

**KARAKTERISTIK LONCATAN HIDROLIK DI HILIR BENDUNG  
DENGAN VARIASI KOLAM OLAK  
(UJI EKSPERIMENTAL)**

**(Skripsi)**

**Oleh  
ANUGRAH RAMOS IMANUEL S.  
2015011016**



**FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2024**

**KARAKTERISTIK LONCATAN HIDROLIK DI HILIR BENDUNG  
DENGAN VARIASI KOLAM OLAK  
(UJI EKSPERIMENTAL)**

**Oleh**

**ANUGRAH RAMOS IMANUEL S.**

**Skripsi**

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar  
SARJANA TEKNIK**

**Pada**

**Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Universitas Lampung**



**FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG**

**2024**

**ABSTRAK**

**KARAKTERISTIK LONCATAN HIDROLIK  
DI HILIR BENDUNG DENGAN VARIASI KOLAM OLAK  
(UJI EKSPERIMENTAL)**

**Oleh**

**ANUGRAH RAMOS IMANUEL S.**

Bendung merupakan bangunan konstruksi yang dibuat melintang di sungai untuk kebutuhan irigasi. Peninggian permukaan air oleh pembendungan menyebabkan aliran yang deras di hilir bendung. Guna meredam energi yang terdapat di dalam aliran tersebut, dibutuhkan bangunan peredam energi, yaitu kolam olak. Tujuan penelitian adalah menganalisis karakteristik loncatan hidrolik di tipe kolam olak vluhter panjang, vluhter pendek, dan bak tenggelam serta dengan variasi debit.

Metode penelitian dilakukan eksperimen menggunakan saluran terbuka tersirkulasi berdimensi 7,5x24x491 cm. Menggunakan pelimpah ogee dan variasi kolam olak: vluhter dengan panjang 5,7 cm (Tipe 1), vluhter dengan panjang 19 cm (Tipe 2), dan bak tenggelam dengan panjang 11 cm (Tipe 3) berbahan kayu.

Hasil penelitian adalah tinggi muka aliran tipe bak tenggelam adalah tinggi aliran sesudah loncatan hidrolik lebih rendah dengan rentang 0,012-0,021 m sedangkan tipe vluhter panjang dan vluhter pendek lebih tinggi dengan rentang tinggi muka aliran 0,020-0,026 m serta kolam olak dengan loncatan yang paling tinggi dan panjang terjadi pada tipe vluhter pendek, lalu tipe vluhter panjang, dan paling rendah dan pendek tipe bak tenggelam. Kesimpulannya adalah panjang loncatan hidrolik semakin panjang seiring bertambahnya debit sampai pada debit ke-4, lalu pada debit ke-5 tipe vluhter pendek menunjukkan kenaikan yang tidak signifikan sedangkan tipe vluhter panjang dan bak tenggelam menunjukkan tren penurunan yang signifikan, dan energi spesifik paling besar setelah loncatan hidrolik ada pada tipe bak tenggelam sedangkan tipe vluhter panjang dan pendek lebih kecil, sehingga tipe bak tenggelam menyebabkan gerusan yang lebih besar.

Kata kunci: vluhter, bak tenggelam, angka froude, kecepatan aliran, karakteristik aliran

## **ABSTRACT**

### **CHARACTERISTICS OF HYDRAULIC JUMP DOWNSTREAM OF WEIR WITH STILLING BASIN VARIATIONS (EXPERIMENTAL STUDY)**

**By**

**ANUGRAH RAMOS IMANUEL S.**

A weir is a construction built across a river for irrigation purposes. The elevation of the water surface due to the weir causes a strong flow downstream. To dissipate the energy in this flow, an energy dissipation structure, known as an energy dissipator pool, is required. This study aims to analyze the characteristics of hydraulic jumps in various types of energy dissipator pools: long vluhter, short vluhter, and submerged basin, with varying discharge rates. The research method involved experiments using a 7,5x24x491 cm recirculating open channel. It utilized an ogee weir and three types of energy dissipator pools: a vluhter with a length of 5,7 cm (Type 1), a vluhter with a length of 19 cm (Type 2), and a submerged basin with a length of 11 cm (Type 3), all made of wood. The results of the study indicate that the flow surface height of the submerged tank type is lower after the hydraulic jump, ranging from 0.012 to 0.021 meters. In contrast, the flow surface height for both the long and short Vluhter types is higher, with a range of 0.020 to 0.026 meters. The highest and longest hydraulic jump occurs in the short Vluhter type, followed by the long Vluhter type, and is lowest and shortest in the submerged tank type. The conclusion is that the hydraulic jump lengthens with increasing discharge up to the fourth discharge, after which the fifth discharge shows a non-significant increase for the short Vluhter type, while the long Vluhter type and submerged tank type show a significant decreasing trend. The specific energy is highest after the hydraulic jump in the submerged tank type, and lower in both the long and short Vluhter types, indicating that the submerged tank type results in greater scour.

**Key words:** hydraulic jump, submerged basin, froude number, flow velocity, flow characteristics

Judul Skripsi

: **KARAKTERISTIK LONCATAN HIDROLIK DI  
HILIR BENDUNG DENGAN VARIASI KOLAM  
OLAK (UJI EKSPERIMENTAL)**

Nama Mahasiswa

: **Anugrah Ramos Imanuel S.**

Nomor Pokok Mahasiswa : 2015011016

Program Studi : Teknik Sipil

Fakultas : Teknik

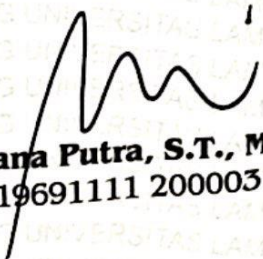
**MENYETUJUI**

**1. Komisi Pembimbing**

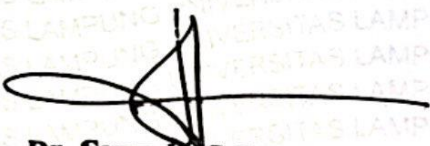
  
**Dr. Hj. Yuda Romdania, S.T., M.T.**  
NIP 19701107 200003 2 001

  
**Dr. H. Ahmad Herison, S.T., M.T.**  
NIP 19691030 200003 1 001

**2. Ketua Jurusan Teknik Sipil**

  
**Sasana Putra, S.T., M.T.**  
NIP 19691111 200003 1 002

**3. Ketua Program Studi Teknik Sipil**

  
**Dr. Suyadi, S.T., M.T.**  
NIP 19741225 200501 1 003

## MENGESAHKAN

### 1. Tim Penguji

Ketua

: **Dr. Hj. Yuda Romdania, S.T., M.T.**



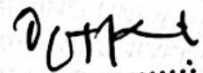
Sekretaris

: **Dr. H. Ahmad Herlison, S.T., M.T.**



Penguji

Bukan Pembimbing : **Prof. Dr. Dyah Indriana K., S.T., M.Sc.**

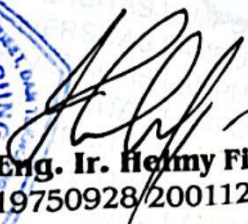


### 2. Dekan Fakultas Teknik



**Dr. Eng. Ir. Helmy Fitriawan, S.T., M.Sc.)**

NIP 19750928/200112 1 002



Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **26 Juli 2024**

## LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini menyatakan sebenarnya bahwa:

1. Skripsi yang berjudul Karakteristik Loncatan Hidrolik di Hilir Bendung dengan Variasi Kolam Olak (Uji Eksperimental). Dalam pengerjaan skripsi tersebut, saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan atas karya penulis lain dengan cara yang tidak sesuai tata etika ilmiah yang berlaku dalam masyarakat akademik atau yang disebut dengan plagiarisme.
2. Hak intelektual atas karya ilmiah tersebut diserahkan sepenuhnya kepada para dosen peneliti tersebut dan Universitas Lampung.

Atas pernyataan di atas, jika di kemudian hari ternyata ditemukan adanya ketidakbenaran, saya bersedia menanggung sanksi yang diberikan kepada saya dan saya sanggup dituntut sesuai hukum yang berlaku.

Bandar Lampung, 26 Juli 2024

Pembuat Pernyataan



Anugrah Ramos Imanuel S.

## RIWAYAT HIDUP



Penulis bernama lengkap Anugrah Ramos Imanuel S, lahir di Bandar Lampung, 11 Juli 2002. Penulis adalah anak ketiga dari pasangan Bapak Guntur dan Ibu Handayani. Jenjang pendidikan penulis diawali dengan TK Xaverius Kalianda pada tahun 2007, setelahnya SD Negeri 2 Pasuruan pada tahun 2014, SMP Fransiskus Tanjung Karang pada tahun 2017, SMA Fransiskus Bandar Lampung pada tahun 2020, dan penulis tercatat menjadi mahasiswa Teknik Sipil Universitas Lampung pada tahun 2020, dengan jalur masuk adalah SNMPTN. Selain itu penulis memiliki pengalaman Kuliah Kerja Nyata (KKN) selama 40 hari di Kabupaten Pesisir Barat, Pekon Labuhan Mandi pada tahun 2023. Penulis juga melakukan Kerja Praktik (KP) di Proyek Pembangunan Jembatan Pujo Rahayu – Lumbirejo (lanjutan), Kecamatan Negeri Katon, Kabupaten Pesawaran, selama 3 Bulan pada tahun 2023. Selanjutnya penulis mengambil tugas akhir dengan judul skripsi “Karakteristik Loncatan Hidrolik di Hilir Bendung dengan Variasi Kolam Olak (Uji Eksperimental)”. Selama menjadi Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Lampung, penulis aktif dalam Himpunan sebagai anggota Departemen Penelitian dan Pengembangan pada Himpunan Teknik Sipil (HIMATEKS) pada periode kepengurusan 2021/2022 dan 2022/2023. Selain itu, penulis juga aktif menjadi Asisten Dosen Mata Kuliah Statika tahun 2022 dan 2023, Menggambar Teknik tahun 2022, dan Analisis Statis Tertentu tahun 2023.

## **PERSEMBAHAN**

Segala puji dan syukur kepada Tuhan Yesus Kristus atas berkat dan kasih karunia yang diberikan sehingga terselesaikannya skripsi ini.

### **Bapak dan Ibu**

Ayahku tercinta Guntur Sibarani dan Ibu tersayang Handayani yang selama ini telah merawatku serta mengajarku banyak hal dalam hidup. Terimakasih untuk kesabarannya dalam membimbing dan memberikan nasihat yang berguna, serta dukungan materi, moril, dan spiritual yang telah membawaku sejauh ini.

### **Kakak-kakakku Tersayang**

Untuk kedua kakakku yaitu Debora Pratiwi Sibarani dan Ivana Raisa Sisilia Sibarani, terimakasih atas segala dukungan kalian selama ini dan selalu memberikan warna yang indah untuk setiap perjalanan hidupku.

### **Diri Sendiri**

Skripsi ini saya persembahkan untuk diri sendiri sebagai bukti usaha dan kerja keras saya dalam menyelesaikan studi S1 Teknik Sipil di Universitas Lampung.

## MOTTO

***“Mengucap syukurlah dalam segala hal, sebab itulah yang dikehendaki Allah di dalam Kristus Yesus bagi kamu”  
(1 Tesalonika 5:18)***

***“Terpujilah Tuhan, sebab kasih setia-Nya ditunjukkan-Nya kepadaku dengan ajaib pada waktu kesesakan!”  
(Mazmur 31:22)***

***“Ad maiorem Dei gloriam”  
(Santo Ignatius Loyola)***

***“Sometimes you win, sometimes you learn”  
(John C. Maxwell)***

***“Kehidupan sejati adalah pembelajaran tanpa henti”  
(Mahatma Gandhi)***

## SANWACANA

Puji syukur penulis ucapkan kepada Allah yang Maha Kuasa, karena atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Karakteristik Loncatan Hidrolik di Hilir Bendung dengan Variasi Kolam Olak (Uji Eksperimental)” sebagai syarat dalam mendapatkan gelar Sarjana Teknik pada Fakultas Teknik Universitas Lampung.

