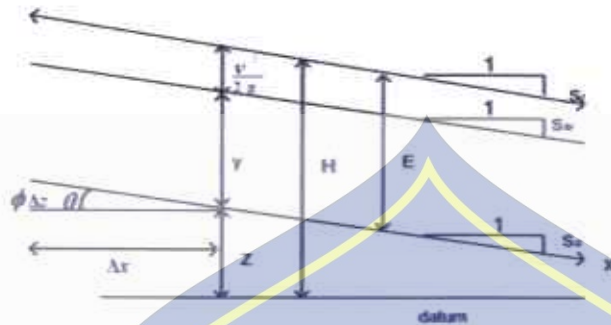
E = Energi spesifik (m)

V = Kecepatan aliran air (m/dtk)

g = Percepatan gravitasi (9.81 m/dtk²)

y = Kedalaman aliran (m).

Dengan persamaan di atas kecepatan laju air dan tinggi kedalaman air sangat mempengaruhi hasil dari energy spesifik. Ketika tinggi kedalaman air besar maka energy yang di hasilkan cukup besar dan sebaliknya. Dalam buku Ven Te Chow (1959) dan Robert, J.K (2002), besarnya energi spesifik dapat dirumuskan sebagai berikut. Parameter energi spesifik dapat dilihat pada gambar berikut .



Gambar 9. Parameter energi spesifik (Robert J.K. 2002)

Menurut Rangga Raju (1981). Dasar saluran diasumsikan mempunyai kemiringan landai atau tanpa kemiringan. Z adalah ketinggian dasar diatas garis referensi yang dipilih, h adalah kedalaman aliran, dan faktor koreksi energi (α) dimisalkan sama dengan satu. Energi spesifik aliran pada setiap penampang tertentu dihitung sebagai total energi pada penampang itu dengan menggunakan dasar saluran sebagai referensi.

J. Kehilangan Energi

Energi adalah tenaga atau gaya yang di hasilkan dari suatu pergerakan baik zat padat maupun cair, ataupun berasal dari perubahan dari pergerakan. Jurnal (Akhir et al., 2017) menyatakan bahwa kehilangan energi (ΔE) adalah selisih antara energi pra-konstriksi dan pasca-konstriksi, atau besarnya kehilangan energi atau berkurangnya aliran air di dalam saluran. Kehilangan energi sangat dipengaruhi oleh dimensi saluran, kemiringan, dan kekasaran, dan aliran air mengalami perubahan energi (kerugian) karena faktor-faktor tersebut.

Dari data diatas diperoleh persamaan besarnya kehilangan energi sebagai berikut:

$$\Delta E = E1 - E2 \dots\dots\dots (10)$$

Dengan:

ΔE = Kehilangan energi (m)

$E1$ = Kehilangan energi sebelum mercu (m)

$E2$ = Kehilangan energi setelah mercu (m)

Tinggi muka air adalah salah satu peranan yang mempengaruhi besar dari energi.

Tinggi rendahnya muka air dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain adalah kemiringan dasar saluran, lebar saluran, debit air, dan lain - lain.

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Lokasi dan Waktu Penelitian

Lokasi penelitian bertempat di Laboratorium Hidraulika Fakultas Teknik Program Studi Teknik Pengairan Universitas Muhammadiyah Makassar. Penelitian dilakukan pada bulan September 2022 sampai selesai.

B. Jenis Penelitian dan Sumber Data

1. Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen laboratorium. Menurut Sugiyono (2009:107) metode penelitian eksperimen adalah metode penelitian yang digunakan untuk mencari pengaruh perlakuan tertentu terhadap yang lain dalam kondisi yang terkendali.

2. Sumber Data

Pada penelitian ini menggunakan data primer yaitu data yang diperoleh langsung dari laboratorium Universitas Muhammadiyah Makassar.

C. Alat dan Bahan

1. Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

a) Form pencatatan data

Form pencatatan data digunakan untuk mencatat data yang diperoleh pada saat melakukan percobaan di laboratorium.

b) Alat tulis

Alat tulis yang digunakan yaitu pulpen untuk mencatat semua hasil data percobaan.

c) Mistar



Gambar 10. Mistar dan Stiker Penggaris

Mistar digunakan untuk mengukur kedalaman air, lebar saluran dan panjang saluran di laboratorium. Kami menggunakan 2 mistar yaitu mistar besi dan mistar stiker yang ditempel pada dinding saluran agar nilai yang didapatkan lebih akurat.

d) Alat dokumentasi

Alat dokumentasi yang digunakan yaitu dapat berupa kamera handphone untuk mengambil gambar maupun video pada saat melakukan percobaan.

e) Pompa air



Gambar 11. Pompa Air

Pompa merupakan alat bantu untuk menyuplai air dengan menggunakan mesin.

f) Flow Meter



Gambar 12. Flow Meter

Alat yang digunakan untuk mengukur kecepatan aliran.

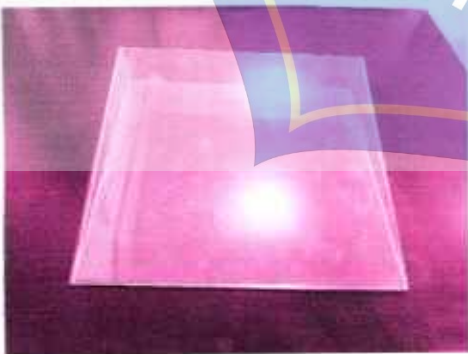
g) Flume



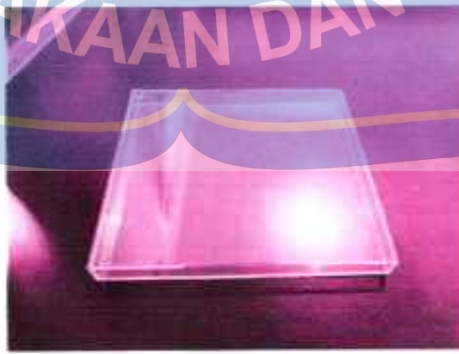
Gambar 13. Flume

Satu set model saluran terbuka.

h) Model mercu, dasar saluran dan dinding penahan



Gambar 14. Model dasar saluran

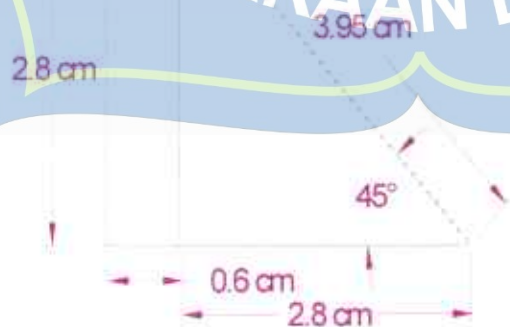


Gambar 15. Model dinding penahan

Gambar 16. Model Kemiringan Hilir Mercu 1:1

a. Perhitungan Model Kemiringan Hilir Mercu 1:1

$$\begin{aligned} r &= \sqrt{x^2 + y^2} \\ &= \sqrt{2,8^2 + 2,8^2} \\ &= \sqrt{7,84 + 7,84} \\ &= \sqrt{15,68} \\ &= 3,95 \text{ cm} \end{aligned}$$



Gambar 17. Kemiringan Hilir Mercu 1:1

b. Perhitungan Model Kemiringan Hilir Mercu 1:2

$$\begin{aligned} r &= \sqrt{x^2 + y^2} \\ &= \sqrt{2,8^2 + 5,6^2} \\ &= \sqrt{7,84 + 31,36} \\ &= \sqrt{39,2} \\ &= 6,30 \text{ cm} \end{aligned}$$



Gambar 18. Model Kemiringan Hilir Mercu 1:2

2. Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

a) Air

Berperan sebagai fluida yang akan dialirkan pada saluran.

b) Plastisin

Digunakan untuk mencegah terjadinya rembesan air pada saluran.

D. Metode Analisis Data

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

1. Perhitungan bilangan Froude (Fr):

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

2. Perhitungan panjang loncatan hidrolik:

$$Lr = 5-7 (y_4 - y_2)$$

$$Lr = \sigma (Fr - 1)^{1/4} \cdot y_1$$

3. Perhitungan energi spesifik:

$$E = \frac{v^2}{2g} + y$$

E. Variabel yang Diteliti

Pada penelitian ini akan menggunakan dua variabel, yaitu sebagai berikut:

1. Dalam penelitian ini, variabel bebas yang akan kami gunakan adalah debit aliran (Q), kemiringan peluncur mercu dan dimensi penampang saluran.
2. Dalam penelitian ini, variabel terikat yang akan kami gunakan adalah kecepatan aliran (v), kedalaman (y) dan panjang loncatan hidrolik (L).

F. Prosedur Penelitian

Adapun langkah-langkah yang dilakukan dalam prosedur penelitian adalah sebagai berikut.

- 1) Mempersiapkan peralatan di laboratorium termasuk membuat uji model saluran.
- 2) Melakukan kalibrasi alat dengan tujuan agar data yang diperoleh akurat.
- 3) Melakukan percobaan pendahuluan untuk mengetahui efektivitas flume dan alat yang digunakan.
- 4) Melakukan pengaliran untuk mercu dengan kemiringan peluncur yang pertama yaitu 1:1.

5) Setelah aliran pada saluran stabil, maka dilanjutkan dengan pengambilan data dengan variasi kemiringan peluncur 1:1 dan 1:2. Adapun data yang akan diambil

diantaranya yaitu :

- Kecepatan aliran dengan menggunakan current meter pada saat pengaliran.
- Kedalaman muka air dengan menggunakan penggaris.

