

SKRIPSI

**PERENCANAAN SABO DAM SEBAGAI BANGUNAN
PENGENDALI SEDIMEN PADA SUNGAI TALANG
KOTA PADANG PANJANG**

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Sipil**



Oleh

OSKAR ROY

171000222201064

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA BARAT
2021**

HALAMAN PENGESAHAN

PERENCANAAN SABO DAM SEBAGAI BANGUNAN PENGENDALI
SEDIMEN PADA SUNGAI TALANG KOTA PADANG PANJANG

Oleh

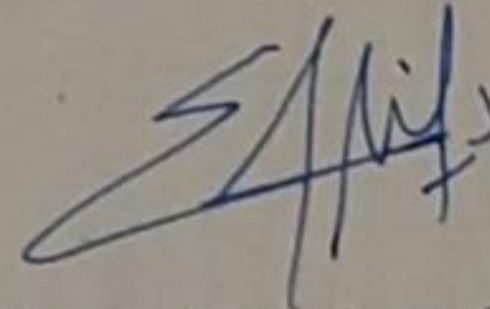
OSKAR ROY
171000222201064

Dosen Pembimbing I



Ir. Surya Eka Priana, M.T., IPP
NIDN. 1016026603

Dosen Pembimbing II



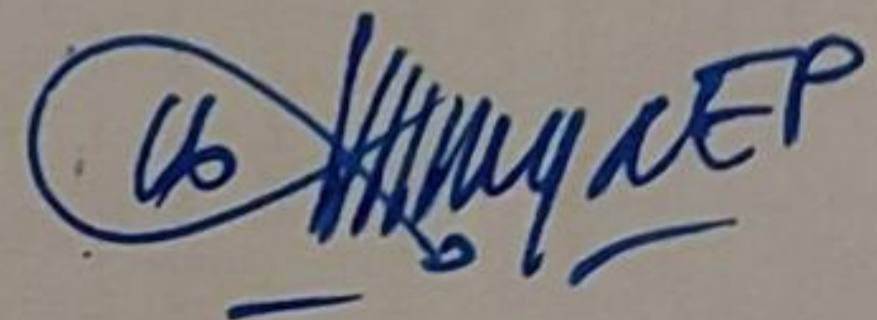
Elfania Bastian, S.T., M.T
NIDN. 1018118901

Dekan Fakultas Teknik
UM Sumatera Barat



Masril, S.T., M.T
NIDN. 1005057407

Ketua Program Studi
Teknik Sipil

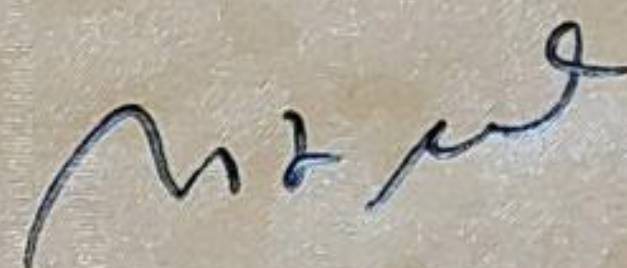


Ir. Surya Eka Priana, M.T., IPP
NIDN. 1016026603

LEMBAR PERSETUJUAN TIM PENGUJI

Skripsi ini telah dipertahan dan disempurnakan berdasarkan masukan dan koreksi Tim Penguji pada ujian tertutup tanggal 26 Agustus 2021 di Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat

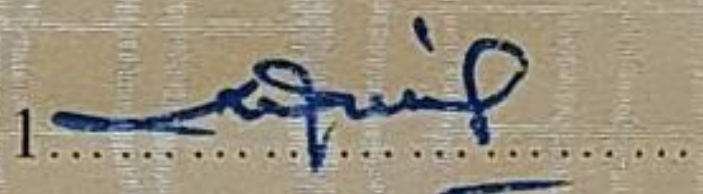
Bukittinggi, 26 Agustus 2021
Mahasiswa,



OSKAR ROY
171000222201064

Disetujui Tim Penguji Skripsi Tanggal 26 Agustus 2021 :

1. Masril, S.T., M.T

1. 

2. Selpa Dewi, S.T., M.T

2. 