Penyelesaian skripsi ini tidak lepas dari bantuan, bimbingan dan saran dari berbagai pihak, maka pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Prof. Dr. Ir. Lusmeilia Afriani, D.E.A., I.P.M., ASEAN Eng. selaku Rektor Universitas Lampung sekaligus Dosen Teknik Sipil.
2. Dr. Eng. Helmy Fitriawan, S.T., M.Sc., selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Lampung.
3. Sasana Putra, S.T., M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Lampung.
4. Dr. Suyadi, S.T. M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Lampung.
5. Dr. Hj. Yuda Romdania, S.T., M.T., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Sipil sekaligus Dosen Pembimbing Utama yang sudah meluangkan waktunya dalam memberikan bimbingan dan pengarahan dalam proses penyelesaian skripsi.
6. Dr. H. Ahmad Herison, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing Kedua yang sudah meluangkan waktunya dalam memberikan arahan, bimbingan, dan dukungannya dalam proses penyelesaian skripsi.
7. Prof. Dr. Dyah Indriana Kusumastuti, S.T., M.Sc., selaku Dosen Penguji atas kesediaan waktunya dalam memberikan kritik, saran, dan masukan yang diberikan dalam proses penyelesaian skripsi.
8. Ir. Aminudin Syah, S.T., M.Eng., selaku Dosen Pembimbing Akademik atas bimbingan dan pengarahan selama masa perkuliahan.

9. Seluruh Dosen Jurusan Teknik Sipil yang sudah memberikan ilmu dan wawasan yang bermanfaat dalam proses pembelajaran agar lebih baik kedepannya.
10. Seluruh staf dari Laboratorium Hidroteknik yang sudah memberikan fasilitas sarana prasarana dalam menunjang penelitian.
11. Kedua orang tuaku tercinta, Guntur Sibarani dan Handayani, lalu kakakku, Tiwi dan Ivana, juga Kharisma dan Kaelo serta keluarga besar yang sudah memberikan dorongan materil dan spiritual dalam menyelesaikan skripsi.
12. Novita dan Aliya sebagai teman kuliah penulis sejak semester satu sampai akhir perkuliahan serta rekan Kerja Praktik di Proyek Jembatan Pujo Rahayu – Lumbirejo.
13. Akbar, Eren, Jeje, Indy, Lukman, Yudit, Brenda, Lili, Fatma, Zalika, Ardita, Fauzan, Dendi, Oby, Salsa, Mas Ahmad, dan Dian yang telah menemani penulis selama mengerjakan skripsi.
14. Teman-teman KKN Labuhan Mandi, yaitu Syahrul, Angel, Alissa, La Ode, Dea, dan Annisa.
15. Keluarga besar angkatan 2020 yang menemani, memberikan semangat, dan dukungan yang luar biasa dalam proses penyelesaian skripsi.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna, sehingga saran dan masukan membangun diperlukan oleh penulis agar skripsi menjadi sempurna di kemudian hari. Akhir kata, penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat dan berguna bagi kita semua.

Bandar Lampung 26 Juli 2024

Penulis

Anugrah Ramos Imanuel S.

## DAFTAR ISI

Halaman

|                                                                                                 |             |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| <b>DAFTAR GAMBAR .....</b>                                                                      | <b>iii</b>  |
| <b>DAFTAR TABEL .....</b>                                                                       | <b>viii</b> |
| <b>I. PENDAHULUAN .....</b>                                                                     | <b>1</b>    |
| 1.1 Latar Belakang .....                                                                        | 1           |
| 1.2 Rumusan Masalah .....                                                                       | 2           |
| 1.3 Tujuan Penelitian .....                                                                     | 3           |
| 1.4 Manfaat Penelitian .....                                                                    | 3           |
| 1.4.1 Manfaat Umum .....                                                                        | 3           |
| 1.4.2 Manfaat Khusus .....                                                                      | 3           |
| 1.5 Batasan Masalah .....                                                                       | 4           |
| 1.6 Kerangka Pikir .....                                                                        | 4           |
| 1.7 Sistematika Penulisan .....                                                                 | 5           |
| <b>II. TINJAUAN PUSTAKA .....</b>                                                               | <b>7</b>    |
| 4.1 Penelitian Terdahulu .....                                                                  | 7           |
| 4.1.1 Nanang Saiful Rizal, dkk (2023) .....                                                     | 7           |
| 4.1.2 Qurratul Aini, Eldina Fatimah, dan Azmeri (2022) .....                                    | 7           |
| 4.1.3 Mutia Sasra Olga Pandani, Endro P. Wahono, Riki Chandra<br>W., dan Mariyanto (2022) ..... | 8           |
| 4.1.4 James Zulfan, dkk (2022) .....                                                            | 8           |
| 4.1.5 Winda Harsanti, Susapto, dan Moh. Charits (2022) .....                                    | 9           |
| 4.2 Aliran Saluran Terbuka .....                                                                | 9           |
| 4.3 Bendung .....                                                                               | 10          |
| 4.4 Pelimpah Ogee .....                                                                         | 11          |
| 4.5 Karakteristik Loncatan Hidrolik .....                                                       | 11          |
| 4.6 Lokasi Loncatan Hidrolik .....                                                              | 13          |
| 4.7 Panjang Loncatan Air .....                                                                  | 13          |
| 4.8 Bilangan Froude .....                                                                       | 15          |
| 4.9 Energi Spesifik .....                                                                       | 16          |
| 4.10 Sifat Dasar Loncatan Hidrolik .....                                                        | 17          |
| 4.11 Kolam Olak .....                                                                           | 18          |
| 4.12 Permodelan Hidrolika .....                                                                 | 20          |
| <b>III. METODOLOGI PENELITIAN .....</b>                                                         | <b>22</b>   |
| 3.1 Lokasi Penelitian .....                                                                     | 22          |

|            |                                                                                              |           |
|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 3.2        | Prosedur Penelitian .....                                                                    | 23        |
| 3.3        | Jenis Penelitian dan Sumber Data .....                                                       | 24        |
| 3.4        | Peralatan Penelitian .....                                                                   | 25        |
| 3.5        | Pengambilan Data .....                                                                       | 30        |
| 3.6        | Analisis Data .....                                                                          | 34        |
| 3.7        | Tahapan Pengolahan Data Penelitian .....                                                     | 34        |
| <b>IV.</b> | <b>HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>                                                            | <b>36</b> |
| 4.1        | Hasil .....                                                                                  | 36        |
| 4.2        | Pembahasan .....                                                                             | 50        |
| 4.2.1      | Pengaruh Peningkatan Debit Aliran terhadap Karakteristik Loncatan Hidrolik .....             | 50        |
| 4.2.2      | Pengaruh Peningkatan Debit Aliran Terhadap Panjang Loncatan Hidrolik .....                   | 69        |
| 4.2.3      | Pengaruh Peningkatan Debit Aliran Terhadap Kehilangan Energi .....                           | 73        |
| 4.2.4      | Pengaruh Peningkatan Debit Aliran Terhadap Efisiensi Loncatan Hidrolik .....                 | 75        |
| 4.2.5      | Pengaruh Peningkatan Debit Aliran Terhadap Rasio Kedalaman Awal dan Kedalaman Lanjutan ..... | 77        |
| 4.2.6      | Pengaruh Peningkatan Debit Aliran Terhadap Kedalaman Relatif .....                           | 79        |
| 4.2.7      | Pengaruh Peningkatan Debit Aliran Terhadap Tinggi Loncatan Hidrolik .....                    | 81        |
| <b>V.</b>  | <b>PENUTUP .....</b>                                                                         | <b>84</b> |
| 5.1        | Kesimpulan .....                                                                             | 84        |
| 5.2        | Saran .....                                                                                  | 84        |
|            | <b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>                                                                  | <b>86</b> |
|            | <b>LAMPIRAN A (DOKUMENTASI PENGAMBILAN DATA)</b>                                             |           |
|            | <b>LAMPIRAN B (KELENGKAPAN ADMINISTRASI)</b>                                                 |           |

## DAFTAR GAMBAR

| Gambar                                                                 | Halaman |
|------------------------------------------------------------------------|---------|
| 1. Kerangka berpikir .....                                             | 4       |
| 2. Pelimpah ogee .....                                                 | 12      |
| 3. Lokasi loncatan hidrolik .....                                      | 13      |
| 4. Parameter energi spesifik .....                                     | 16      |
| 5. Kolam olak tipe vluhter .....                                       | 20      |
| 6. Kolam olak tipe bak tenggelam .....                                 | 20      |
| 7. Lokasi Laboratorium Hidro Fakultas Teknik Universitas Lampung ..... | 22      |
| 8. Diagram alir penelitian .....                                       | 23      |
| 9. Model saluran terbuka .....                                         | 25      |
| 10. Alat tulis .....                                                   | 26      |
| 11. <i>Stopwatch</i> .....                                             | 26      |
| 12. Meja hidrolika .....                                               | 27      |
| 13. Mistar .....                                                       | 27      |
| 14. Kamera .....                                                       | 28      |
| 15. Model bendung dan kolam olak tipe vluhter panjang 5,7 cm .....     | 28      |
| 16. Model bendung dan kolam olak tipe vluhter panjang 19 cm .....      | 29      |
| 17. Model bendung dan kolam olak tipe bak tenggelam .....              | 29      |
| 18. Kayu terusan model bendung dengan tebal 2 cm .....                 | 29      |
| 19. Kayu terusan model bendung dengan tebal 3,5 cm .....               | 30      |

|                                                            |    |
|------------------------------------------------------------|----|
| 20. Menyiapkan model penelitian pada saluran terbuka ..... | 30 |
| 21. Menghidupkan pompa air .....                           | 31 |
| 22. Mengukur waktu untuk debit aliran .....                | 31 |
| 23. Mengukur ketinggian aliran .....                       | 32 |
| 24. Memutar tuas pengatur debit pada meja hidrolika .....  | 32 |
| 25. Pemasangan model penelitian tipe vluhter panjang ..... | 33 |
| 26. Pemasangan model penelitian tipe bak tenggelam .....   | 33 |
| 27. Gambar percobaan tipe 1 dan debit 1 .....              | 38 |
| 28. Sketsa percobaan tipe 1 dan debit 1 .....              | 38 |
| 29. Gambar percobaan tipe 1 dan debit 2 .....              | 39 |
| 30. Sketsa percobaan tipe 1 dan debit 2 .....              | 39 |
| 31. Gambar percobaan tipe 1 dan debit 3 .....              | 39 |
| 32. Sketsa percobaan tipe 1 dan debit 3 .....              | 40 |
| 33. Gambar percobaan tipe 1 dan debit 4 .....              | 40 |
| 34. Sketsa percobaan tipe 1 dan debit 4 .....              | 40 |
| 35. Gambar percobaan tipe 1 dan debit 5 .....              | 41 |
| 36. Sketsa percobaan tipe 1 dan debit 5 .....              | 41 |
| 37. Gambar percobaan tipe 2 dan debit 1 .....              | 41 |
| 38. Sketsa percobaan tipe 2 dan debit 1 .....              | 42 |
| 39. Gambar percobaan tipe 2 dan debit 2 .....              | 42 |
| 40. Sketsa percobaan tipe 2 dan debit 2 .....              | 43 |
| 41. Gambar percobaan tipe 2 dan debit 3 .....              | 43 |
| 42. Sketsa percobaan tipe 2 dan debit 3 .....              | 43 |
| 43. Gambar percobaan tipe 2 dan debit 4 .....              | 44 |