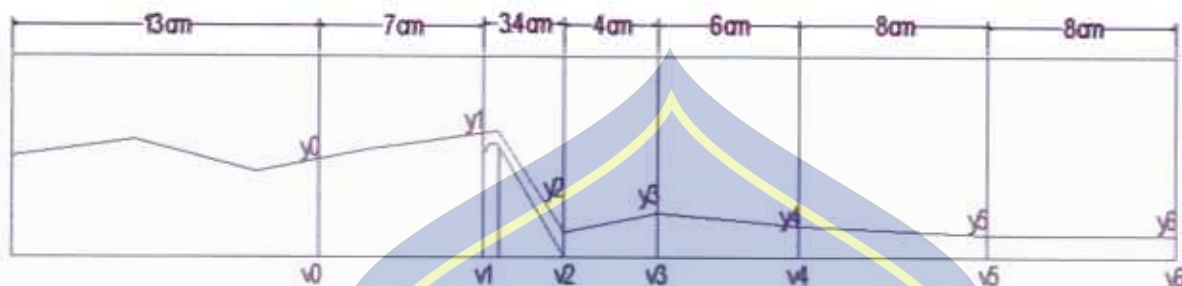
6) Mengamati loncatan hidrolik yang terjadi secara langsung pada model saluran

7) Mencatat data penelitian pada form pencatatan data yang telah disediakan.

8) Analisis atau validasi data dari hasil pencatatan pengamatan uji model yang telah dilakukan.

9) Hasil penelitian.

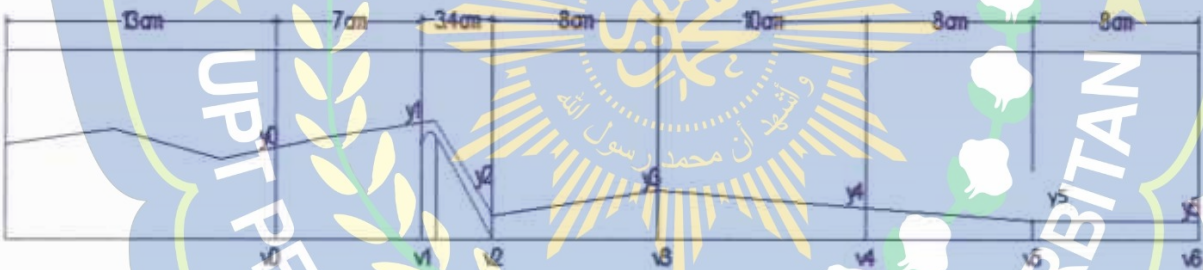
Skema Titik Pengambilan Data



Gambar 19. Titik pengambilan data kemiringan peluncur 1:1 dengan debit Q_1



Gambar 20. Titik pengambilan data kemiringan peluncur 1:1 dengan debit Q_2



Gambar 21. Titik pengambilan data kemiringan peluncur 1:1 dengan debit Q_3

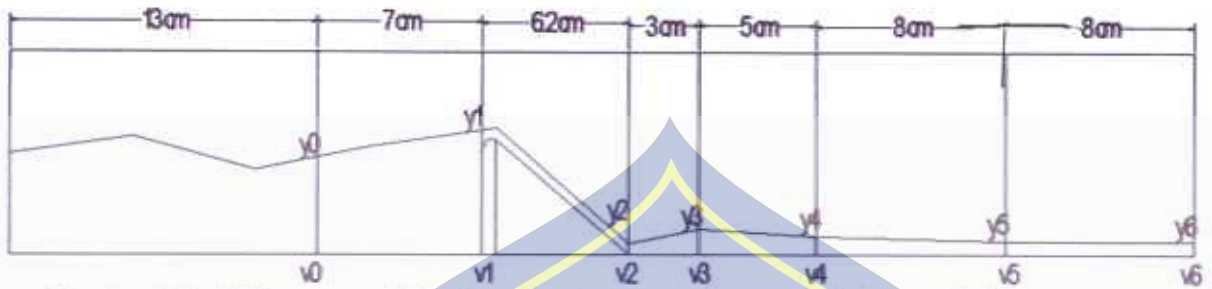


(a)



(b)

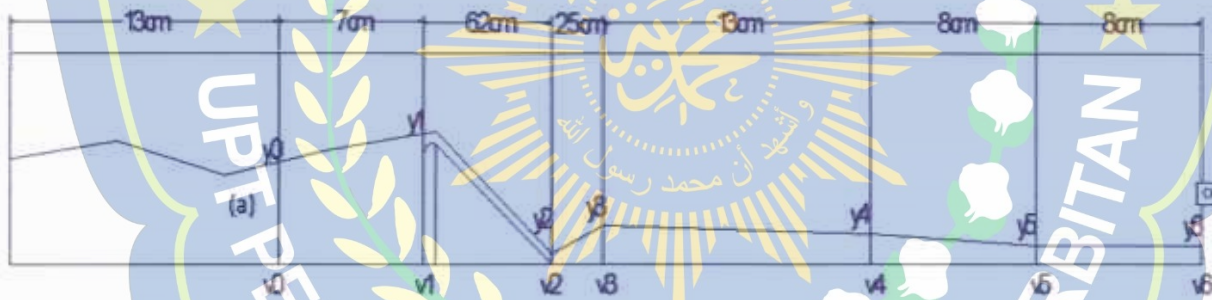
Gambar 22. (a)Tampak samping (b) Tampak atas kemiringan peluncur 1:1



Gambar 23. Titik pengambilan data kemiringan peluncur 1:2 dengan debit $Q1$



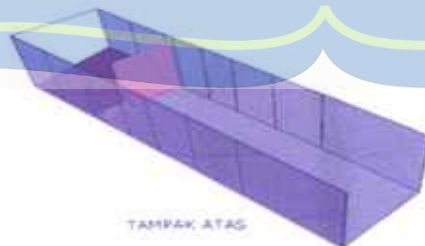
Gambar 24. Titik pengambilan data kemiringan peluncur 1:2 dengan debit $Q2$



Gambar 25. Titik pengambilan data kemiringan peluncur 1:2 dengan debit $Q3$



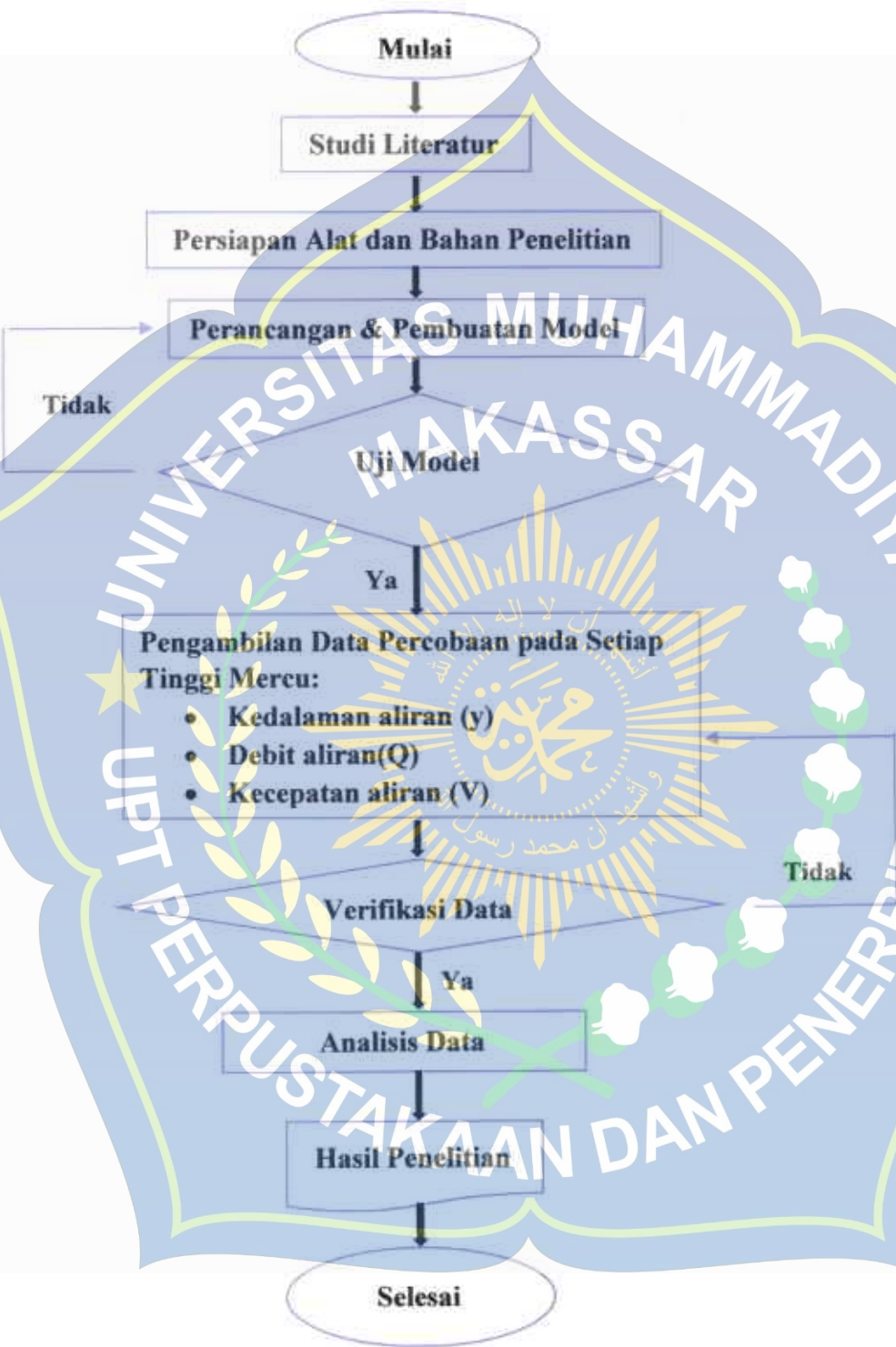
(a)



(b)

Gambar 26. (a)Tampak samping (b) Tampak atas kemiringan peluncur 1:2

G. Flowchart Penelitian



BAB IV

PEMBAHASAN HASIL PENELITIAN

A. Perhitungan Debit

1. Perhitungan Debit Aliran Teoritis

Berdasarkan data yang diperoleh pada pengujian di laboratorium diperoleh debit seperti pada Tabel 3.

$$Q_{\text{teoritis}} = \frac{2}{3} b \sqrt{2gh}^{3/2}$$

Tabel 3. Hasil Perhitungan Debit Aliran Teoritis

Debit (m ³ /dtk)	Tinggi muka air (m)	Lebar saluran (m)	Gaya Gravitasi (m/dtk ²)	Debit Aliran (m ³ /dtk)	Rata-rata Debit (m ³ /dtk)
Q1	0,013	0,281	9,81	0,0023318	0,0023318
	0,013	0,281	9,81	0,0023318	
Q2	0,014	0,281	9,81	0,0026060	0,0026060
	0,014	0,281	9,81	0,0026060	
Q3	0,015	0,281	9,81	0,0028901	0,0028901
	0,015	0,281	9,81	0,0028901	

2. Perhitungan Koefisien Debit (Cd)

Berdasarkan data yang diperoleh pada pengujian di laboratorium diperoleh debit seperti pada Tabel 4.

$$Cd = \frac{Q_{\text{lab}}}{Q_{\text{teoritis}}}$$

Tabel 4. Hasil Perhitungan Koefisien Debit

Debit (m ³ /dtk)	Q _{lab} (m ³ /dtk)	Q _{teoritis} (m ³ /dtk)	Cd
Q1	0,000731	0,0023318	0,313
	0,000365	0,0023318	0,157
Q2	0,001180	0,0026060	0,453
	0,000787	0,0026060	0,302
Q3	0,001686	0,0028901	0,583
	0,001265	0,0028901	0,438

3. Perhitungan Debit dengan Koefisien Debit (Cd)

Berdasarkan data yang diperoleh pada pengujian di laboratorium diperoleh debit seperti pada Tabel 5.