Mengetahui,
Ketua Pogram Studi
Teknik Sipil



Ir. Surya Eka Priana., M.T., IPP
NIDN. 1016026603

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : OSKAR ROY

Tempat dan Tanggal Lahir : Padang Panjang, 26 Agustus 1984

NIM : 171000222201064

Judul Skripsi : Perencanaan Sabo Dam Sebagai Bangunan Pengendali Sedimen pada Sungai Talang Kota Padang Panjang

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa penulisan Skripsi ini berdasarkan hasil penelitian, pemikiran dan pemaparan asli dari saya sendiri, baik untuk naskah laporan maupun kegiatan yang tercantum sebagai bagian dari Skripsi ini. Jika terdapat karya orang lain, saya akan mencantumkan sumber yang jelas.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya tulis ini dan sanksi lain sesuai dengan peraturan yang berlaku di UM Sumatera Barat.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar tanpa paksaan dari pihak manapun.

Bukittinggi, 26 Agustus 2021

Yang membuat pernyataan,



[Handwritten signature]
OSKAR ROY
171000222201064

ABSTRAK

Sedimentasi merupakan proses pembentukan sedimen endapan material atau pecahan dari batuan, mineral dan material organik yang hanyut dan bergerak mengikuti arah aliran air sungai. Materi hasil erosi terdiri dari atas berbagai jenis partikel yaitu ada halus dan kasar. Cara pengangkutannya pun bermacam-macam seperti terdorong, terbawa secara melompat-lompat dan ada pula yang larut. Sedimentasi pada Sungai Talang yang terjadi sebesar $185.764 \text{ m}^3/\text{tahun}$ mengakibatkan pendangkalan sehingga mengurangi kapasitas tampungan air pada Sungai Talang. Pembangunan Sabo Dam merupakan salah satu solusi yang dapat dilakukan guna mengendalikan sedimentasi pada sungai. Tujuan dari penelitian ini adalah merencanakan desain bendung pengendali sedimen yang aman terhadap stabilitas dengan volume tampungan sedimen terbesar. Metode yang dilakukan dalam penelitian ini adalah membandingkan desain hidrolis bangunan Sabo pada dua lokasi yang ditentukan (STA 0+200 dan STA 201+400), kemudian dilakukan analisis stabilitas berdasarkan gaya-gaya yang terjadi dan volume sedimen yang bisa ditampung. Berdasarkan hasil analisis stabilitas pada dua lokasi, didapatkan hasil bahwa pada STA 201+400 bendung aman terhadap geser, guling, daya dukung dan piping. Volume sedimen yang dapat ditahan sebanyak $156.206,85 \text{ m}^3$ dan Sabo akan penuh dengan sedimen setelah 8 bulan. Sedangkan pada lokasi STA 0+200 sedimen yang dapat ditahan sebanyak $7.913,787 \text{ m}^3$ dan akan penuh setelah 4 bulan. Pembangunan Sabo Dam pada STA 201+400 diharapkan mampu mengurangi sedimentasi yang terjadi pada Sungai Talang

Kata kunci : Sedimen, sabo dam, stabilitas, volume tampungan

ABSTRACT

Sedimentation is the process of forming sedimentary material deposits or fragments of rocks, minerals and organic materials that drift and move in the direction of the flow of river water. The material from erosion consists of various types of particles, namely fine and coarse. There are various ways of holding it, such as being pushed, carried by jumping up and down and some are dissolved. Sedimentation in the Talang River which occurred at $185,764 \text{ m}^3/\text{year}$ resulted in silting, thereby reducing the water holding capacity of the Talang River. The construction of the Sabo Dam is one solution that can be done to control sedimentation in the river. The purpose of this study is to design a sediment control weir that is safe for stability with the largest sediment storage volume. The method used in this research is to compare the hydraulic design of the Sabo building at two specified locations (STA 0+200 and STA 201+400), then stability analysis is carried out based on the forces that occur and the volume of sediment that can be accommodated. Based on the results of stability analysis at two locations, it was found that the STA 201+400 weir was safe against shearing, overturning, bearing capacity and piping. The sediment volume that can be retained is $156,206.85 \text{ m}^3$ and Sabo will be full of sediment after 8 months. Meanwhile, at the location of STA 0+200 the sediment that can be retained is $7,913,787 \text{ m}^3$ and will be full after 4 months. The construction of the Sabo Dam at STA 201+400 is expected to reduce sedimentation that occurs in the Talang River

Keywords: Sediment, sabo dam, stability, storage volume

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT atas segala berkat yang telah diberikan-Nya, sehingga skripsi ini dapat diselesaikan. Skripsi ini merupakan salah satu kewajiban yang harus diselesaikan untuk memenuhi sebagian persyaratan akademik untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Sipil di Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat (UM Sumatera Barat).