|                                                                                                                                                                                                        |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 44. Sketsa percobaan tipe 2 dan debit 4 .....                                                                                                                                                          | 44 |
| 45. Gambar percobaan tipe 2 dan debit 5 .....                                                                                                                                                          | 44 |
| 46. Sketsa percobaan tipe 2 dan debit 5 .....                                                                                                                                                          | 45 |
| 47. Gambar percobaan tipe 3 dan debit 1 .....                                                                                                                                                          | 45 |
| 48. Sketsa percobaan tipe 3 dan debit 1 .....                                                                                                                                                          | 46 |
| 49. Gambar percobaan tipe 3 dan debit 2 .....                                                                                                                                                          | 46 |
| 50. Sketsa percobaan tipe 3 dan debit 2 .....                                                                                                                                                          | 46 |
| 51. Gambar percobaan tipe 3 dan debit 3 .....                                                                                                                                                          | 47 |
| 52. Sketsa percobaan tipe 3 dan debit 3 .....                                                                                                                                                          | 47 |
| 53. Gambar percobaan tipe 3 dan debit 4 .....                                                                                                                                                          | 47 |
| 54. Sketsa percobaan tipe 3 dan debit 4 .....                                                                                                                                                          | 48 |
| 55. Gambar percobaan tipe 3 dan debit 5 .....                                                                                                                                                          | 48 |
| 56. Sketsa percobaan tipe 3 dan debit 5 .....                                                                                                                                                          | 49 |
| 57. Grafik hubungan variasi debit terhadap Y di titik 0 (sebelum bendung) dengan variasi kolam olak: tipe 1 (vlugter pendek), tipe 2 (vlugter panjang), dan tipe 3 (bak tenggelam) .....               | 51 |
| 58. Grafik hubungan variasi debit terhadap kecepatan di titik 0 (sebelum bendung) dengan variasi kolam olak: tipe 1 (vlugter pendek), tipe 2 (vlugter panjang), dan tipe 3 (bak tenggelam) .....       | 52 |
| 59. Grafik hubungan variasi debit terhadap angka froude di titik 0 (sebelum bendung) dengan variasi kolam olak: tipe 1 (vlugter pendek), tipe 2 (vlugter panjang), dan tipe 3 (bak tenggelam) .....    | 52 |
| 60. Grafik hubungan variasi debit terhadap Y di titik titik 1 (di muka bendung) dengan variasi kolam olak: tipe 1 (vlugter pendek), tipe 2 (vlugter panjang), dan tipe 3 (bak tenggelam) .....         | 53 |
| 61. Grafik hubungan variasi debit terhadap kecepatan di titik titik 1 (di muka bendung) dengan variasi kolam olak: tipe 1 (vlugter pendek), tipe 2 (vlugter panjang), dan tipe 3 (bak tenggelam) ..... | 54 |

|                                                                                                                                                                                                                     |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 62. Grafik hubungan variasi debit terhadap angka froude di titik titik 1 (di muka bendung) dengan variasi kolam olak: tipe 1 (vlugter pendek), tipe 2 (vluhter panjang), dan tipe 3 (bak tenggelam) .....           | 54 |
| 63. Grafik hubungan variasi debit terhadap Y di titik titik 2 (saat terjunan) dengan variasi kolam olak: tipe 1 (vlugter pendek), tipe 2 (vluhter panjang), dan tipe 3 (bak tenggelam) .....                        | 56 |
| 64. Grafik hubungan variasi debit terhadap kecepatan di titik titik 2 (saat terjunan) dengan variasi kolam olak: tipe 1 (vlugter pendek), tipe 2 (vluhter panjang), dan tipe 3 (bak tenggelam) .....                | 56 |
| 65. Grafik hubungan variasi debit terhadap angka froude di titik titik 2 (saat terjunan) dengan variasi kolam olak: tipe 1 (vlugter pendek), tipe 2 (vluhter panjang), dan tipe 3 (bak tenggelam) .....             | 57 |
| 66. Grafik hubungan variasi debit terhadap Y di titik titik 3 (sebelum loncatan hidrolik) dengan variasi kolam olak: tipe 1 (vlugter pendek), tipe 2 (vluhter panjang), dan tipe 3 (bak tenggelam) .....            | 58 |
| 67. Grafik hubungan variasi debit terhadap kecepatan di titik titik 3 (sebelum loncatan hidrolik) dengan variasi kolam olak: tipe 1 (vlugter pendek), tipe 2 (vluhter panjang), dan tipe 3 (bak tenggelam) .....    | 58 |
| 68. Grafik hubungan variasi debit terhadap angka froude di titik titik 3 (sebelum loncatan hidrolik) dengan variasi kolam olak: tipe 1 (vlugter pendek), tipe 2 (vluhter panjang), dan tipe 3 (bak tenggelam) ..... | 59 |
| 69. Grafik hubungan variasi debit terhadap Y di titik titik 4 (sesudah loncatan hidrolik) dengan variasi kolam olak: tipe 1 (vlugter pendek), tipe 2 (vluhter panjang), dan tipe 3 (bak tenggelam) .....            | 61 |
| 70. Grafik hubungan variasi debit terhadap kecepatan di titik titik 4 (sesudah loncatan hidrolik) dengan variasi kolam olak: tipe 1 (vlugter pendek), tipe 2 (vluhter panjang), dan tipe 3 (bak tenggelam) .....    | 62 |
| 71. Grafik hubungan variasi debit terhadap angka froude di titik titik 4 (sesudah loncatan hidrolik) dengan variasi kolam olak: tipe 1 (vlugter pendek), tipe 2 (vluhter panjang), dan tipe 3 (bak tenggelam) ..... | 62 |
| 72. Grafik hubungan variasi debit terhadap energi spesifik di titik 0 (sebelum bendung) dengan variasi kolam olak: tipe 1 (vlugter pendek), tipe 2 (vluhter panjang), dan tipe 3 (bak tenggelam) .....              | 64 |
| 73. Grafik hubungan variasi debit terhadap energi spesifik di titik 1 (muka bendung) dengan variasi kolam olak: tipe 1 (vlugter pendek), tipe 2 (vluhter panjang), dan tipe 3 (bak tenggelam) .....                 | 65 |

|                                                                                                                                                                                                         |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 74. Grafik hubungan variasi debit terhadap energi spesifik di titik 2 (saat terjunan) dengan variasi kolam olak: tipe 1 (vlugter pendek), tipe 2 (vluhter panjang), dan tipe 3 (bak tenggelam) .....    | 66 |
| 75. Grafik hubungan variasi debit terhadap energi spesifik di titik 3 (sebelum loncatan) dengan variasi kolam olak: tipe 1 (vlugter pendek), tipe 2 (vluhter panjang), dan tipe 3 (bak tenggelam) ..... | 68 |
| 76. Grafik hubungan variasi debit terhadap energi spesifik di titik 4 (Sesudah loncatan) dengan variasi kolam olak: tipe 1 (vlugter pendek), tipe 2 (vluhter panjang), dan tipe 3 (bak tenggelam) ..... | 69 |
| 77. Grafik hubungan variasi debit terhadap panjang loncatan hidrolik menurut Triatmodjo, Woyeski, Smetana, USBR dan laboratorium pada kolam olak tipe 1 (vlugter pendek) .....                          | 72 |
| 78. Grafik hubungan variasi debit terhadap panjang loncatan hidrolik menurut Triatmodjo, Woyeski, Smetana, USBR dan laboratorium pada kolam olak tipe 2 (vlugter panjang) .....                         | 72 |
| 79. Grafik hubungan variasi debit terhadap panjang loncatan hidrolik menurut Triatmodjo, Woyeski, Smetana, USBR dan laboratorium pada kolam olak tipe 3 (bak tenggelam) .....                           | 73 |
| 80. Grafik hubungan variasi debit terhadap panjang loncatan hidrolik dengan variasi kolam olak: tipe 1 (vlugter pendek), tipe 2 (vluhter panjang), dan tipe 3 (bak tenggelam) .....                     | 73 |
| 81. Grafik hubungan variasi debit terhadap kehilangan energi dengan variasi kolam olak: tipe 1 (vlugter pendek), tipe 2 (vluhter panjang), dan tipe 3 (bak tenggelam) .....                             | 75 |
| 82. Grafik hubungan variasi debit terhadap efisiensi loncatan hidrolik dengan variasi kolam olak: tipe 1 (vlugter pendek), tipe 2 (vluhter panjang), dan tipe 3 (bak tenggelam) .....                   | 76 |
| 83. Grafik hubungan variasi debit terhadap rasio kedalaman awal dan kedalaman lanjutan dengan variasi kolam olak: tipe 1 (vlugter pendek), tipe 2 (vluhter panjang), dan tipe 3 (bak tenggelam) .....   | 78 |
| 84. Grafik hubungan variasi debit terhadap kedalaman relatif dengan variasi kolam olak: tipe 1 (vlugter pendek), tipe 2 (vluhter panjang), dan tipe 3 (bak tenggelam) .....                             | 80 |
| 85. Grafik hubungan variasi debit terhadap $h_j$ teoritis dan $h_j$ lapangan dengan variasi kolam olak: tipe 1 (vlugter pendek), tipe 2 (vluhter panjang), dan tipe 3 (bak tenggelam) .....             | 82 |

## DAFTAR TABEL

| Tabel                                                                   | Halaman |
|-------------------------------------------------------------------------|---------|
| 1. Output Data Ekperimen .....                                          | 24      |
| 2. Besar Debit yang digunakan dalam Penelitian .....                    | 37      |
| 3. Data rekapitulasi Hasil Pengamatan .....                             | 49      |
| 4. Hasil Perhitungan Kecepatan Aliran dan Angka Froude di Titik 0 ..... | 51      |
| 5. Hasil Perhitungan Kecepatan Aliran dan Angka Froude di Titik 1 ..... | 53      |
| 6. Hasil Perhitungan Kecepatan Aliran dan Angka Froude di Titik 2 ..... | 55      |
| 7. Hasil Perhitungan Kecepatan Aliran dan Angka Froude di Titik 3 ..... | 57      |
| 8. Hasil Perhitungan Kecepatan Aliran dan Angka Froude di Titik 4 ..... | 60      |
| 9. Hasil Perhitungan Energi Spesifik di Titik 0 .....                   | 64      |
| 10. Hasil Perhitungan Energi Spesifik di Titik 1 .....                  | 65      |
| 11. Hasil Perhitungan Energi Spesifik di Titik 2 .....                  | 66      |
| 12. Hasil Perhitungan Energi Spesifik di Titik 3 .....                  | 67      |
| 13. Hasil Perhitungan Energi Spesifik di Titik 4 .....                  | 68      |
| 14. Hasil Perhitungan Panjang Loncatan Hidrolik .....                   | 71      |
| 15. Hasil Perhitungan Kehilangan Energi .....                           | 74      |
| 16. Hasil Perhitungan Efisiensi Loncatan Hidrolik .....                 | 76      |
| 17. Hasil Perhitungan Rasio Kedalaman Awal dan Kedalaman Lanjutan ..... | 77      |
| 18. Hasil Perhitungan Kedalaman Relatif .....                           | 79      |
| 19. Hasil Perhitungan Tinggi Loncatan Hidrolik .....                    | 81      |

## **I. PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Bangunan yang dibangun melintasi sungai untuk mengubah karakteristik aliran adalah pengertian dari bendung (KP-2, 2013). Fungsi utama bendung adalah menahan aliran air supaya didapatkan tinggi muka air yang melebihi kedalaman air awal (Mawardi dan Memed, 2010). Selain itu, bendung juga berfungsi untuk mengendalikan aliran, angkutan sedimen, dan geometri sungai sehingga air bisa dimanfaatkan secara aman, efisien, dan optimal (Pusat Pendidikan dan Pelatihan Sumber Daya Air dan Konstruksi, 2016). Dalam perubahan karakteristik tersebut, setelah melewati bendung, aliran berubah dari superkritis menjadi subkritis sehingga terjadi loncatan hidrolis (Suripin, 2019).

Kolam olak memegang peranan penting dalam sistem bendung. Kolam olak dalam meredam energi pada bendung, terdiri dari beberapa model, yakni bucket, schoklitch, USBR, dan vluhter (KP-4, 2013), sehingga pemilihan tipe kolam olak disesuaikan dengan karakteristik aliran sungai dan desain bendung.