$Q = Cd \cdot b \cdot \sqrt{2gh}^{1/2} \cdot h$

Tabel 5. Hasil Perhitungan Debit Aliran dengan Koefisien Debit.

Debit (m ³ /dtk)	Koefisien Debit (Cd)	Tinggi muka air (m)	Lebar saluran (m)	Gaya Gravitasi (m/dtk ²)	Debit Aliran (m ³ /dtk)	Rata-rata Debit (m ³ /dtk)
Q1	0,313	0,013	0,281	9,81	0,0005780	0,0004335
	0,157	0,013	0,281	9,81	0,0002890	
Q2	0,453	0,014	0,281	9,81	0,0009338	0,0007781
	0,302	0,014	0,281	9,81	0,0006225	
Q3	0,583	0,015	0,281	9,81	0,0013339	0,0011672
	0,438	0,015	0,281	9,81	0,0010005	

Berdasarkan Tabel 5, dapat diketahui bahwa debit yang dihasilkan berdasarkan nilai Cd adalah nilai rata-rata debit (Q1) sebesar 0,0004335 m³/dtk, rata-rata debit (Q2) sebesar 0,0007781 m³/dtk, rata –rata debit (Q3) sebesar 0,0011672 m³/dtk. Jadi untuk nilai debit terendah adalah Q1 dan nilai debit tertinggi adalah Q3.

4. Perhitungan Debit Aliran di Laboratorium

Berdasarkan data yang diperoleh pada pengujian di laboratorium diperoleh debit seperti pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Perhitungan Debit Aliran di Laboratorium

Debit	Tinggi muka air	Lebar saluran	Luas Penampang	Kecepatan aliran	Debit Aliran	Rata-rata Debit
(m ³ /dtk)	(m)	(m)	(m ²)	(m/dtk)	(m ³ /dtk)	(m ³ /dtk)
Q1	0,013	0,281	0,0037	0,2	0,000731	0,000548
	0,013	0,281	0,0037	0,1	0,000365	
Q2	0,014	0,281	0,0039	0,3	0,001180	0,000984
	0,014	0,281	0,0039	0,2	0,000787	
Q3	0,015	0,281	0,0042	0,4	0,001686	0,001475
	0,015	0,281	0,0042	0,3	0,001265	

Berdasarkan Tabel 6, menghasilkan nilai rata-rata debit (Q1) sebesar 0,000548 m³/dtk, rata-rata debit (Q2) sebesar 0,000984 m³/dtk, rata-rata debit (Q3) sebesar 0,001475 m³/dtk.

Berdasarkan tabel 5 dan tabel 6 dapat diketahui bahwa debit dengan koefisien debit berbeda dengan nilai debit hasil pengujian laboratorium. Hal ini disebabkan karena nilai koefisien debit merupakan angka tidak berdimensi sebagai koreksi hasil pengukuran debit nyata aliran yang mengalir pada bangunan air terhadap hasil pengukuran debit teori aliran. Hasil penelitian dan studi pustaka menunjukkan bahwa nilai koefisien debit tidak konstan, nilai yang didapat tergantung pada beberapa faktor seperti tinggi muka air di hulu dan dimensi model bangunan.

5. Data-data hasil Pengujian

Data hasil pengujian di laboratorium dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Data Tinggi Muka Air (y), Data Kecepatan Aliran (v) dan Data Panjang Loncatan Pengujian (Lr)

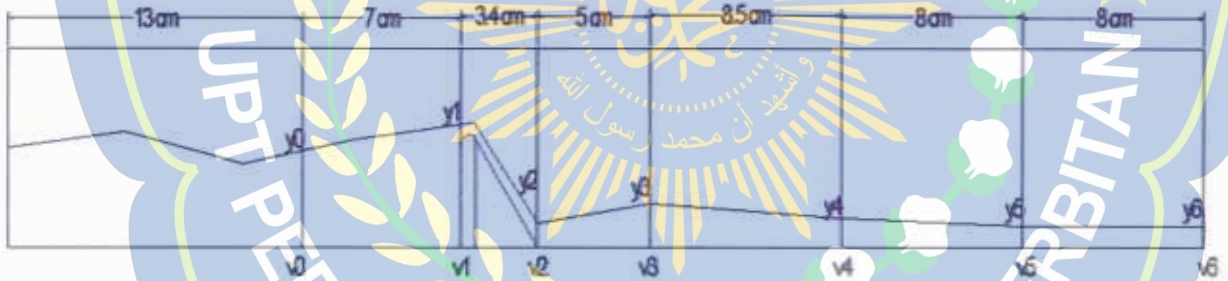
Kemiringan Peluncur	y0	v0	y1	v1	y2	v2	y3	v3	y4	v4	y5	v5	y6	v6	Lr
	m	m/dtk	m	m/dtk	m	m/dtk	m	m/dtk	m	m/dtk	m	m/dtk	m	m/dtk	m
1:1	0,043	0,1	0,017	0,1	0,015	0,5	0,020	0,6	0,017	0,2	0,013	0,2	0,013	0,2	0,100
	0,043	0,1	0,017	0,1	0,015	0,5	0,020	0,6	0,017	0,2	0,013	0,2	0,013	0,2	0,101
	0,043	0,1	0,017	0,1	0,015	0,5	0,020	0,6	0,017	0,2	0,013	0,2	0,013	0,2	0,100
	0,050	0,1	0,018	0,2	0,016	0,6	0,025	0,7	0,020	0,3	0,014	0,3	0,014	0,3	0,135
	0,050	0,1	0,018	0,2	0,016	0,6	0,025	0,7	0,020	0,3	0,014	0,3	0,014	0,3	0,136
	0,050	0,1	0,018	0,2	0,016	0,6	0,025	0,7	0,020	0,3	0,014	0,3	0,014	0,3	0,136
	0,055	0,2	0,020	0,3	0,017	0,7	0,030	0,8	0,025	0,4	0,015	0,4	0,015	0,4	0,180
	0,055	0,2	0,020	0,3	0,017	0,7	0,030	0,8	0,025	0,4	0,015	0,4	0,015	0,4	0,182
	0,054	0,2	0,020	0,3	0,017	0,7	0,030	0,8	0,025	0,4	0,015	0,4	0,015	0,4	0,183
	0,040	0,1	0,016	0,1	0,013	0,4	0,018	0,5	0,014	0,1	0,013	0,1	0,013	0,1	0,080
1:2	0,040	0,1	0,017	0,1	0,013	0,4	0,018	0,5	0,014	0,1	0,013	0,1	0,013	0,1	0,082
	0,040	0,1	0,016	0,1	0,013	0,4	0,018	0,5	0,014	0,1	0,013	0,1	0,013	0,1	0,080
	0,046	0,1	0,018	0,2	0,014	0,5	0,019	0,6	0,016	0,2	0,014	0,2	0,014	0,2	0,109
	0,046	0,1	0,018	0,2	0,014	0,5	0,020	0,6	0,016	0,2	0,014	0,2	0,014	0,2	0,109
	0,046	0,1	0,018	0,2	0,014	0,5	0,020	0,6	0,016	0,2	0,014	0,2	0,014	0,2	0,108
	0,049	0,2	0,020	0,3	0,015	0,6	0,025	0,7	0,020	0,3	0,015	0,3	0,015	0,3	0,155
	0,049	0,2	0,019	0,3	0,015	0,6	0,024	0,7	0,020	0,3	0,015	0,3	0,015	0,3	0,156
	0,049	0,2	0,019	0,3	0,015	0,6	0,024	0,7	0,020	0,3	0,015	0,3	0,015	0,3	0,155

B. Perhitungan Panjang Loncatan Hidrolik

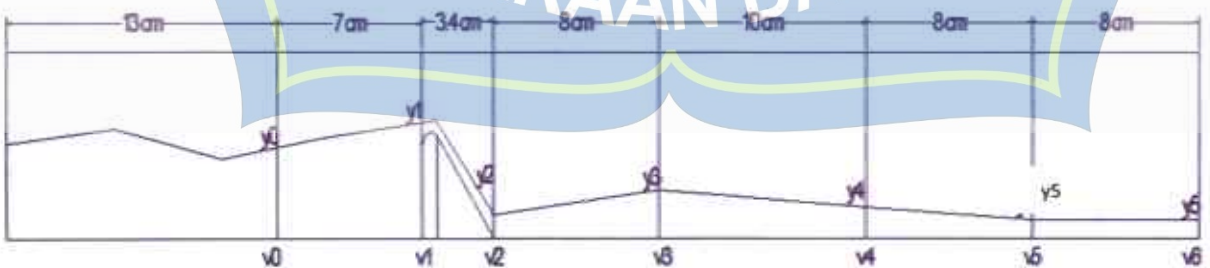
Sketsa titik pengukuran kedalaman aliran pada kemiringan peluncur 1:1 dengan percobaan debit pengaliran (Q_1) terdapat pada Gambar 27, debit pengaliran (Q_2) dapat dilihat pada Gambar 28 dan debit pengaliran (Q_3) dapat dilihat pada Gambar 29.