Penulis menyadari bahwa tanpa bimbingan, bantuan dan doa dari berbagai pihak, Skripsi ini tidak akan dapat diselesaikan tepat pada waktunya. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu dalam proses pengerjaan skripsi ini, yaitu kepada :

1. Orang tua dan adik serta seluruh keluarga yang telah memberikan dukungan moril, doa dan kasih sayang
2. Bapak Masril, S.T., M.T selaku Dekan Fakultas Teknik UM Sumatera Barat;
3. Bapak Hariyadi, S. Kom, M.Kom selaku Wakil Dekan Fakultas Teknik UM Sumatera Barat;
4. Bapak Ir. Surya Eka Priana., M.T., IPP selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil;
5. Ibu Helga Yermadona, S.Pd., M.T selaku Dosen Pembimbing Akademik;
6. Bapak Ir. Surya Eka Priana., M.T selaku Dosen Pembimbing I skripsi yang telah memberikan bimbingan dan banyak memberikan masukan kepada penulis;
7. Ibu Elfania Bastian, S.T., M.T selaku Dosen Pembimbing II skripsi yang telah memberikan bimbingan dan banyak memberikan masukan kepada penulis;
8. Bapak/Ibu Tenaga Kependidikan Fakultas Teknik UM Sumatera Barat;

9. Rekan-rekan jurusan Teknik Sipil yang telah memberikan semangat dan dukungan kepada penulis untuk dapat menyelesaikan skripsi ini;
10. Semua pihak yang namanya tidak dapat disebutkan satu per satu.

Akhir kata, penulis menyadari bahwa mungkin masih terdapat banyak kekurangan dalam skripsi ini. Oleh karena itu, saran dari pembaca akan sangat bermanfaat bagi penulis. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang membacanya, khususnya mahasiswa Teknik Sipil.

Bukittinggi, 26 Agustus 2021

Penulis



DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN JUDUL

HALAMAN PENGESAHAN

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

ABSTRAK

KATA PENGANTAR i

DAFTAR ISI iii

DAFTAR TABEL..... v

DAFTAR GAMBAR vi

DAFTAR NOTASI..... vii

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang 1

1.2 Rumusan Masalah 2

1.3 Batasan Masalah 2

1.4 Tujuan dan Manfaat Penelitian 2

1.5 Sistematika Penulisan 2

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sedimentasi 5

2.2 Analisis Hidrologi 5

2.3 Analisis Debit Banjir 6

2.4 Transport Sedimen 7

2.5 Mekanisme Pengangkutan Sedimen 8

2.6 Proporsi Sedimen 8

2.7 Konstruksi Bangunan Sabo Dam 9

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian 24

3.2 Data Penelitian 25

3.3 Metode Analisis Data 27

| | |
|---|----|
| 3.4 Bagan Air Penelitian | 28 |
| BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN | |
| 4.1 Kondisi Lokasi Penelitian | 29 |
| 4.2 Analisis Hidrologi | 31 |
| 4.3 Estimasi Sedimentasi | 37 |
| 4.4 Konstruksi Bangunan Sabo Dam | 37 |
| 4.5 Perhitungan Berat Jenis Sedimen | 42 |
| 4.6 Perhitungan Stabilitas Bendung | 43 |
| 4.7 Kapasitas Tampungan | 56 |
| 4.8 Gambar Rencana STA 0+200 dan STA 201+400..... | 57 |
| BAB V PENUTUP | |
| 5.1 Kesimpulan | 63 |
| 5.2 Saran | 64 |
| DAFTAR PUSTAKA | |
| LAMPIRAN | |