Loncatan hidrolis dapat menyebabkan turbulensi dan erosi yang signifikan pada dasar sungai di bawah bendung (Pangestu dan Astuti, 2018) yang dapat menyebabkan kerusakan tanah (Romdania and Herison, 2023) dan kerusakan pada struktur bendung dan bangunan lainnya di hilir bendung (Pandani dkk., 2022). Kerusakan ini dapat disebabkan oleh tekanan dan hantaman air yang kuat akibat loncatan hidrolis (Nurnawaty dkk., 2021).

Untuk mengendalikan loncatan hidrolik, perlu dibangun struktur kolam olak yang fungsinya untuk meredam energi sehingga aliran air stabil (Bahar dan Ruzardi, 2019). Kolam olak dibuat agar struktur air tersebut dilindungi dari erosi, sehingga tetap dapat berdiri kokoh. Hal ini juga penting untuk menjaga ekosistem daerah sungai setelah hilir bendung agar tetap alami (Herison and Romdania, 2023). Penelitian menggunakan model *vlughter* dan *bucket* (tipe bak tenggelam) karena model tersebut cocok digunakan pada saluran irigasi dan aman terhadap batuan besar yang melewati atas bendung sehingga cocok di Indonesia. Untuk mengatasi masalah loncatan hidrolik, perlu dilakukan upaya agar erosi dapat diminimalisir (Triatmodjo, 2015).

Penelitian terdahulu mengenai loncatan hidrolik banyak dilakukan, contohnya Penentuan Faktor Koreksi Panjang Loncatan Hidrolik pada Kolam Peredam Energi Tipe Bucket (Rizal dkk., 2023), Tipe Loncatan hidrolik pada Ambang Gerigi (Harsanti dkk., 2022), dan Analisis Pola Hidraulik Peredaman Energi pada Kolam Olak Tipe Vlughter di Hilir Pelimpah Bertangga dengan Model Fisik 2D (Pandani dkk., 2022).

Mungkin beberapa penelitian terdahulu telah membahas tentang karakteristik loncatan hidrolik di hilir bendung, tetapi penelitian tersebut tidak membandingkan kolam olak tipe *vlughter* dan bak tenggelam, sehingga penelitian dengan judul “**Karakteristik Loncatan Hidrolik di Hilir Bendug dengan Variasi Kolam Olak (Uji Eksperimental)**” perlu dilaksanakan.

Tujuan dari penelitian ini yakni untuk mengetahui karakteristik aliran di tipe kolam olak yang berbeda, yaitu *vlughter* dan bak tenggelam. Lalu tujuan selanjutnya adalah agar pemilihan tipe kolam olak dalam mendesain bendung dapat sesuai dengan karakteristik aliran sehingga bendung tidak mudah rusak.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berikut adalah rumusan masalah dalam penelitian ini:

1. Bagaimana pengaruh peningkatan debit terhadap karakteristik loncatan hidrolik pada bangunan bendung?

2. Bagaimana pengaruh variasi tipe kolam olak (tipe *vlughter* panjang, *vlughter* pendek, dan bak tenggelam) terhadap karakteristik loncatan hidrolik pada hilir bendung?

### **1.3 Tujuan Penelitian**

Berikut adalah tujuan penelitian dilakukan:

1. Menganalisis perbandingan loncatan hidrolik yang terjadi pada hilir model bendung dengan adanya variasi debit.
2. Menganalisis perbandingan loncatan hidrolik yang terjadi pada hilir model bendung dengan adanya variasi panjang kolam olak tipe kolam olak (tipe *vlughter* panjang, *vlughter* pendek, dan bak tenggelam).

### **1.4 Manfaat Penelitian**

#### **1.4.1 Manfaat Umum**

Menjadi bahan literatur umum ketekniksipilan di bidang hidroteknik, serta menjadi pembelajaran mengenai karakteristik loncatan hidrolik dan pengaruh kolam olak terhadapnya.

#### **1.4.2 Manfaat Khusus**

Menjadi bahan studi dalam perencanaan struktur bangunan air berupa bendung sehingga meminimalisir kerusakan akibat gerusan pada hilir bendung yang disebabkan oleh loncatan hidrolik.

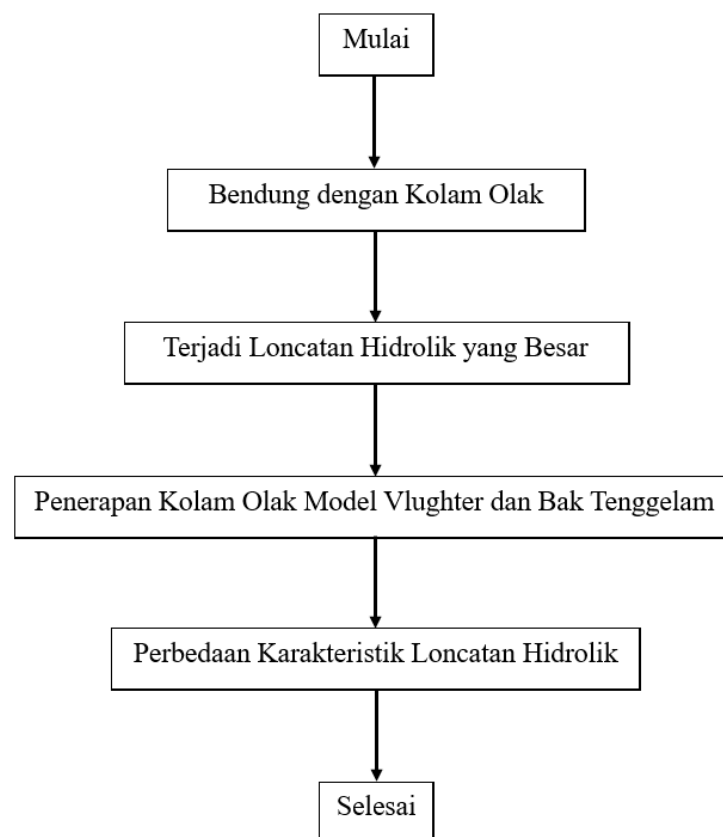
### **1.5 Batasan Masalah**

Agar penelitian ini lebih efektif dan terarah, maka diperlukan pembatasan masalah dari perumusan, yaitu:

1. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Hidrolika Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Lampung.

2. Saluran terbuka yang digunakan memiliki bahan dari plastik dan mempunyai lebar 7,5 cm.
3. Model bendung dari kayu dan berdimensi tinggi 18 cm dan lebar 7,5 cm.
4. Kolam olak yang dimodelkan adalah tipe *vlughter* dan bak tenggelam.
5. Kolam olak tipe *vlughter* yang digunakan memiliki 2 variasi panjang, yakni 5,7 cm dan 19 cm.

## 1.6 Kerangka Berpikir



Gambar 1. Kerangka berpikir.

Loncatan hidrolik terjadi di hilir bendung karena perubahan aliran dari superkritis ke subkritis secara tiba-tiba. Loncatan hidrolik perlu dihindari karena menyebabkan tumbukan air yang kuat pada bangunan, sehingga diperlukan upaya untuk meminimalisir loncatan hidrolik di hilir bendung.

Oleh karena itu penerapan kolam olak pada bendung sangat penting untuk menjaga ketahanan bendung dan keselamatan masyarakat di sekitarnya. Kolam olak dapat mengurangi energi air yang melimpas dari bendung, sehingga dapat mencegah erosi, penggerusan, dan kerusakan bendung. Oleh karena itu, kerangka berpikir penelitian dapat digambarkan pada Gambar 1.

## **1.7 Sistematika Penulisan**

Sistematika penulisan yang merupakan kerangka dari penulisan skripsi diperlukan untuk mempermudah melihat dan mengetahui pembahasan pada penelitian ini. Adapun sistematika penulisan pada skripsi ini adalah:

### **BAB I PENDAHULUAN**

Bab ini membahas mengenai latar belakang penelitian, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat dari penelitian, Batasan-batasan masalah penelitian, sistematika penulisan, dan kerangka pikir.

### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini membahas landasan teori dan tentang hasil-hasil penelitian terdahulu yang berkaitan dengan penelitian yang dilakukan.

### **BAB III METODE PENELITIAN**

Bab ini membahas metode penelitian yang akan dilakukan meliputi pemilihan lokasi dan waktu penelitian, diagram alir penelitian, data yang dibutuhkan dalam penelitian, prosedur penelitian, dan analisis data.

### **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

Bab ini membahas mengenai gambaran hasil penelitian dan pembahasan dari hasil penelitian tersebut.

### **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

Bab ini membahas mengenai kesimpulan dan saran dari penelitian yang sudah dilakukan.

## DAFTAR PUSTAKA

Pada daftar pustaka berisi referensi-referensi yang digunakan.

## LAMPIRAN

Pada lampiran berisi data-data tambahan pendukung.

## **II. TINJAUAN PUSTAKA**

### **2.1 Penelitian Terdahulu**

Dalam penelitian ini digunakan beberapa referensi penelitian terdahulu yang mendukung, diantaranya:

#### **2.1.1. Nanang Saiful Rizal, dkk (2023)**

1. Judul Penelitian:

“Penentuan Faktor Koreksi Panjang Loncatan Hidrolik pada Kolam Peredam Energi Tipe Bucket”

2. Tujuan Penelitian:

Menentukan faktor koreksi panjang loncatan hidrolik pada kolam peredam energi tipe bucket.

3. Hasil Penelitian:

Berdasarkan perhitungan dan hasil analisa di atas, bahwa persamaan panjang loncatan hidrolik ( $L_j$ ) pada kolam olak tipe bucket yang telah dibandingkan dengan hasil uji model fisik di laboratorium ternyata dipengaruhi oleh tinggi air saat meloncat ( $y_1$ ) dan bilangan froude ( $Fr$ ).

#### **2.1.2. Qurratul Aini, dkk (2022)**

1. Judul Penelitian:

“Kajian Panjang Loncatan Hidrolik pada Model Fisik Kolam Olak Bendungan Krueng Kluet Kabupaten Aceh Selatan”

2. Tujuan Penelitian:

Mengkaji panjang loncatan hidrolik dan disipasi energi yang dihasilkan pada kolam olak sesuai Perencanaan Bendungan

Krueng Kluet, Aceh Selatan, yaitu dengan menggunakan tipe kolam olak USBR III.

3. Hasil Penelitian:

Hasil analisis menunjukkan model kolam olak sesudah dimodifikasi dinilai lebih optimal dibandingkan model awal. Pada formasi loncatan yang terbentuk, model kolam olak yang sudah dimodifikasi dinilai lebih stabil.

**2.1.3. Mutia Sasra Olga Pandani, dkk (2022)**

1. Judul Penelitian:

“Analisis Pola Hidraulik Peredaman Energi pada Kolam Olak Tipe Vlughter di Hilir Pelimpah Bertangga dengan Model Fisik 2D”

2. Tujuan Penelitian:

Mengetahui pengaruh ketinggian kolam olak dalam meredam energi.

3. Hasil Penelitian:

Model B dengan kolam olak lebih tinggi mampu meredam energi lebih baik dibandingkan dengan model A. Dan pola aliran yang terjadi merupakan aliran *nappe* hingga menjadi aliran *skimming*.

**2.1.4. James Zulfan, dkk (2022)**

1. Judul Penelitian:

“Modifikasi Kolam Olak Tipe Ambang Bergigi dalam Rangka Rehabilitasi Kerusakan Bendung Cikeusik di Jawa Barat”

2. Tujuan Penelitian:

Menganalisis dan membahas penyebab kerusakan pada bangunan utama bendung beserta alternatif penanganan kerusakan berdasarkan pengujian dan eksperimen model fisik yang dilaksanakan di laboratorium hidrolika.