Gambar 27. Sketsa titik pengambilan data (y_2 & y_4) kemiringan peluncur 1:1 dengan debit Q_1

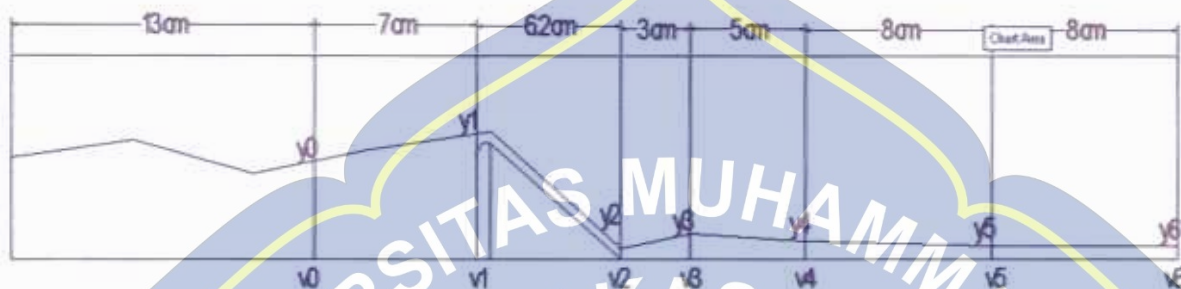


Gambar 28. Sketsa titik pengambilan data (y_2 & y_4) kemiringan peluncur 1:1 dengan debit Q_2

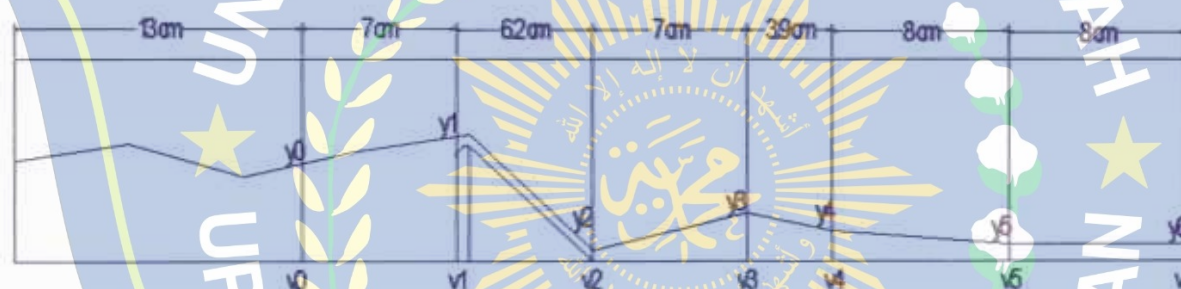


Gambar 29. Sketsa titik pengambilan data (y_2 & y_4) kemiringan peluncur 1:1 dengan debit Q_3

Sketsa titik pengukuran kedalaman aliran pada kemiringan peluncur 1:2 dengan percobaan debit pengaliran (Q_1) terdapat pada Gambar 30, debit pengaliran (Q_2) dapat dilihat pada Gambar 31 dan debit pengaliran (Q_3) dapat dilihat pada Gambar 32.



Gambar 30. Sketsa titik pengambilan data (y_2 & y_4) kemiringan peluncur 1:2 dengan debit Q_1



Gambar 31. Sketsa titik pengambilan data (y_2 & y_4) kemiringan peluncur 1:2 dengan debit Q_2



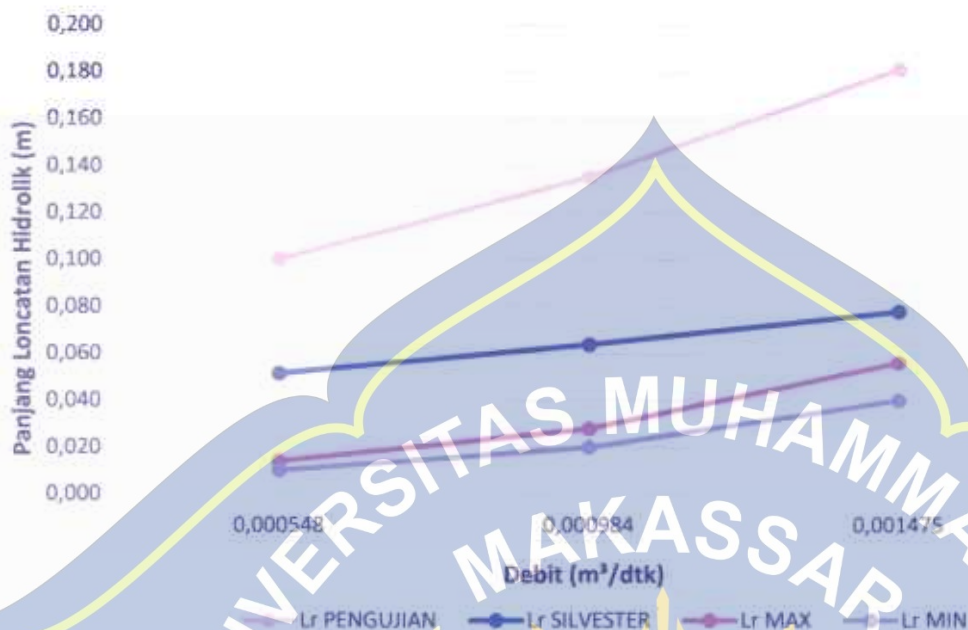
Gambar 32. Sketsa titik pengambilan data (y_2 & y_4) kemiringan peluncur 1:2 dengan debit Q_3

Perhitungan panjang loncatan hidrolik dengan metode L_{rmin} - L_{rmax} , metode Silvester dan L_r pengujian dapat dilihat pada Tabel 8. Grafik hubungan antara panjang loncatan hidrolik dengan kemiringan peluncur dapat dilihat pada Gambar 33 dan Gambar 34.

Tabel 8. Hasil Perhitungan Panjang Loncatan Hidrolik

Kemiringan Peluncur	Debit Aliran (m^3/dtk)	Kedalaman Aliran (m)		Panjang Loncatan Pengujian (m)	Panjang Loncatan Perhitungan		
		y2	y4		L_r Silvester	L_{rmax}	L_{rmin}
1:1	Q1 (0,000548)	0,015	0,017	0,100	0,051	0,014	0,010
		0,015	0,017	0,101	0,051	0,014	0,010
		0,015	0,017	0,100	0,051	0,014	0,010
	Q2 (0,000984)	0,016	0,020	0,135	0,064	0,028	0,020
		0,016	0,020	0,136	0,064	0,028	0,020
		0,016	0,020	0,136	0,064	0,028	0,020
	Q3 (0,001475)	0,017	0,025	0,180	0,078	0,056	0,040
		0,017	0,025	0,182	0,078	0,056	0,040
		0,017	0,025	0,183	0,078	0,056	0,040
1:2	Q1 (0,000548)	0,013	0,014	0,080	0,024	0,007	0,005
		0,013	0,014	0,082	0,024	0,007	0,005
		0,013	0,014	0,080	0,024	0,007	0,005
	Q2 (0,000984)	0,014	0,016	0,109	0,053	0,014	0,010
		0,014	0,016	0,109	0,048	0,014	0,010
		0,014	0,016	0,108	0,048	0,014	0,010
	Q3 (0,001475)	0,015	0,020	0,155	0,060	0,035	0,025
		0,015	0,020	0,156	0,064	0,035	0,025
		0,015	0,020	0,155	0,060	0,035	0,025

Berdasarkan Tabel 8, dapat diketahui bahwa nilai tertinggi panjang loncatan hidrolik dengan metode L_{rmin} sebesar 0,040 m pada kemiringan 1:1, dan nilai tertinggi panjang loncatan hidrolik dengan metode L_{rmax} sebesar 0,056 m pada kemiringan 1:1. Nilai tertinggi panjang loncatan hidrolik dengan metode L_r Silvester sebesar 0,078 m pada kemiringan 1:1. Sedangkan pada pengujian langsung nilai tertinggi panjang loncatan hidrolik sebesar 0,182 m pada kemiringan 1:1.

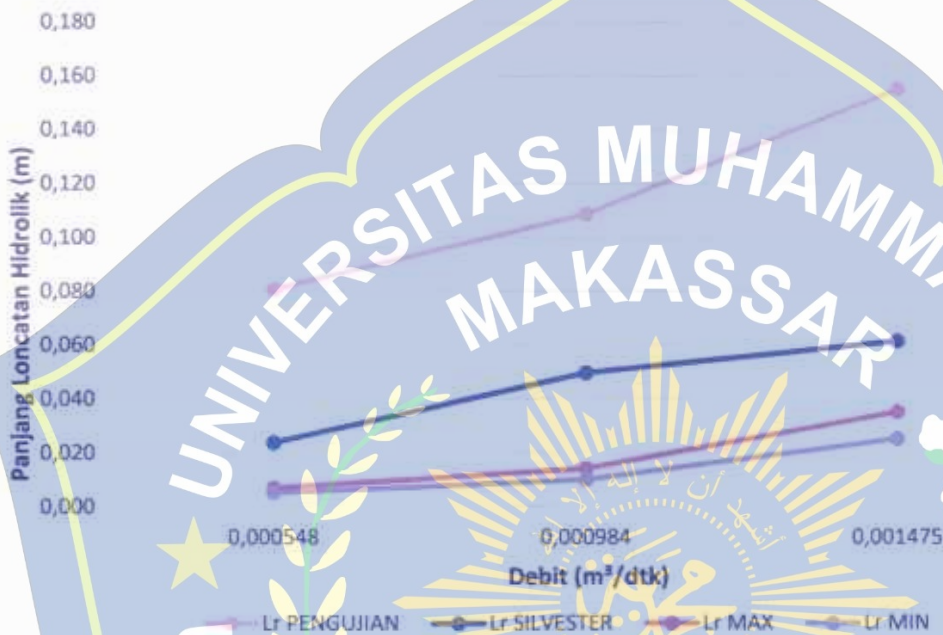


Gambar 33. Hubungan Pengaruh Debit pada Variasi Kemiringan Peluncur 1:1 dengan Panjang Loncatan Hidrolik

Pada Gambar 33 dapat diketahui panjang loncatan yang terjadi pada kemiringan peluncur 1:1 dengan metode Lr_{min} menghasilkan nilai rata-rata 0.010 m, 0,020 m, 0,040 m. Panjang loncatan yang terjadi pada kemiringan peluncur 1:1 dengan metode Lr_{max} menghasilkan nilai rata-rata 0.014 m, 0,028 m, 0,056 m. Panjang loncatan yang terjadi pada kemiringan peluncur 1:1 dengan metode $Lr_{Silvester}$ menghasilkan nilai rata-rata 0.051 m, 0,064 m, 0,078 m. Sedangkan panjang loncatan yang terjadi pada kemiringan peluncur 1:1 dengan hasil pengujian langsung menghasilkan nilai rata-rata 0.100 m, 0,136 m, 0,182 m. Hal ini menunjukkan adanya perbedaan antara penelitian di laboratorium dan perhitungan secara teori.