3. Hasil Penelitian:

Berdasarkan hasil uji model fisik yang telah dilakukan, teridentifikasi bahwa salah satu penyebab kerusakan Bendung

Cikeusik adalah karena desain kolam olak yang kurang sesuai dengan kondisi pengaliran Sungai Cikeusik dimana peredaman energi tidak bisa dilakukan dengan optimal. Untuk mengembalikan fungsi bendung ke kondisi semula, desain alternatif 2 merupakan desain yang paling optimum dari sisi efektivitas peredaman energi dan menurunkan potensi terjadinya kedalaman maksimum gerusan dasar sungai di hilir bendung sampai 80% dari kondisi eksisting. Penambahan panjang lantai kolam olak dari 20 meter ke 42 meter dengan kedalaman dari 2,5 meter menjadi 6,5 meter, serta penambahan riprap batu sepanjang 8 meter pada skala prototip menjadi rekomendasi akhir. Karena desain ini dapat membantu mengakomodasi aliran dari aliran superkritis ke aliran subkritis sehingga aliran di hilir Bendung Cikeusik dapat dikendalikan dan relatif tenang.

#### **2.1.5. Winda Harsanti, dkk (2022)**

##### **1. Judul Penelitian:**

“Tipe Loncatan hidrolik pada Ambang Gerigi”

##### **2. Tujuan Penelitian:**

Mengetahui tipe loncatan hidrolik yang terjadi pada ambang gerigi untuk delapan variasi berbeda pada beda tinggi antara puncak ambang dengan lantai hilir ambang.

##### **3. Hasil Penelitian:**

Berdasarkan pengukuran dan perhitungan, angka froude pada ambang gerigi, baik pada ambang gerigi 2, 3 maupun 4 bernilai di atas 9. Berdasarkan nilai ini maka tipe loncatan hidrolik yang terjadi pada ambang gerigi adalah loncatan kuat.

## **2.2 Aliran Saluran Terbuka**

Triatmodjo (2015) menyebutkan bahwa saluran terbuka adalah saluran dimana air mengalir dengan muka air bebas. Pada semua titik di saluran,

tekanan di permukaan air adalah sama, yang biasanya adalah tekanan atmosfer. Saluran terbuka dibagi menjadi dua jenis, yaitu saluran alami dan saluran buatan. Dari segi bentuk, saluran terbuka juga memiliki banyak variasi, yakni trapesium, segi empat, segitiga, setengah lingkaran, ataupun kombinasi dari bentuk-bentuk tersebut. Dalam penelitian, digunakan saluran terbuka jenis buatan dan bentuk segi empat. Menurut Asdak (2014), debit aliran adalah laju aliran air (dalam bentuk volume air) yang melewati suatu penampang melintang sungai persatuan waktu. Dalam sistem SI besarnya debit dinyatakan dalam satuan meter kubik. Debit aliran juga dapat dinyatakan dalam persamaan 1.

$$Q = A \cdot V \dots\dots\dots (1)$$

dimana

$Q$  = debit aliran ( $m^3/detik$ )

$A$  = luas penampang ( $m^2$ )

$V$  = kecepatan aliran ( $m/detik$ )

### 2.3 Bendung

Bendung tetap adalah jenis konstruksi bendung yang dibuat untuk meninggikan muka air sungai pada ketinggian yang telah ditetapkan agar air dapat disalurkan ke saluran irigasi atau lahan persawahan, sedangkan bendung bergerak atau berpintu adalah bendung yang tinggi pembendungan airnya dapat diatur atau diubah-ubah sesuai dengan keperluan (Isnugroho, 2015), dalam penelitian digunakan bendung tetap. Menurut Frank (1986), dalam aliran saluran terbuka suatu aliran super kritis dapat berubah dengan cepat menjadi aliran sub kritis lagi dengan melewati loncatan hidrolik. Terjadinya loncatan hidrolik akan menyebabkan adanya gerusan di hilir bendung sehingga dapat menurunkan kestabilan bendung sehingga diperlukan konstruksi kolam olak untuk meredam loncatan hidrolik yang terjadi pada hilir bendung.

## 2.4 Pelimpah Ogee (*Overflow Spillway*)

Bangunan pelimpah adalah bangunan beserta instalasinya untuk mengalirkan air banjir masuk ke dalam waduk agar tidak membahayakan keamanan bendungan (Pandani dkk., 2022). Pelimpah ogee memiliki ambang yang bentuknya menyerupai huruf S atau yang disebut dengan ogee. Mercu pelimpah dibuat menyesuaikan dengan profil nappe pada bagian bawah dari semburan air dilengkapi dengan ventilasi/aerasi yang jatuh bebas dari ambang yang tajam. Bagian bawah permukaan *spillway* bersinggungan dengan kurva atas dan menopang lembaran air yang jatuh, sehingga mercu ini tidak akan memberikan tekanan sub atmosfer pada permukaan mercu sewaktu bendung mengalirkan air pada debit rencananya. Pelimpah ini dipilih dalam penelitian karena sering digunakan di Indonesia. Bagian hulu mercu bervariasi sesuai dengan kemiringan permukaan hilir. Pelimpah ogee disajikan pada Gambar 2.

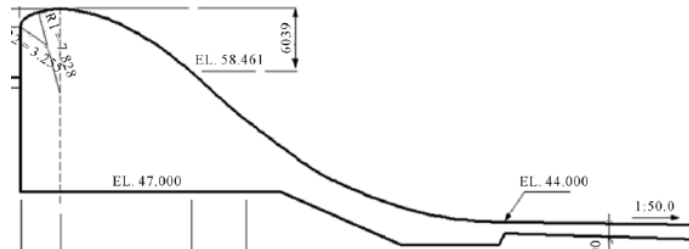
## 2.5 Karakteristik Loncatan Hidrolik

Menurut 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 (subkritis) sampai curam (superkritis).

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.

Kodoatie (2009), mengatakan bahwa 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. 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, Frank (1986).



Gambar 2. Pelimpah ogee.  
(Sumber: Yeo et al., 2012)

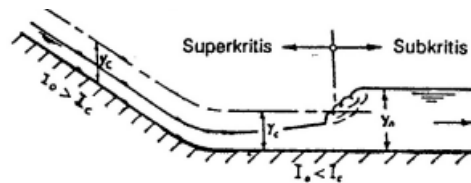
Chou (1989), menyebutkan loncatan hidrolik dapat diaplikasikan untuk:

1. Meredam energi pada bendungan, saluran dan struktur hidrolik yang lain dan untuk mencegah pengikisan struktur pada bagian hilir.
2. 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.
3. Memperbesar tekanan pada lapisan pelindung, sehingga memperkecil tekanan angkat pada struktur tembok, dan memperbesar kedalaman air pada lapisan pelindung.
4. Memperbesar debit dengan mempertahankan air balik bawah, karena tinggi energi efektif akan berkurang bila air bawah dapat menghilangkan loncatan hidrolik.
5. Menunjukkan kondisi-kondisi aliran tertentu misalnya aliran super kritis adanya penampang kontrol, sehingga letak pengukuran pos dapat ditentukan.
6. Mencampur bahan kimia yang digunakan untuk memurnikan air.
7. Mengaeraskan air yang hasilnya digunakan untuk air minum perkotaan.
8. 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 subkritis, 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*), dan lain-lain.

## 2.6 Lokasi Loncatan Hidrolik

Menurut Triatmodjo (2015), Apabila tipe aliran di saluran turbulen berubah dari aliran superkritis menjadi subkritis, maka akan terjadi loncatan hidrolik. Loncatan hidrolik salah satu contoh bentuk aliran berubah cepat (*rapidly varied flow*). Gambar 3 menunjukkan tampang memanjang saluran dengan kemiringan berubah dari kemiringan curam menjadi landai. Keadaan ini terjadi misalnya pada kaki bangunan pelimpah. Aliran di bagian hulu adalah subkritis sedang di bagian hilir adalah superkritis. Di antara kedua tipe aliran tersebut terdapat daerah transisi dimana loncatan hidrolik terjadi.



Gambar 3. Lokasi loncatan hidrolik.  
(Sumber: Triatmodjo, 2015)

## 2.7 Panjang Loncatan Hidrolik

Menurut Triatmodjo (2015), Panjang loncatan dapat didefinisikan sebagai jarak antara permukaan depan loncatan hidrolik sampai suatu titik pada permukaan gulungan ombak yang segera menuju ke hilir . Panjang loncatan hidrolik sukar untuk ditentukan secara teoritis, tetapi dapat diselidiki dengan cara percobaan.

Triatmodjo (2015) menuliskan bahwa untuk mendapatkan panjang loncatan hidrolis ( $L_r$ ), tidak ada rumus teoritis yang digunakan untuk menghitungnya. Tetapi untuk saluran segiempat panjang loncatan hidrolis diambil antara 5 dan 7 kali tinggi loncatan, sehingga dapat ditulis sebagai persamaan 2.

$$L_r = 5 - 7 (y_2 - y_1) \dots\dots\dots (2)$$

dimana:

$L_r$  = panjang loncatan air (m)

$y_1$  = kedalaman air sebelum terjadi loncatan (m)

$y_2$  = kedalaman air sesudah terjadi loncatan (m)

Panjang loncatan menurut Woyeski (1931), yaitu:

$$L = (8 - 0,05 (y_2/y_1)) (y_2 - y_1) \dots\dots\dots (3)$$

dimana:

$L$  = panjang loncatan hidrolis (m)

$y_1$  = kedalaman air di hulu loncatan hidrolis

$y_2$  = kedalaman air di hilir loncatan hidrolis

Panjang loncatan menurut Smetana (1933), yaitu:

$$L = C (h_2 - h_1) \dots\dots\dots (4)$$

dimana :

$L$  = panjang loncatan hidrolis (m)

$C$  = nilai Konstanta  $C = 4,5 - 7$

$h_1$  = kedalaman air sebelum loncatan terjadi

$h_2$  = kedalaman air setelah loncatan terjadi

Panjang loncatan menurut Sarjana Biro Reklamasi Amerika Serikat (USBR):

$$L = A_n (y_2 - y_1) \dots\dots\dots (5)$$

dimana:

$L$  = panjang loncatan hidrolis (m)

$A_n$  = konstanta yang nilainya berkisar (5 - 6,9)

$y_1$  = kedalaman air sebelum loncatan terjadi

$y_2$  = kedalaman air sesudah loncatan terjadi

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

## 2.8 Bilangan Froude

Loncatan hidroliis yang terjadi pada dasar horisontal terdiri dari beberapa tipe berdasarkan bilangan Froude (Nurjanah, 2014), yaitu :

1. Bilangan Froude ( $Fr$ ) = 1, aliran kritis, sehingga tidak terbentuk loncatan.
2. Bilangan Froude ( $Fr$ ) = 1 - 1,7, terjadi ombak pada permukaan air, dan loncatan yang terjadi dinamakan loncatan berombak.
3. Untuk bilangan Froude ( $Fr$ ) = 1,7 sampai 2,5, terbentuk rangkaian gulungan ombak pada permukaan loncatan, tetapi permukaan air dihilir tetap halus. Secara keseluruhan kecepatannya seragam, dan rugi energinya kecil dan dinamakan loncatan lemah.
4. Untuk bilangan Froude ( $Fr$ ) = 2,5 sampai 4,5, terdapat semburan berisolasi menyertai dasar loncatan bergerak ke permukaan dan kembali lagi tanpa periode tertentu. Loncatan ini dinamakan Loncatan berisolasi.
5. Untuk bilangan Froude ( $Fr$ ) = 4,5 sampai 9,0, ujung-ujung permukaan hilir akan bergulung dan titik dimana kecepatan semburannya tinggi cenderung memisahkan diri dari aliran. Loncatan semacam ini sangat seimbang dan karakteristiknya adalah yang terbaik. Loncatan ini dinamakan loncatan tetap.
6. Untuk bilangan Froude ( $Fr$ ) = 9 dan yang lebih besar, kecepatan semburan yang tinggi akan memisahkan hempasan gelombang gulung dari permukaan loncatan, menimbulkan gelombang – gelombang hilir dan loncatan ini disebut loncatan kuat.

Pengaruh gravitasi terhadap aliran dapat dinyatakan dengan angka Froude. Untuk menghitung angka Froude pada awal loncatan hidrolik dan di bagian hilir setelah loncatan hidrolik digunakan persamaan 7.

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

dimana:

Fr = angka froude,

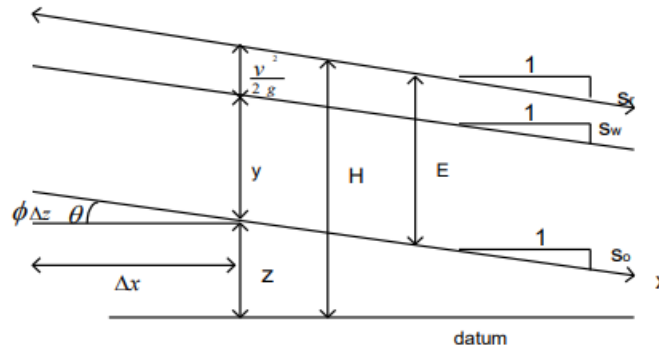
V = kecepatan aliran (m/det)

g = gravitasi (m/det<sup>2</sup>)

h = ketinggian (m)

## 2.9 Energi Spesifik

Kodoatie (2009), mengatakan bahwa energi spesifik adalah energi relatif dasar saluran. Sedangkan Triatmodjo (2015), menyebutkan bahwa energi tampang lintang saluran, yang dihitung terhadap dasar saluran, disebut dengan energi spesifik atau tinggi spesifik. Jadi energi spesifik adalah jumlah dari energi tekanan dan energi kecepatan di suatu titik. Energi spesifik pada saluran terbuka didefinisikan dan diilustrasikan pada persamaan 8 dan Gambar 4.



Gambar 4. Parameter energi spesifik.  
(Sumber: Kodatie, 2009)

$$E = y + \frac{v^2}{2g} \dots\dots\dots (7)$$

dimana :

E = energi spesifik (m)

y = kedalaman normal aliran (m)

g = gaya gravitasi bumi (m<sup>2</sup>/det)

$v$  = kecepatan aliran (m/detik)

$S_f$  = kemiringan geser

$S_w$  = kemiringan muka air

$S_o$  = kemiringan dasar saluran

$H$  = total energi

$\Delta z$  = jumlah jarak vertikal dasar saluran terhadap datum

$\Delta x$  = koordinat memanjang

## 2.10 Sifat Dasar Loncatan Hidrolik

Sifat dasar loncatan hidrolik pada saluran persegi panjang sebagai berikut:

### 1. Kehilangan energi

Triatmodjo (2015), mengatakan bahwa kehilangan energi pada loncatan sama dengan perbedaan energi spesifik sebelum dan sesudah terjadinya loncatan. Kehilangan energi mewakili ketinggian setelah loncatan hidrolik, seperti pada persamaan berikut.

$$\Delta E = E_1 - E_2 = \frac{(y_2 - y_1)^3}{4y_1 y_2} \dots\dots\dots (8)$$

dimana:

$\Delta E$  = kehilangan energi (m)

$E_1$  = energi spesifik sebelum loncatan (m)

$E_2$  = energi spesifik setelah loncatan (m)

$y_1$  = kedalaman sebelum loncatan (m)

$y_2$  = kedalaman setelah loncatan (m)

### 2. Efisiensi Loncatan

Chow (1989), mengatakan bahwa rasio antara energi spesifik setelah loncatan dengan sebelum loncatan didefinisikan sebagai efisiensi loncatan. Besar efisiensi loncatan terlihat pada persamaan berikut ini:

$$\frac{E_2}{E_1} = \frac{(8F_1 + 1)^{3/2} - 4F_1 + 1}{8F_1(2 + F_1^2)} \dots\dots\dots (9)$$

dimana:

$E_1$  = energi spesifik sebelum loncatan (m)

$E_2$  = energi spesifik setelah loncatan (m)

$F_1$  = bilangan froude sebelum loncatan

Persamaan ini menunjukkan bahwa efesiensi loncatan merupakan fungsi tak berdimensi dan bergantung pada bilangan Froude aliran setelah loncat.

### 3. Kedalaman awal dan lanjutan

Kodatie (2009), menyatakan hubungan antara kedalaman awal dan kedalaman lanjutan dengan persamaan berikut.

$$\frac{y_2}{y_1} = \frac{1}{2} \left( \sqrt{(1 + 8F_1^2)} - 1 \right) \dots\dots\dots (10)$$

dimana :

$y_1$  = kedalaman sebelum loncatan (m)

$y_2$  = kedalaman setelah loncatan (m)

$F_1$  = bilangan Froude sebelum loncatan

### 4. Tinggi loncatan

Chow (1989), menyatakan rasio tinggi loncatan dengan energi spesifik dengan persamaan berikut.

$$\frac{h_j}{E_1} = \frac{\sqrt{(1+8F_1^2)}-3}{F_1^2+2} \dots\dots\dots (11)$$

dimana :

$h_j$  = tinggi loncatan hidrolik (m)

$E_1$  = energi sebelum loncatan (m)

$F_1$  = bilangan Froude sebelum loncatan

## 2.11 Kolam Olak

Kolam Olak adalah struktur dari bangunan di hilir tubuh bendung yang terdiri dari berbagai tipe, bentuk dan kanan kirinya dibatasi oleh tembok pangkal bendung dilanjutkan dengan tembok sayap hilir dengan bentuk tertentu yang

biasa disebut sebagai kolam olak (Pandani dkk., 2022). Bentuk hidrolisnya adalah merupakan suatu bentuk pertemuan antara penampang miring, penampang lengkung, dan penampang lurus. Kolam olak memiliki fungsi sebagai peredam energi dari air yang melimpas melalui saluran peluncur agar bendung tidak terkikis sehingga konstruksinya tetap kokoh. Alternatif percobaan terhadap pencegahan besarnya energi di kolam olak dilakukan agar tidak terjadi penggerusan. Beberapa jenis kolam olak menurut Dirjen Pengairan PU (2013), yakni:

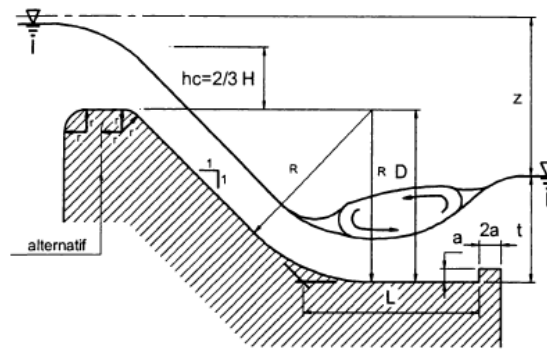
- a. Jenis *Vlughter*
- b. Jenis *Shocklitsch*
- c. Jenis USBR
- d. Jenis *Bucket (solid bucket, sky jump)*

Faktor pemilihan tipe kolam olak :

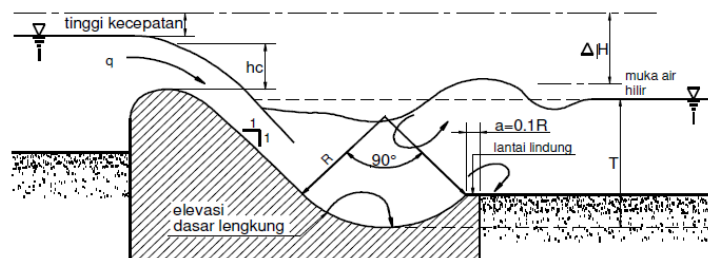
1. Tinggi bendung
2. Keadaan geoteknik tanah dasar misalnya jenis batuan, lapisan, kekerasan tekan, diameter butir dsb.
3. Jenis angkutan sedimen yang terbawa aliran sungai.
4. Keadaan aliran yang terjadi di bangunan peredam energi seperti aliran tidak sempurna/tenggelam, loncatan hidrolik lebih rendah atau tinggi.

Kolam olak tipe *vlughter* dikembangkan untuk bangunan terjun di saluran irigasi. Kelebihan kolam olak tipe *vlughter* antara lain efektif dalam meredam energi aliran, konstruksinya sederhana sehingga mudah dibangun, biaya Pembangunan yang relatif murah, dan memiliki ketahanan yang baik terhadap gerusan. Kolam olak tipe *vlughter* disajikan pada Gambar 5.

Kolam olak tipe bak tenggelam digunakan jika kedalaman diperkirakan akan terjadi kerusakan pada lantai kolam yang panjang akibat batu-batu besar yang terangkut lewat atas bendung, maka dapat dipakai peredam energi yang relatif pendek tetapi dalam. Kolam olak tipe bak tenggelam disajikan di Gambar 6.



Gambar 5. Kolam olak tipe *vughter*.  
(Sumber: KP - 4, 2013)



Gambar 6. Kolam olak bak tenggelam.  
(Sumber: KP - 2, 2013)

## 2.12 Permodelan Hidrolika

Model dapat didefinisikan sebagai alat bantu atau media yang dapat digunakan untuk mencerminkan dan menyederhanakan suatu realita (dunia sebenarnya) secara terukur (Nugraha, 2021). Pemodelan sebenarnya digunakan untuk menyederhanakan keadaan dunia nyata sehingga permasalahan dalam lebih mudah dimengerti dan dikualifikasikan. Didalam pembuatan sebuah model akan ada proses penyederhanaan (skala), pendekatan dan asumsi.

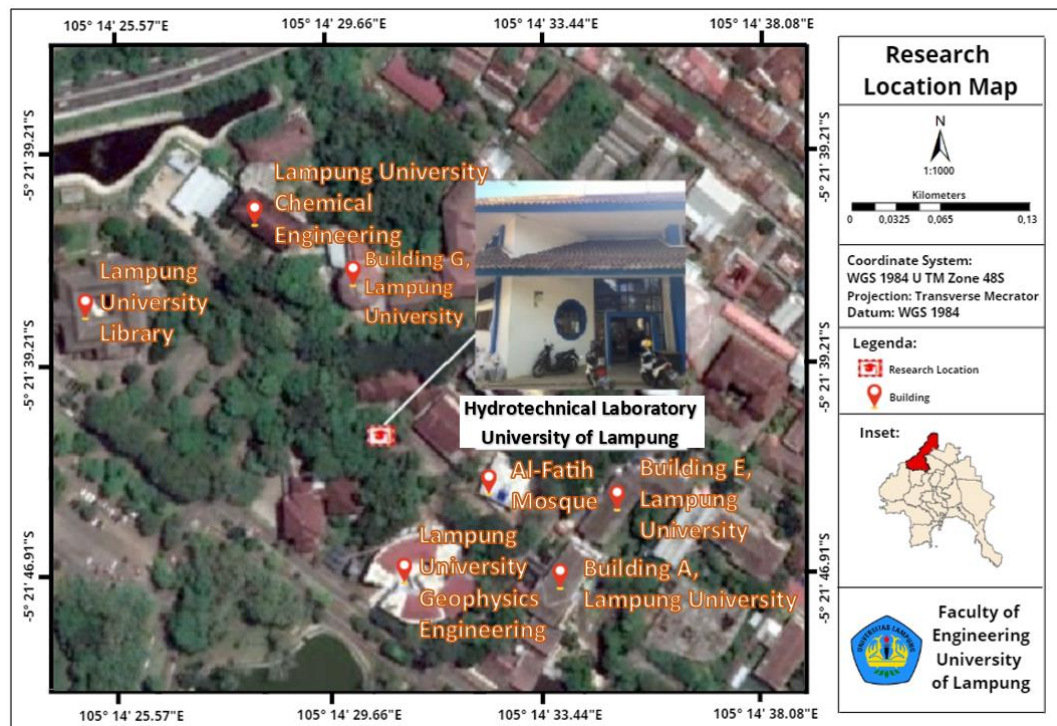
Beberapa masalah teknik yang berhubungan dengan aliran fluida kadang-kadang sulit atau tidak bisa diselesaikan secara analitis. Untuk itu diperlukan suatu percobaan atau pengamatan untuk menyelesaikan masalah tersebut. Studi model banyak digunakan untuk mendukung perencanaan bangunan air (Triatmodjo, 2015). Bendung di kondisi asli biasanya terbuat dari beton,

sedangkan di lab bendung dimodelkan dengan kayu. Hal ini menyebabkan perbedaan kekasaran permukaan pada prototipe dan model. Dalam penelitian ini, perhitungan kecepatan aliran menggunakan ketinggian muka air sehingga kekasaran tidak dimodelkan dalam perhitungan. Untuk kondisi aliran pada permukaan kayu yang ada di lab dibandingkan dengan kondisi aliran yang ada pada prototipe dengan permukaan beton pastinya terdapat perbedaan sehingga untuk penerapan hasil penelitian diperlukan penyesuaian lebih lanjut mengenai material permukaan bendung.