Pada Gambar 33 pula, dapat diketahui bahwa debit aliran berbanding lurus dengan panjang loncatan air (Lr), dimana semakin besar debit aliran maka semakin besar panjang loncatan yang terjadi dan sebaliknya semakin kecil debit maka panjang

loncatan yang dihasilkan kecil. Hal ini disebabkan karena jika nilai debit besar maka kecepatan air yang terjun pada mercu semakin besar sehingga aliran yang besar akan mengakibatkan loncatan hidrolis yang besar pula.



Gambar 34. Hubungan Pengaruh Debit pada Variasi Kemiringan Peluncur 1:2 dengan Panjang Loncatan Hidrolik

Pada Gambar 34 dapat diketahui panjang loncatan yang terjadi pada kemiringan peluncur 1:2 dengan metode $L_{r_{min}}$ menghasilkan nilai rata-rata 0,005 m, 0,010 m, 0,025 m. Panjang loncatan yang terjadi pada kemiringan peluncur 1:2 dengan metode $L_{r_{max}}$ menghasilkan nilai rata-rata 0,007 m, 0,014 m, 0,035 m. Panjang loncatan yang terjadi pada kemiringan peluncur 1:2 dengan metode L_r Silvester menghasilkan nilai rata-rata 0,024 m, 0,049 m, 0,061 m. Sedangkan panjang loncatan yang terjadi pada kemiringan peluncur 1:2 dengan hasil pengujian langsung menghasilkan nilai rata-rata 0,081 m, 0,109 m, 0,115 m. Hal ini menunjukkan adanya perbedaan antara penelitian di laboratorium dan perhitungan secara teori.

Pada Gambar 34 pula, dapat diketahui bahwa debit aliran berbanding lurus dengan panjang loncatan air (L_r), dimana semakin besar debit aliran maka semakin besar panjang loncatan yang terjadi dan sebaliknya semakin kecil debit maka panjang loncatan yang dihasilkan kecil. Hal ini disebabkan karena jika nilai debit besar maka kecepatan air yang terjun pada mercu semakin besar sehingga aliran yang besar akan mengakibatkan loncatan hidrolis yang besar pula.

C. Perhitungan Jenis Loncatan Hidrolik

1. Perhitungan Bilangan Froude

Untuk mengetahui karakteristik aliran, maka perlu dihitung dengan menggunakan rumus bilangan Froude. Bilangan Froude didapatkan dari nilai kecepatan dibagi dengan akar kuadrat dari gaya gravitasi dikalikan dengan kedalaman aliran. Karakteristik aliran berdasarkan bilangan Froude terdiri dari aliran subkritis ($Fr < 1$), aliran kritis ($Fr = 1$), dan aliran superkritis ($Fr > 1$).



Gambar 35. Sketsa Titik Pengambilan Data Untuk Karakteristik Aliran

Titik pengambilan data untuk karakteristik aliran sebelum loncatan diambil nilai pada titik y2 untuk kedalaman aliran dan v2 untuk kecepatan aliran. Titik pengambilan data untuk karakteristik aliran saat loncatan diambil nilai pada titik y3 untuk kedalaman aliran dan v3 untuk kecepatan aliran. Titik pengambilan data untuk karakteristik aliran setelah loncatan diambil nilai pada titik y4 untuk kedalaman aliran dan v4 untuk kecepatan aliran.

Hasil perhitungan karakteristik aliran sebelum loncat dapat dilihat pada tabel 9, hasil perhitungan karakteristik aliran saat loncat dapat dilihat pada tabel 10 dan hasil perhitungan karakteristik aliran setelah loncat dapat dilihat pada tabel 11.

Karakteristik aliran berdasarkan bilangan Froude terdiri dari aliran subkritis ($Fr < 1$), aliran kritis ($Fr = 1$), dan aliran superkritis ($Fr > 1$). Berdasarkan tabel 9, karakteristik aliran sebelum loncatan dengan kemiringan peluncur 1:1 dan 1:2 menghasilkan aliran superkritis. Berdasarkan tabel 10, karakteristik aliran saat loncatan dengan kemiringan peluncur 1:1 dan 1:2 menghasilkan aliran superkritis. Berdasarkan tabel 11, karakteristik aliran setelah loncatan untuk sudut peluncur mereduksi 1:1 dan 1:2 menghasilkan aliran subkritis.

Tabel 9. Karakteristik Aliran Sebelum Loncatan Hidrolik pada y2

Kemiringan Peluncur	Debit (m³/dtk)	Kedalaman Air Sebelum Loncatan (y2) (m)	Keccepatan Air Sebelum Loncatan (v2) (m/dtk)	g (m/dtk²)	Bilangan Froude	Karateristik Aliran
1:1	Q1 (0,000548)	0,015	0,5	9,81	1,303	Superkritis
		0,015	0,5	9,81	1,303	Superkritis
		0,015	0,5	9,81	1,303	Superkritis
	Q2 (0,000984)	0,016	0,6	9,81	1,514	Superkritis
		0,016	0,6	9,81	1,514	Superkritis
		0,016	0,6	9,81	1,514	Superkritis
	Q3 (0,001475)	0,017	0,7	9,81	1,614	Superkritis
		0,017	0,7	9,81	1,614	Superkritis
		0,017	0,7	9,81	1,614	Superkritis
1:2	Q1 (0,000548)	0,013	0,4	9,81	1,120	Superkritis
		0,013	0,4	9,81	1,120	Superkritis
		0,013	0,4	9,81	1,120	Superkritis
	Q2 (0,000984)	0,014	0,5	9,81	1,349	Superkritis
		0,014	0,5	9,81	1,349	Superkritis
		0,014	0,5	9,81	1,349	Superkritis
	Q3 (0,001475)	0,015	0,6	9,81	1,564	Superkritis
		0,015	0,6	9,81	1,564	Superkritis
		0,015	0,6	9,81	1,564	Superkritis

Tabel 10. Karakteristik Aliran Saat Terjadi Loncatan Hidrolik pada y3

Kemiringan Peluncur	Debit (m³/dtk)	Kedalaman Air Saat Loncatan (v3) (m)	Kecepatan Air Saat Loncatan (v3) (m/dtk)	g (m/dtk²)	Bilangan Froude	Karakteristik Aliran
1:1	Q1 (0,000548)	0,020	0,6	9,81	1,355	Superkitis
		0,020	0,6	9,81	1,355	Superkitis
		0,020	0,6	9,81	1,355	Superkitis
	Q2 (0,000984)	0,025	0,7	9,81	1,413	Superkitis
		0,025	0,7	9,81	1,413	Superkitis
		0,025	0,7	9,81	1,413	Superkitis
	Q3 (0,001475)	0,030	0,8	9,81	1,475	Superkitis
		0,030	0,8	9,81	1,475	Superkitis
		0,030	0,8	9,81	1,475	Superkitis
1:2	Q1 (0,000548)	0,018	0,5	9,81	1,190	Superkitis
		0,018	0,5	9,81	1,190	Superkitis
		0,018	0,5	9,81	1,190	Superkitis
	Q2 (0,000984)	0,019	0,6	9,81	1,390	Superkitis
		0,020	0,6	9,81	1,355	Superkitis
		0,020	0,6	9,81	1,355	Superkitis
	Q3 (0,001475)	0,025	0,7	9,81	1,413	Superkitis
		0,024	0,7	9,81	1,443	Superkitis
		0,025	0,7	9,81	1,413	Superkitis

Tabel 11. Karakteristik Aliran Setelah Loncatan Hidrolik pada y4

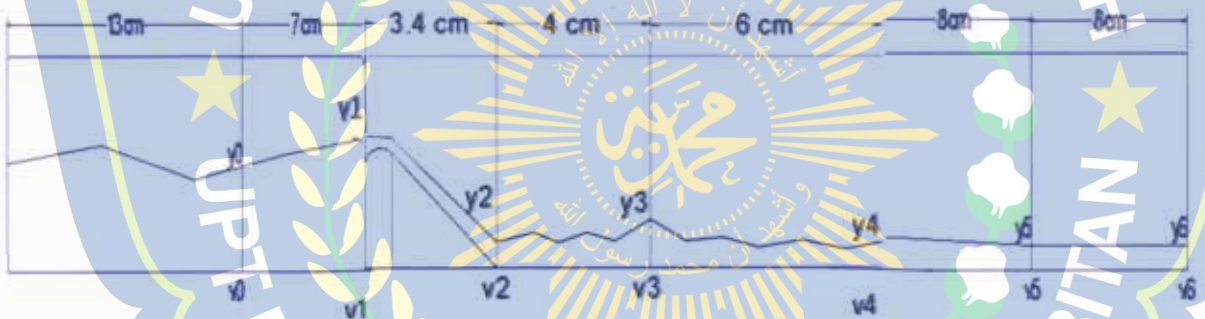
Kemiringan Peluncur	Debit (m ³ /dtk)	Kedalaman Air Setelah Loncatan (y4) (m)	Kecepatan Air Setelah Loncatan (v4) (m/dtk)	g (m/dtk ²)	Bilangan Froude	Karakteristik Aliran
1:1	Q1 (0,000548)	0,017	0,2	9,81	0,490	Subkritis
		0,017	0,2	9,81	0,490	Subkritis
		0,017	0,2	9,81	0,490	Subkritis
	Q2 (0,000984)	0,020	0,3	9,81	0,677	Subkritis
		0,020	0,3	9,81	0,677	Subkritis
		0,020	0,3	9,81	0,677	Subkritis
	Q3 (0,001475)	0,025	0,4	9,81	0,808	Subkritis
		0,025	0,4	9,81	0,808	Subkritis
		0,025	0,4	9,81	0,808	Subkritis
1:2	Q1 (0,000548)	0,014	0,1	9,81	0,270	Subkritis
		0,014	0,1	9,81	0,270	Subkritis
		0,014	0,1	9,81	0,270	Subkritis
	Q2 (0,000984)	0,016	0,2	9,81	0,505	Subkritis
		0,016	0,2	9,81	0,505	Subkritis
		0,016	0,2	9,81	0,505	Subkritis
	Q3 (0,001475)	0,020	0,3	9,81	0,677	Subkritis
		0,020	0,3	9,81	0,677	Subkritis
		0,020	0,3	9,81	0,677	Subkritis