### III. METODE PENELITIAN

#### 3.1 Lokasi Penelitian

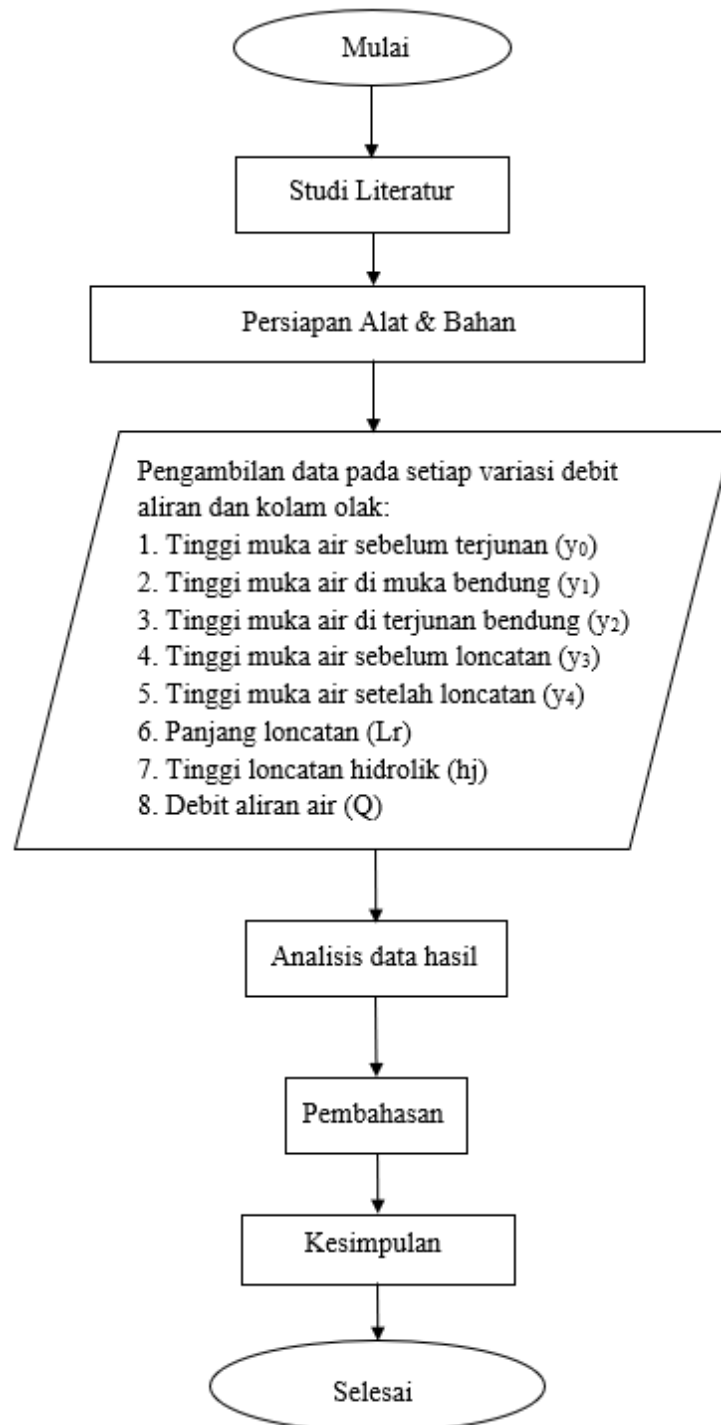
Penelitian bersifat eksperimental berupa uji laboratorium dengan menggunakan model saluran terbuka dan bangunan bendung beserta kolam olak. Penelitian mulai dilakukan pada Februari 2024. Lokasi penelitian di Laboratorium Hidro Fakultas Teknik Universitas Lampung seperti pada Gambar 7.



Gambar 7. Peta lokasi penelitian (Laboratorium Hidroteknik Universitas Lampung).

### 3.2 Prosedur Penelitian

Untuk mengetahui karakteristik aliran pada loncatan air di hilir bendung, proses penelitian adalah seperti pada diagram alir pada Gambar 8.



Gambar 8. Diagram alir penelitian.

Langkah-langkah dalam melakukan penelitian sebagai berikut.

1. Memulai penelitian dengan mencari literatur-literatur yang sesuai sehingga didapatkan metodologi penelitian yang akan dilakukan.
2. Mempersiapkan alat dan bahan.
3. Melakukan pengambilan data di laboratorium pada setiap variasi debit dan kolam olak.
4. Mendapatkan output data-data seperti yang pada Tabel 1.
5. Menganalisis data yang sudah didapat dengankan.
6. Melakukan perbandingan terhadap hasil analisis perhitungan dengan hasil penelitian.
7. Langkah terakhir menyimpulkan hasil analisis data penelitian

Tabel 1. Output Data Ekperimen

| Simbol | Keterangan                     |
|--------|--------------------------------|
| $Y_0$  | Ketinggian sebelum bendung     |
| $Y_1$  | Ketinggian di muka bendung     |
| $Y_2$  | Ketinggian di terjunan bendung |
| $Y_3$  | Ketinggian sebelum loncatan    |
| $Y_4$  | Ketinggian sesudah loncatan    |
| $h_j$  | Ketinggian maksimum loncatan   |
| $L_r$  | Panjang loncatan               |

### 3.3 Jenis Penelitian dan Sumber Data

Penelitian dengan judul “Karakteristik Loncatan Hidrolik di Hilir Bendung dengan Variasi Kolam Olak (Uji Eksperimental)” bersifat eksperimen. Penelitian dilakukan di Laboratorium Hidroteknik Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Lampung. Dalam penelitian digunakan model bendung dengan dimensi yang disesuaikan dengan alat simulasi bendung yang terdapat pada laboratorium. Model bendung yang digunakan yaitu dengan mercu tipe ogee serta kolam olak tipe vluhter dengan panjang 5,7

cm dan 19 cm, dan tipe bak tenggelam. Penelitian akan dilakukan dengan mengalirkan debit aliran pada alat simulasi dan diamati ketinggian air di sebelum bendung, muka bendung, saat terjunan, sesudah loncatan, serta panjang loncatan dan ketinggian loncatan.

### 3.4 Peralatan Penelitian

Peralatan yang dibutuhkan di dalam penelitian ini, yakni:

1. Model saluran terbuka

Model saluran terbuka adalah alat konstruksi buatan yang dapat menampung jumlah air yang dibutuhkan dan digunakan untuk observasi, pengukuran atau uji dengan aliran air. Model saluran terbuka ini memiliki ketinggian 24 cm dan lebar saluran 7,5 cm. Sisi-sisi saluran berbahan dasar plastik yang tebalnya 0,5 cm. Alat ini ditujukan untuk pengembangan pendidikan di jenjang yang lebih tinggi dan berasal dari korporasi antara Indonesia dan Jepang, lihat Gambar 9.



Gambar 9. Model saluran terbuka.

## 2. Alat tulis

Alat tulis berupa buku, pena, pensil, dan penghapus digunakan dalam penelitian ini untuk mencatat hasil dari penelitian, yaitu data ketinggian disetiap segmen. Lihat Gambar 10.



Gambar 10. Alat tulis.

## 3. *Stopwatch*

Alat ini digunakan dalam pengukuran debit, dengan mengukur waktu air di meja hidrolika mencapai debit 10 liter. Lihat Gambar 11.



Gambar 11. *Stopwatch*.

## 4. Meja hidrolika

Meja hidrolika berada di bawah hilir saluran terbuka dan digunakan untuk menampung air dari saluran terbuka dan pompa untuk mengirim air yang sudah tertampung ke hulu saluran terbuka, lihat Gambar 12.



Gambar 12. Meja hidrolika.

5. Mistar

Mistar digunakan untuk mengukur ketinggian muka air pada penelitian. Mistar ini memiliki panjang 30 cm dan berbahan plastik. Lihat Gambar 13.



Gambar 13. Mistar.

6. Kamera digital

Kamera digunakan untuk mengambil foto setiap kondisi aliran yang diteliti. Kamera digital juga digunakan untuk mengambil foto proses penelitian dan alat bahan yang digunakan. Kamera digital yang digunakan adalah merk Canon. Foto kondisi aliran di setiap kondisi nantinya digambar sketsanya sehingga dapat tergambar seperti apa aliran di setiap debit aliran dan tiap tipe kolam olak yang diteliti. Lihat Gambar 14.



Gambar 14. Kamera digital.

7. Model bendung dan kolam olak

Dalam penelitian digunakan 1 model bendung yakni tipe ogee, dengan tinggi 18 cm dan lebar 7,5 cm. Terdapat lobang dibawah model badan bendung yang berisi tempat untuk mengaitkan bendung agar bendung tidak bergeser saat sedang melakukan penelitian. Untuk bagian hilir bendung, terdapat 3 variasi model kolam, yakni bendung dengan kolam olak tipe vluhter (panjang: 5,7 cm dan 19 cm) dan bak tenggelam. Model yang digunakan terbuat dari kayu. Model disajikan pada Gambar 15, 16, dan 17, serta untuk terusan model bendung pada Gambar 18 dan 19.



Gambar 15. Model bendung dan kolam olak tipe vluhter panjang 5,7 cm.



Gambar 16. Model bendung dan kolam olak tipe vluhter panjang 19 cm.



Gambar 17. Model bendung dan kolam olak tipe bak tenggelam.

8. Kayu terusan model bendung dengan tebal 2 cm dan 3,5 cm.



Gambar 18. Kayu terusan model bendung dengan tebal 2 cm.



Gambar 19. Kayu terusan model bendung dengan tebal 3,5 cm.

### 3.5 Pengambilan Data

Data primer diperoleh dari percobaan di Laboratorium Hidroteknik Universitas Lampung, dengan prosedur pengambilan data sebagai berikut:

1. Meletakkan alat bendung kayu dan kolam olak tipe short vluhter pada open circulating flume. Lihat Gambar 20.



Gambar 20. Menyiapkan model penelitian pada saluran terbuka.

2. Menghidupkan pompa air seperti pada Gambar 21, dan mengaturnya pada debit variasi pertama, yakni  $1.04 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{dt}$ . Debit diatur dengan memutar tuas dan mengukur waktu debit aliran pada meja hidrolis

sehingga air pada *open circulating flume* sesuai dengan debit yang diinginkan. Lihat Gambar 22.



Gambar 21. Menghidupkan pompa air.



Gambar 22. Mengukur waktu untuk debit aliran

3. Setelah aliran stabil, ukur data primer yang tertera pada Tabel 1. Pengambilan data primer dapat dilihat di Gambar 23,



Gambar 23. Mengukur ketinggian aliran.

4. Setelah data primer terkumpul, tambah besaran debit dengan memutar tuas pada meja hidrolika. Lakukan sampai debit variasi ke 5. Penambahan debit dapat dilihat di Gambar 24.



Gambar 24. Memutar tuas pengatur debit pada meja hidrolika.

5. Setelah data primer untuk kolam olak tipe short vlugter pada 5 variasi debit terkumpul, matikan pompa, lalu ganti kolam olak menjadi tipe ke-

2. Pemasangan model penelitian tipe vluhter panjang dapat dilihat pada Gambar 25. Kemudian lakukan kembali langkah nomor 2-4.



Gambar 25. Pemasangan model penelitian tipe vluhter panjang.

6. Setelah tipe long vluhter selesai, lanjut ke tipe bak tenggelam, dapat dilihat pada Gambar 26, dan pengambilan data selesai.



Gambar 26. Pemasangan model penelitian tipe bak tenggelam.

### 3.6 Analisis Data

Analisis data yang akan dilakukan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1) Bilangan Froude ( $F$ ) (menggunakan persamaan 6)
- 2) Energi spesifik ( $E$ ) (menggunakan persamaan 7)
- 3) Panjang loncatan hidrolik ( $L_r$ ) (menggunakan persamaan 2-5)
- 4) Kehilangan energi spesifik ( $\Delta E$ ) (menggunakan persamaan 8)
- 5) Efisiensi loncatan ( $E_2/E_1$ ) (menggunakan persamaan 9)
- 6) Rasio kedalaman awal dan kedalaman lanjutan ( $y_2/y_1$ ) (menggunakan persamaan 10)
- 7) Kedalaman relatif ( $h_j/E_1$ ) (menggunakan persamaan 11)
- 8) Tinggi loncatan ( $h_j$ ) (menggunakan persamaan 11)

Analisis hasil dituangkan dalam bentuk grafik sehingga diketahui perbedaan karakteristik di setiap variasi kolam olak.

### 3.7 Tahapan Pengolahan Data Penelitian

Pengolahan data yang telah didapatkan dalam penelitian dilakukan dengan tahapan berikut:

1. Menghitung luas menggunakan data ( $y$ ) dimana lebar saluran  $b = 0,075$  m, maka dapat dihitung luas penampang basah di tiap titik yang ditinjau.
2. Menghitung kecepatan aliran dengan data luas saluran menggunakan persamaan 1.
3. Mengetahui jenis aliran kritis menggunakan data ( $y_0, y_1, y_2, y_3, y_4$ ) dan ( $v_0, v_1, v_2, v_3, v_4$ ) dengan menghitung angka froude menggunakan persamaan 6.
4. Menghitung energi spesifik dengan data ketinggian ( $y_0, y_1, y_2, y_3, y_4$ ) dan kecepatan ( $v_0, v_1, v_2, v_3, v_4$ ) menggunakan persamaan 7.

5. Menghitung panjang loncatan hidrolik dengan data ketinggian sebelum dan sesudah loncatan hidrolik ( $y_3$ ,  $y_4$ ) dan angka froude sebelum loncatan ( $F_3$ ) menggunakan persamaan 2-5.
6. Menghitung kehilangan energi dengan data ketinggian sebelum dan sesudah loncatan hidrolik ( $y_3$ ,  $y_4$ ) menggunakan persamaan 8.
7. Menghitung efisiensi loncatan dengan data angka froude sebelum loncatan ( $F_3$ ) menggunakan persamaan 9.
8. Menghitung rasio kedalaman awal dan kedalaman lanjutan dengan data froude sebelum loncatan ( $F_3$ ) menggunakan persamaan 10.
9. Menghitung rasio kedalaman relatif dengan data froude sebelum loncatan ( $F_3$ ) menggunakan persamaan 11.
10. Menhitung ketinggian loncatan secara teoritis dengan data angka froude sebelum loncatan ( $F_3$ ) dan energi spesifik sebelum loncatan hidrolik ( $E_3$ ) menggunakan persamaan 11.

## **V. PENUTUP**

### **5.1 Kesimpulan**

Dari penelitian karakteristik loncatan hidrolik di hilir bendung dengan variasi kolam olak yang dilakukan di Laboratorium Hidroteknik Universitas Lampung, dapat disimpulkan sebagai berikut:

- 1) Pengaruh peningkatan debit terhadap karakteristik loncatan hidrolik adalah panjang loncatan hidrolik semakin panjang seiring bertambahnya debit sampai pada debit ke-4, lalu pada debit ke-5 tipe vluhter pendek menunjukkan kenaikan yang tidak signifikan sedangkan pada tipe vluhter panjang dan bak tenggelam menunjukkan tren penurunan yang signifikan.
- 2) Pengaruh variasi kolam olak terhadap karakteristik loncatan hidrolik adalah bak tenggelam memiliki output aliran dengan energi spesifik yang besar lebih besar daripada tipe vluhter panjang dan pendek, sehingga tipe vluhter pendek dan panjang lebih baik dalam meredam gerusan di hilir bendung daripada tipe bak tenggelam.

### **5.2 Saran**

Setelah melakukan penelitian, berikut ini beberapa saran yang bisa dilakukan untuk penelitian berikutnya.

- 1) Perlu diteliti untuk variasi debit yang lebih besar untuk mendapatkan kondisi bilangan froude yang lebih besar.
- 2) Untuk penelitian berikutnya, dapat menambah variasi panjang kolam olak vluhter sehingga dapat membandingkan karakteristik loncatan setiap pertambahan panjang kolam olak.

- 3) Melakukan penelitian dengan perencanaan model bendung yang lebih matang agar ruang lingkup penelitian lebih terarah.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aditya, R.F. 2021. Analisis Perbandingan Pola Aliran pada Bangunan Pelimpah (Ogee and Stepped Spillway). *Jurnal Jurusan Teknik Sipil Universitas Lampung*. 9(1): 105–112.
- Aini, Q., Fatimah, E., dan Azmeri. 2022. Kajian Panjang Loncatan Hidrolik pada Model Fisik Kolam Olak Bendungan Krueng Kluet Kabupaten Aceh Selatan. *Teras Jurnal*. 12(1): 81-92.
- Asdak, C. 2014. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. UGM Press, Yogyakarta. 630 hlm.
- Bahar, M.T.P. dan Ruzardi. 2019. Studi Pengaruh Konfigurasi Baffle Blocks Terhadap Peredaman Energi pada Konstruksi Bendung. *Jurnal Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia*. 1:1-18.
- Chow, V.T. 1989. *Open Channel Hydraulics*. Illinois, University of Illinois. 609 hlm.
- Dirjen Pengairan PU. 2013. *Sistem Perencanaan Irigasi. Kriteria Perencanaan Bagian Bangunan KP-04*. Kementerian Pekerjaan Umum, Jakarta. 355 hlm.
- Dirjen Pengairan PU. 2013. *Sistem Perencanaan Irigasi. Kriteria Perencanaan Bagian Bangunan Utama (Head Work) KP-02*. Kementerian Pekerjaan Umum, Jakarta. 213 hlm.
- Harsanti, W., Susapto, Charits, M. 2022. Tipe Loncatan hidrolik pada Ambang Gerigi. *Jurnal Teknik Ilmu dan Aplikasi*. 3(2):114-118.
- Herison, A. and Romdania, Y. 2023. Map Analysis Of Land Use In Khilau Sub-Sub Watershed, Way Bulok Sub-Watershed, Way Sekampung Watershed, Lampung Province. *Malaysian Journal of Civil Engineering*. 35(2):21–26.
- Isnugroho. 2015. Perilaku Hidraulik pada Pengembangan Fungsi Bendung Gerak Serayu sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Air. *Jurnal Teknik Hidraulik*. 6(1): 39-50.
- Kodoatie, R.J. 2009. *Hidrolika Terapan: Aliran pada Saluran Terbuka dan Pipa*. Andi Offset, Yogyakarta. 376 hlm.

- Maryono, A. 2003. *Hidrolika Terapan*. Pratnya Paramita, Jakarta. 191 hlm.
- Mawardi, E. dan Memed. 2010. *Desain Hidraulik Bendung Tetap untuk Irigasi Teknis*. Alfabeta, Bandung. 148 hlm.
- Nivitha, M. 2018. *Analisis Hidrologi untuk Penentuan Debit Banjir Rancangan di Bendungan Way Besai*. (Skripsi, Fakultas Teknik, Universitas Lampung: Lampung). Diakses dari <https://digilib.unila.ac.id/30250/13/>.
- Nurjanah, R.A.D. 2014. Analisis Tinggi dan Panjang Loncat Air pada Bangunan Ukur Berbentuk Setengah Lingkaran. *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*. 2(3): 578-582.
- Nugraha, P.J., Alfiah, D., Sinulingga, G., Rojiati, U., Saloom, G., Rosmawati, Fathihani, Johannes, R., Kristia, Batin, M.H., Lestari, W.J., Khatimah, H., Baribe, M.F.B. 2021. *Teori Perilaku Konsumen*. Nasya Expanding Management, Jawa Tengah. 222 hlm.
- Nurnawaty, Rakhim, A., Safitri, M., dan Muhaemina. 2021. Loncatan Hidrolik pada Hilir Pintu Sorong dengan dan Tanpa Ambang Akibat Variasi Tinggi Buka-an Pintu. *Jurnal Teknik Hidro*. 14(1): 1-7.
- Pandani, M.S.O., Wahono, E.P., Chandra, R., dan Mariyanto. 2022. Analisis Pola Hidraulik Peredaman Energi pada Kolam Olak Tipe Vlughter di Hilir Pelimpah Bertangga dengan Model Fisik 2D. *Jurnal Teknik Sipil Universitas Lampung*. 10(1): 39-52.
- Pangestu, A.D. dan Astuti, S.A.Y. 2018. Studi Gerusan di Hilir Bendung Kolam Olak Tipe Vlughter dengan Perlindungan Groundsill. *Jurnal Teknisia*. 23(1): 463-473.
- Pramadhani, M.A., Rizal, S.R., dan Priyono, P. 2023. Permodelan Hidrolik Aliran pada Bendung dengan Mercu Tipe Ogee. *Jurnal Smart Teknologi Universitas Muhammadiyah Jember*. 4(4): 422-423.
- Pusat Pendidikan dan Pelatihan Sumber Daya Air dan Konstruksi. 2016. *Modul 08 Perencanaan Bangunan Utama (Bendung)*. Kementrian PUPR, Jakarta. 102 hlm.
- Rizal, N.S., Manggala, A.S., Bahri, M.H., Mufarida, N.A., Oktavianto, H., Faruq, H.A.A., Lusiana, D., Nilogiri, A., Nugroho, A.B., Ariyani, S. 2023. Penentuan Faktor Koreksi Panjang Loncatan Hidrolik pada Kolam Peredam Energi Tipe Bucket. *Jurnal Teoritis dan Terapan Bidang Rekayasa Sipil*. 30(1): 63-70.
- Romdania, Y. and Herison, A. 2023. Analysis of Rainfall Erosivity Index Using The Bols and Lenvain Methods. *Malaysian Journal of Civil Engineering*. 35(2):27–34.

- Suripin. 2019. *Mekanika Fluida dan Hidraulika Saluran Terbuka untuk Teknik Sipil*. Andi Offset, Yogyakarta. 310 hlm.
- Triatmodjo, B. 2015. *Hidraulika II*. Beta Offset, Yogyakarta. 212 hlm.
- White, M.F. 2011. *Fluid Mechanics*. McGraw-Hill, New York. 847 hlm.
- Yeo, H., Kang, J., and Jung, S. 2012. An Experimental Study for Construction of Emergency Spillway in Daechung Dam. *Article in Engineering Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology*. 4: 568 – 577.
- Zulfan J., Rakhmawati, T., Rimawan, R., Samskerta, I.P., Lestari, S. 2022. Modifikasi Kolam Olak Tipe Ambang Bergigi dalam Rangka Rehabilitasi Kerusakan Bendung Cikeusik di Jawa Barat. *Jurnal Teknik Hidraulik Kementerian PUPR*. 13(1): 39-52.