2. Jenis Loncatan Berdasarkan Bilangan Froude

Berdasarkan klasifikasi loncatan hidrolik Biro Reklamasi Amerika Serikat (Chow 1989). Hasil penelitian menghasilkan type loncatan:

1. Tidak terbentuk, bilangan *Froude* (Fr) < 1
2. Type berombak, terjadi ombak pada permukaan air dan loncatan yang terjadi dinamakan loncatan berombak, bilangan *Froude* (Fr) $= 1 - 1,7$.

Titik pengambilan data untuk jenis loncatan aliran diambil pada titik y_2 , y_3 dan y_4 untuk kedalaman aliran dan v_2 , v_3 dan v_4 untuk kecepatan aliran. Hasil perhitungan jenis loncatan hidrolik dapat dilihat pada tabel 12, tabel 13 dan tabel 14.



Gambar 36. Sketsa Titik Pengambilan Data Untuk Karakteristik Aliran

Tabel 12. Hasil Perhitungan Jenis Loncatan Hidrolik pada y2

Kemiringan Peluncur	Debit (m³/dtk)	Kedalaman Air Sebelum Loncatan (y2) (m)	Kecapatan Air Sebelum Loncatan (v2) (m/dtk)	g (m/dtk²)	Bilangan Froude	Karakteristik Aliran	Jenis Loncatan
1:1	Q1 (0,000548)	0,015	0,5	9,81	1,303	Superkritis	Berombak
		0,015	0,5	9,81	1,303	Superkritis	Berombak
		0,015	0,5	9,81	1,303	Superkritis	Berombak
	Q2 (0,000984)	0,016	0,6	9,81	1,514	Superkritis	Berombak
		0,016	0,6	9,81	1,514	Superkritis	Berombak
		0,016	0,6	9,81	1,514	Superkritis	Berombak
	Q3 (0,001475)	0,017	0,7	9,81	1,614	Superkritis	Berombak
		0,017	0,7	9,81	1,614	Superkritis	Berombak
		0,017	0,7	9,81	1,614	Superkritis	Berombak
1:2	Q1 (0,000548)	0,013	0,4	9,81	1,120	Superkritis	Berombak
		0,013	0,4	9,81	1,120	Superkritis	Berombak
		0,013	0,4	9,81	1,120	Superkritis	Berombak
	Q2 (0,000984)	0,014	0,5	9,81	1,349	Superkritis	Berombak
		0,014	0,5	9,81	1,349	Superkritis	Berombak
		0,014	0,5	9,81	1,349	Superkritis	Berombak
	Q3 (0,001475)	0,015	0,6	9,81	1,564	Superkritis	Berombak
		0,015	0,6	9,81	1,564	Superkritis	Berombak
		0,015	0,6	9,81	1,564	Superkritis	Berombak

Tabel 13. Hasil Perhitungan Jenis Loncatan Hidrolik pada y3

Kemiringan Peluncur	Debit (m³/dtk)	KedalamanAir Saat Loncatan (y3) (m)	Kecepatan Air Saat Loncatan (v3) (m/dtk)	g (m/dtk²)	Bilangan Froude	Karakteristik Aliran	Jenis Loncatan
1:1	Q1 (0,000548)	0,020	0,6	9,81	1,355	Superkritis	Berombak
		0,020	0,6	9,81	1,355	Superkritis	Berombak
		0,020	0,6	9,81	1,355	Superkritis	Berombak
	Q2 (0,000984)	0,025	0,7	9,81	1,413	Superkritis	Berombak
		0,025	0,7	9,81	1,413	Superkritis	Berombak
		0,025	0,7	9,81	1,413	Superkritis	Berombak
	Q3 (0,001475)	0,030	0,8	9,81	1,475	Superkritis	Berombak
		0,030	0,8	9,81	1,475	Superkritis	Berombak
		0,030	0,8	9,81	1,475	Superkritis	Berombak
1:2	Q1 (0,000548)	0,018	0,5	9,81	1,190	Superkritis	Berombak
		0,018	0,5	9,81	1,190	Superkritis	Berombak
		0,018	0,5	9,81	1,190	Superkritis	Berombak
	Q2 (0,000984)	0,019	0,6	9,81	1,390	Superkritis	Berombak
		0,020	0,6	9,81	1,355	Superkritis	Berombak
		0,020	0,6	9,81	1,355	Superkritis	Berombak
	Q3 (0,001475)	0,025	0,7	9,81	1,413	Superkritis	Berombak
		0,024	0,7	9,81	1,443	Superkritis	Berombak
		0,025	0,7	9,81	1,413	Superkritis	Berombak

Tabel 14. Hasil Perhitungan Jenis Loncatan Hidrolik pada y4

Kemiringan Peluncur	Debit (m ³ /dtk)	Kedalaman Air Setelah Loncatan (y4) (m)	Kecepatan Air Setelah Loncatan (v4) (m/dtk)	g (m/dtk ²)	Bilangan Froude	Karakteristik Aliran	Jenis Loncatan
1:1	Q1 (0,000548)	0,017	0,2	9,81	0,490	Subkritis	Tidak Terbentuk
		0,017	0,2	9,81	0,490	Subkritis	Tidak Terbentuk
		0,017	0,2	9,81	0,490	Subkritis	Tidak Terbentuk
	Q2 (0,000984)	0,020	0,3	9,81	0,677	Subkritis	Tidak Terbentuk
		0,020	0,3	9,81	0,677	Subkritis	Tidak Terbentuk
		0,020	0,3	9,81	0,677	Subkritis	Tidak Terbentuk
	Q3 (0,001475)	0,025	0,4	9,81	0,808	Subkritis	Tidak Terbentuk
		0,025	0,4	9,81	0,808	Subkritis	Tidak Terbentuk
		0,025	0,4	9,81	0,808	Subkritis	Tidak Terbentuk
1:2	Q1 (0,000548)	0,014	0,1	9,81	0,270	Subkritis	Tidak Terbentuk
		0,014	0,1	9,81	0,270	Subkritis	Tidak Terbentuk
		0,014	0,1	9,81	0,270	Subkritis	Tidak Terbentuk
	Q2 (0,000984)	0,016	0,2	9,81	0,505	Subkritis	Tidak Terbentuk
		0,016	0,2	9,81	0,505	Subkritis	Tidak Terbentuk
		0,016	0,2	9,81	0,505	Subkritis	Tidak Terbentuk
	Q3 (0,001475)	0,020	0,3	9,81	0,677	Subkritis	Tidak Terbentuk
		0,020	0,3	9,81	0,677	Subkritis	Tidak Terbentuk
		0,020	0,3	9,81	0,677	Subkritis	Tidak Terbentuk

Pada tabel 12, dapat diketahui kemiringan peluncur 1:1 dengan debit Q1 menghasilkan nilai bilangan Froude sebesar 1,303, debit Q2 menghasilkan nilai bilangan Froude sebesar 1,514 dan debit Q3 menghasilkan nilai bilangan Froude sebesar 1,614. Berdasarkan teori klasifikasi type loncatan kemiringan peluncur 1:1 termasuk dalam jenis loncatan berombak karena nilai bilangan *Froude* (Fr) 1-1,7. Kemiringan peluncur 1:2 dengan debit Q1 menghasilkan nilai bilangan Froude sebesar 1,120, debit Q2 menghasilkan nilai bilangan Froude sebesar 1,349 dan debit Q3 menghasilkan nilai bilangan Froude sebesar 1,564. Berdasarkan teori klasifikasi type loncatan kemiringan peluncur 1:2 termasuk dalam jenis loncatan berombak karena nilai bilangan *Froude* (Fr) 1-1,7.

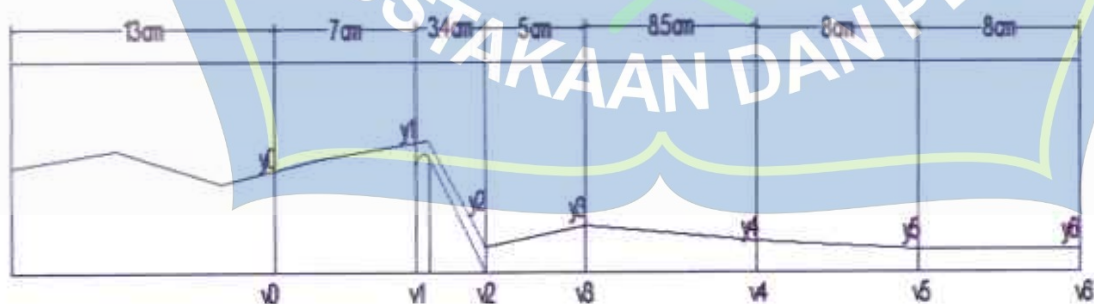
Pada tabel 13, dapat diketahui kemiringan peluncur 1:1 dengan debit Q1 menghasilkan nilai bilangan Froude sebesar 1,355, debit Q2 menghasilkan nilai bilangan Froude sebesar 1,413 dan debit Q3 menghasilkan nilai bilangan Froude sebesar 1,475. Berdasarkan teori klasifikasi type loncatan kemiringan peluncur 1:1 termasuk dalam jenis loncatan berombak karena nilai bilangan *Froude* (Fr) 1-1,7. Kemiringan peluncur 1:2 dengan debit Q1 menghasilkan nilai bilangan Froude sebesar 1,190, debit Q2 menghasilkan nilai bilangan Froude sebesar 1,390 dan debit Q3 menghasilkan nilai bilangan Froude sebesar 1,413. Berdasarkan teori klasifikasi type loncatan kemiringan peluncur 1:2 termasuk dalam jenis loncatan berombak karena nilai bilangan *Froude* (Fr) 1-1,7.

Pada tabel 14, dapat diketahui kemiringan peluncur 1:1 dengan debit Q1 menghasilkan nilai bilangan Froude sebesar 0,490, dengan debit Q2 menghasilkan nilai bilangan Froude sebesar 0,677 dan dengan debit Q3 menghasilkan nilai bilangan

Froude sebesar 0,808. Berdasarkan teori klasifikasi type loncatan kemiringan peluncur 1:1 termasuk dalam jenis loncatan tidak berbentuk karena nilai bilangan Froude (Fr) < 1 . Kemiringan peluncur 1:1 dengan debit Q_1 menghasilkan nilai bilangan Froude sebesar 0,270, dengan debit Q_2 menghasilkan nilai bilangan Froude sebesar 0,505 dan dengan debit Q_3 menghasilkan nilai bilangan Froude sebesar 0,677. Berdasarkan teori klasifikasi type loncatan kemiringan peluncur 1:1 termasuk dalam jenis loncatan tidak terbentuk karena nilai bilangan Froude (Fr) < 1 .

D. Perhitungan Kehilangan Energi

Untuk mengetahui kehilangan energi yang terjadi dapat diketahui dengan menghitung energi spesifik yang terjadi diatas mercu dan energi spesifik setelah mercu. Nilai energi spesifik di atas mercu didapatkan dari kecepatan aliran di atas mercu (v_1) dibagi dengan dua kali gaya gravitasi lalu ditambah dengan kedalaman air diatas mercu (y_1). Nilai energi spesifik setelah mercu didapatkan dari kecepatan aliran setelah mercu (v_2) dibagi dengan dua kali gaya gravitasi lalu ditambah dengan kedalaman air setelah mercu (y_2). Hasil perhitungan kehilangan energi dapat dilihat pada tabel 15.



Gambar 37. Sketsa Titik Pengambilan Data Untuk Kehilangan Energi

Tabel 15. Tabel Hasil Perhitungan Kehilangan Energi pada y1-y2

Kemiringan Peluncur	Debit (m ³ /dtk)	Kecepatan aliran (v1) (m/dtk)	Kecepatan aliran (v2) (m/dtk)	Gaya gravitasi (m/dtk ²)	Kedalaman aliran (y1) (m)	Kedalaman aliran (y2) (m)	Energi spesifik (E1) (m)	Energi spesifik (E2) (m)	Kehilangan Energi (E1-E2) (m)
1:1	Q1 (0,000548)	0,1	0,5	9,81	0,017	0,015	0,018	0,028	0,010
		0,1	0,5	9,81	0,017	0,015	0,018	0,028	0,010
		0,1	0,5	9,81	0,017	0,015	0,018	0,028	0,010
	Q2 (0,000984)	0,2	0,6	9,81	0,018	0,016	0,020	0,034	0,014
		0,2	0,6	9,81	0,018	0,016	0,020	0,034	0,014
		0,2	0,6	9,81	0,018	0,016	0,020	0,034	0,014
	Q3 (0,001475)	0,3	0,7	9,81	0,020	0,017	0,025	0,042	0,017
		0,3	0,7	9,81	0,020	0,017	0,025	0,042	0,017
		0,3	0,7	9,81	0,020	0,017	0,025	0,042	0,017
1:2	Q1 (0,000548)	0,1	0,4	9,81	0,016	0,013	0,017	0,021	0,005
		0,1	0,4	9,81	0,017	0,013	0,018	0,021	0,004
		0,1	0,4	9,81	0,016	0,013	0,017	0,021	0,005
	Q2 (0,000984)	0,2	0,5	9,81	0,018	0,014	0,020	0,027	0,007
		0,2	0,5	9,81	0,018	0,014	0,020	0,027	0,007
		0,2	0,5	9,81	0,018	0,014	0,020	0,027	0,007
	Q3 (0,001475)	0,3	0,6	9,81	0,020	0,015	0,025	0,033	0,009
		0,3	0,6	9,81	0,019	0,015	0,024	0,033	0,010
		0,3	0,6	9,81	0,019	0,015	0,024	0,033	0,010

Tabel 16. Tabel Hasil Perhitungan Kehilangan Energi pada y3-y4

Kemiringan Peluncur	Debit (m ³ /dtk)	Kecepatan aliran		Gaya gravitasi (m/dtk ²)	Kedalaman aliran (y3) (m)	Kedalaman aliran (y4) (m)	Energi spesifik (E3) (m)	Energi spesifik (E4) (m)	Kehilangan Energi (E3-E4) (m)
		(v3) (m/dtk)	(v4) (m/dtk)						
1:1	Q1 (0,000548)	0,6	0,2	9,81	0,020	0,017	0,038	0,019	0,019
		0,6	0,2	9,81	0,020	0,017	0,038	0,019	0,019
		0,6	0,2	9,81	0,020	0,017	0,038	0,019	0,019
	Q2 (0,000984)	0,7	0,3	9,81	0,025	0,020	0,050	0,025	0,025
		0,7	0,3	9,81	0,025	0,020	0,050	0,025	0,025
		0,8	0,4	9,81	0,030	0,025	0,063	0,033	0,029
1:2	Q3 (0,001475)	0,8	0,4	9,81	0,030	0,025	0,063	0,033	0,029
		0,8	0,4	9,81	0,030	0,025	0,063	0,033	0,029
		0,5	0,1	9,81	0,018	0,014	0,031	0,015	0,016
	Q1 (0,000548)	0,5	0,1	9,81	0,018	0,014	0,031	0,015	0,016
		0,5	0,1	9,81	0,018	0,014	0,031	0,015	0,016
		0,6	0,2	9,81	0,019	0,016	0,037	0,018	0,019
	Q2 (0,000984)	0,6	0,2	9,81	0,020	0,016	0,038	0,018	0,020
		0,6	0,2	9,81	0,020	0,016	0,038	0,018	0,020
		0,7	0,3	9,81	0,025	0,020	0,050	0,025	0,025
	Q3 (0,001475)	0,7	0,3	9,81	0,024	0,020	0,049	0,025	0,024
		0,7	0,3	9,81	0,025	0,020	0,050	0,025	0,025
		0,7	0,3	9,81	0,025	0,020	0,050	0,025	0,025

Tabel 17. Tabel Hasil Perhitungan Kehilangan Energi pada y4-y5.

Kemiringan Peluncur	Debit (m³/dtk)	Kecepatan aliran (v4) (m/dtk)	Kecepatan aliran (v5) (m/dtk)	Gaya gravitasi (m/dtk²)	Kedalaman aliran (y4) (m)	Kedalaman aliran (y5) (m)	Energi spesifik (E4) (m)	Energi spesifik (E5) (m)	Kehilangan Energi (E4-E5) (m)
1:1	Q1 (0,000548)	0,2	0,2	9,81	0,017	0,013	0,019	0,015	0,004
		0,2	0,2	9,81	0,017	0,013	0,019	0,015	0,004
		0,2	0,2	9,81	0,017	0,013	0,019	0,015	0,004
	Q2 (0,000984)	0,3	0,3	9,81	0,020	0,014	0,025	0,019	0,006
		0,3	0,3	9,81	0,020	0,014	0,025	0,019	0,006
		0,3	0,3	9,81	0,020	0,014	0,025	0,019	0,006
1:2	Q3 (0,001475)	0,4	0,4	9,81	0,025	0,015	0,033	0,023	0,010
		0,4	0,4	9,81	0,025	0,015	0,033	0,023	0,010
		0,4	0,4	9,81	0,025	0,015	0,033	0,023	0,010
	Q1 (0,000548)	0,1	0,1	9,81	0,014	0,012	0,015	0,013	0,002
		0,1	0,1	9,81	0,014	0,012	0,015	0,013	0,002
		0,1	0,1	9,81	0,014	0,012	0,015	0,013	0,002
	Q2 (0,000984)	0,2	0,2	9,81	0,016	0,013	0,018	0,015	0,003
		0,2	0,2	9,81	0,016	0,013	0,018	0,015	0,003
		0,2	0,2	9,81	0,016	0,013	0,018	0,015	0,003
	Q3 (0,001475)	0,3	0,3	9,81	0,020	0,014	0,025	0,019	0,006
		0,3	0,3	9,81	0,020	0,014	0,025	0,019	0,006
		0,3	0,3	9,81	0,020	0,014	0,025	0,019	0,006

Berdasarkan tabel 15, dapat diketahui bahwa pada kemiringan peluncur 1:1 dengan debit Q1 menghasilkan kehilangan energi sebesar 0,010 m, debit Q2 menghasilkan kehilangan energi sebesar 0,014 m, dan debit Q3 menghasilkan kehilangan energi sebesar 0,017 m. Kemiringan peluncur 1:2 untuk dengan debit Q1 menghasilkan kehilangan energi sebesar 0,005 m, debit Q2 menghasilkan kehilangan energi sebesar 0,007 m, dan debit Q3 menghasilkan kehilangan energi sebesar 0,010 m. Jadi dapat diketahui bahwa semakin besar kemiringan peluncur maka akan semakin besar pula kehilangan energi. Hal ini disebabkan karena kemiringan yang curam akan menyebabkan massa zat cair yang jatuh akan mengalami peningkatan kecepatan sehingga kehilangan energi menjadi lebih besar.

Berdasarkan tabel 16, dapat diketahui bahwa pada kemiringan peluncur 1:1 dengan debit Q1 menghasilkan kehilangan energi sebesar 0,019 m, debit Q2 menghasilkan kehilangan energi sebesar 0,025 m, dan debit Q3 menghasilkan kehilangan energi sebesar 0,029 m. Kemiringan peluncur 1:2 dengan debit Q1 menghasilkan kehilangan energi sebesar 0,016 m, debit Q2 menghasilkan kehilangan energi sebesar 0,020 m, dan debit Q3 menghasilkan kehilangan energi sebesar 0,025 m. Jadi dapat diketahui bahwa semakin besar kemiringan peluncur maka akan semakin besar pula kehilangan energi. Hal ini disebabkan karena kemiringan yang curam akan menyebabkan massa zat cair yang jatuh akan mengalami peningkatan kecepatan sehingga kehilangan energi menjadi lebih besar.

Berdasarkan tabel 17, dapat diketahui bahwa pada kemiringan peluncur 1:1 dengan debit Q1 menghasilkan kehilangan energi sebesar 0,004 m, debit Q2 menghasilkan kehilangan energi sebesar 0,006 m, dan debit Q3 menghasilkan

kehilangan energi sebesar 0,010 m . Kemiringan peluncur 1:2 dengan debit Q1 menghasilkan kehilangan energi sebesar 0,002 m, debit Q2 menghasilkan kehilangan energi sebesar 0,003 m, dan debit Q3 menghasilkan kehilangan energi sebesar 0,006 m. Jadi dapat diketahui bahwa semakin besar kemiringan peluncur maka akan semakin besar pula kehilangan energi. Hal ini disebabkan karena kemiringan yang curam akan menyebabkan massa zat cair yang jatuh akan mengalami peningkatan kecepatan sehingga kehilangan energi menjadi lebih besar.



BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

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

1. Berdasarkan hasil perhitungan pada kemiringan hilir mercu 1:1 menghasilkan nilai panjang loncatan tertinggi sebesar 0,078 m dan terendah sebesar 0,051 m. Sedangkan kemiringan hilir mercu 1:2 menghasilkan nilai panjang loncatan tertinggi sebesar 0,060 m dan terendah sebesar 0,024 m. Sehingga dapat disimpulkan bahwa semakin curam (1:1) kemiringan hilir mercu maka semakin panjang loncatan hidrolis yang dihasilkan begitupun sebaliknya.
2. Berdasarkan hasil perhitungan pada titik y2 menghasilkan nilai Froude terbesar yaitu 1,614 dan y3 menghasilkan nilai Froude terbesar yaitu 1,475. Sehingga titik y2 dan y3 termasuk type loncatan berombak karena nilai Froude 1-1,7. Sedangkan pada titik y4 menghasilkan nilai Froude terbesar yaitu 0,808. Sehingga titik y4 termasuk type loncatan tidak terbentuk karena nilai bilangan nilai Froude kurang dari 1.
3. Berdasarkan hasil perhitungan pada titik y1-y2 untuk kemiringan hilir mercu 1:1 menghasilkan kehilangan energi terbesar 0,017 m dan untuk kemiringan hilir mercu 1:2 menghasilkan kehilangan energi terbesar 0,010 m. Pada titik y3-y4 untuk kemiringan hilir mercu 1:1 menghasilkan kehilangan energi terbesar 0,029 m dan untuk kemiringan hilir mercu 1:2 menghasilkan kehilangan energi terbesar 0,025 m. Pada titik y4-y5 untuk kemiringan hilir mercu 1:1 menghasilkan kehilangan

energi terbesar 0,010 m dan untuk kemiringan hilir mercu 1:2 menghasilkan kehilangan energi terbesar 0,006 m. Sehingga dapat disimpulkan bahwa semakin curam kemiringan hilir mercu maka semakin besar pula kehilangan energi yang dihasilkan begitupun sebaliknya.

B. Saran

Untuk pengembangan penelitian lebih lanjut mengenai panjang loncatan hidrolis, maka penulis memberi saran-saran sebagai berikut:

1. Pada penelitian selanjutnya dapat dibuat mercu dengan tipe selain tipe mercu Ogee.
2. Pada saat pengambilan data, diperlukan ketelitian pada saat membaca nilai tinggi muka air dan kecepatan.
3. Disarankan untuk mengambil banyak data untuk nantinya di rata-ratakan agar nantinya tingkat kesalahan lebih kecil.
4. Dapat mencoba faktor lain yang dapat mempengaruhi panjang loncatan hidrolis seperti kecepatan dan debit.

DAFTAR PUSTAKA

- Akhi, L. T., Amanda, F. (20017). *Perubahan Kedalaman Muka Air Pada Saluran*.
- Ariwibawa. (2003). *Pengaruh Kehilangan Energi Akibat Saluran Terbuka Dalam Prototipe Dengan Kemiringan Bersudut Studi Lapangan Di Saluran Irigasi Dam Bago Di Kec.Balung Desa Mlokorejo*.
- Belo, F. M. (N.D.). *Pengaruh Kemiringan Hulu Pelimpah Terhadap Panjang Loncatan Hidrolis Dan Perubahan Koefisien (Cd)*. 8.
- Chang, H., & Indriaty, F. (2017, Maret). *Sistem Pengukur Kecepatan Arus Air Menggunakan Current Meier Tipe "1210 Aa"*. 19, 1-15.
- Chow, V. T. (1989). *Hidrolika Saluran Terbuka*. Jakarta: Erlangga.
- Fatimah, T. (2018). *Analisis Tinggi Dan Panjang Loncatan Air Pada Bangunan Ukur Berbentuk Segitiga*. 1-14.
- Ihsan, M. K. (2017). *Pengaruh Bentuk Mercu Bendung Terhadap Tinggi Loncat Air Kolam Olak Model Usbr Iv (Simulasi Laboratorium)*.
- Kodoatie, R. J. (2009). *Hidrolika Terapan Aliran Pada Saluran Terbuka Dan Pipa*. Andi.
- Lufira, R. D., & Marsudi, S. (N.D.). *Analisa Uji Model Fisik Pelimpah Bendungan Sukahurip Di Kabupaten Pangadaran Jawa Barat*. 14-21.
- Marsevaniah, A. (2012). *Konstruksi Bendungan Urugan Pelimpah*. 2.
- Nurjanah, R. D. (2014). *Analisis Tinggi Dan Panjang Loncat Air Pada Bangunan*. Vol.2.No.3, September 2014, 2, 578-582.
- Pemerintah, P. (2010). *Pengertian Bendungan Nomor 37 Pasal 1*.
- Pratista, E. J., & Imron, M. (N.D.). *Perencanaan Embung Panohan Kec. Gunem Kap Rembang*. 21.
- Pupr, K. (2017). *Modul Desain Bangunan Pelengkap Pelatihan Perencanaan Bendungan Tingkat Dasar*.
- Sosrodarsono, D. S., & Takeda, K. (1977). *Bendungan Type Urugan*.
- Triatmdjo, B. (2008). *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta: Beta Offset.
- Wardani, Z., Abdullah, S., & Murad. (2016). *Kajian Perilaku Ketinggian Bendung Terhadap Loncatan Hidrolik Skala Laboratorium Pada Saluran Air Berbentuk Segiempat*. 1-11.
- White, F. M. (1986). *Mekanika Fluida*. New York: Mcgraw-Hill.

Y.E., Kumala. (2019). *Bangunan Air*.

Zamroni, A., Noerhayati, E., & Suprpto, B. (2020, Februari). *Studi Perencanaan Bangunan Pelimpah (Spillway) Pada Bendungan Way Sekampung Kabupaten Pringsewu Lampung*. Viii, 1-10.



LAMPIRAN

Foto-foto Dokumentasi



Pemasangan Model Mercu Ogee



Running Pendahuluan



Pengamatan Tinggi Muka Air



Pengukuran Kecepatan Aliran



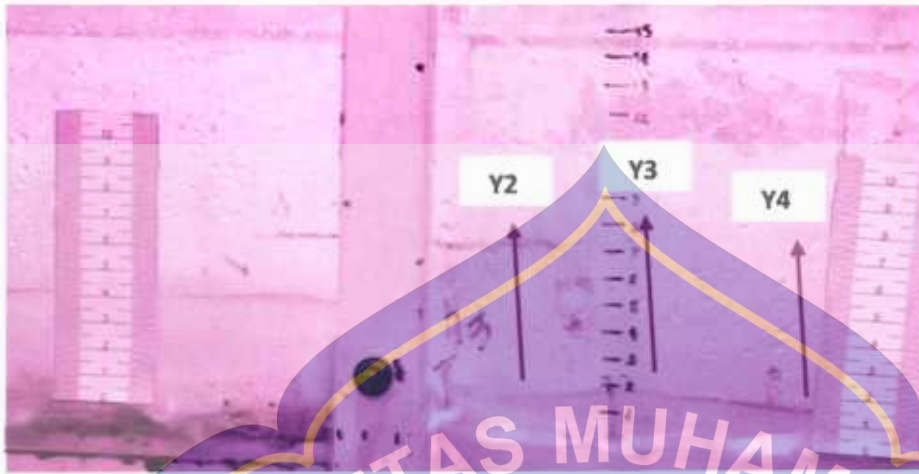
Gambar Loncatan Hidrolik Untuk Kemiringan Peluncur 1:1 Dengan Debit Q1



Gambar Loncatan Hidrolik Untuk Kemiringan Peluncur 1:1 Dengan Debit Q2



Gambar Loncatan Hidrolik Untuk Kemiringan Peluncur 1:1 Dengan Debit Q3



Gambar Loncatan Hidrolik Untuk Kemiringan Peluncur 1:2 Dengan Debit Q1



Gambar Loncatan Hidrolik Untuk Kemiringan Peluncur 1:2 Dengan Debit Q2



Gambar Loncatan Hidrolik Untuk Kemiringan Peluncur 1:2 Dengan Debit Q3