DAFTAR TABEL

| | Halaman |
|---|---------|
| Tabel 2.1 Debit Banjir Berdasar Jenis Bangunan | 5 |
| Tabel 2.2 Proses Perubahan Dasar Sungai | 8 |
| Tabel 2.3 <i>Bed Load Correction Table</i> | 9 |
| Tabel 4.1 Data Debit Maksimum Tahunan Sungai Talang | 31 |
| Tabel 4.2 Perhitungan Parameter Statistik | 32 |
| Tabel 4.3 Parameter Distribusi Log Normal dan Log <i>Person Tipe III</i> | 33 |
| Tabel 4.4 Ketentuan Pemilihan Distribusi | 35 |
| Tabel 4.5 Perhitungan Uji Smirnov - Kolmogorov | 35 |
| Tabel 4.6 Data Debit Kala Ulang Sungai Talang | 37 |
| Tabel 4.7 Berat Jenis Sedimen | 42 |
| Tabel 4.8 Perhitungan Momen pada Muka Air Banjir | 48 |
| Tabel 4.9 Perhitungan Momen pada Kondisi Muka Air Normal | 51 |
| Tabel 4.10 Ringkasan Hasil Desain Bendung yang Aman dan Stabil Pada STA 201+400..... | 53 |
| Tabel 4.11 Stabilitas Bendung..... | 53 |
| Tabel 4.12 Ringkasan Hasil Desain Bendung yang Aman dan Stabil Pada STA 0+200..... | 55 |
| Tabel 4.13 Ringkasan Hasil Desain Tembok Tepi yang Aman dan Stabil Pada STA 0+200..... | 55 |
| Tabel 4.14 Gaya-gaya yang Bekerja | 56 |
| Tabel 4.15 Stabilitas | 56 |
| Tabel 4.16 Tabel Perbandingan Lokasi dan Dimensi Pada STA 0+200 dan STA 201+400..... | 58 |

DAFTAR GAMBAR

Halaman

| | | |
|------------|--|----|
| Gambar 2.1 | Jenis-Jenis Muatan Sedimen Pada Sungai..... | 8 |
| Gambar 2.2 | Contoh Pengendalian Sedimen..... | 10 |
| Gambar 2.3 | Contoh Sabo Dam Di Gunung Merapi..... | 10 |
| Gambar 2.4 | Potongan Melintang Sungai dan Konstruksi Sabo..... | 11 |
| Gambar 2.5 | Potongan Memanjang Sungai dan Konstruksi Sabo..... | 12 |
| Gambar 2.6 | Jenis-Jenis Sabo Dam..... | 12 |
| Gambar 2.7 | Sketsa Main Dam Tubuh Bendung Utama..... | 16 |
| Gambar 2.8 | Pedoman Perencanaan Sabo Dam..... | 19 |
| Gambar 2.9 | Sketsa Kapasitas Tampung Sedimen..... | 21 |
| Gambar 3.1 | Lokasi Penelitian..... | 24 |
| Gambar 3.2 | Rencana Lokasi Penelitian..... | 26 |
| Gambar 3.3 | Diagram Alir Penelitian..... | 28 |
| Gambar 4.1 | Kondisi Tumpukan Sedimen pada STA 0+200..... | 29 |
| Gambar 4.2 | Kondisi Tumpukan Sedimen pada STA 201+400..... | 29 |
| Gambar 4.3 | Sketsa Penampang Pelimpah..... | 38 |
| Gambar 4.5 | Sketsa Penampang Melintang Sabo Dam..... | 42 |
| Gambar 4.6 | Gaya-gaya yang Bekerja pada Bendung..... | 43 |
| Gambar 4.7 | Gaya-gaya yang Bekerja pada Muka Air Banjir..... | 44 |
| Gambar 4.8 | Gaya-gaya yang Bekerja pada Muka Air Normal..... | 48 |
| Gambar 5.1 | Rencana Sabo Dam STA 0+200 dan STA 201+400 | 58 |

DAFTAR NOTASI

| | | |
|------------|---|---|
| X_T | = | nilai perkiraan pada kala ulang yang ditentukan |
| X | = | nilai rerata sampel hitung |
| K_T | = | faktor frekuensi |
| S | = | standart deviasi nilai sampel |
| Y_T | = | <i>Reduced Variate</i> , sebagai fungsi kala ulang |
| Y_n | = | <i>Reduced Mean</i> |
| S_n | = | <i>Reduced Standart Deviat</i> |
| Q | = | debit banjir kala ulang |
| X | = | nilai rata-rata dari curah hujan |
| G | = | faktor frekuensi, yang merupakan fungsi dari kala ulang & koefisien kepencengan |
| Y | = | nilai rata-rata sampel hitung |
| C | = | koefisien pelimpah |
| g | = | percepatan gravitasi |
| B_1 | = | lebar pelimpah bagian bawah |
| B_2 | = | lebar muka air di atas pelimpah |
| h_3 | = | tinggi muka air diatas pelimpah |
| m_2 | = | kemiringan tepi pelimpah |
| n | = | koefisien keamanan |
| Δt | = | dalamnya scouring didepan mercu |
| V | = | kecepatan aliran saat banjir |
| f | = | koefisien gesekan dalam titik bendung |
| γ_w | = | berat volume aliran air |
| γ_c | = | berat volume bendung |
| t | = | tinggi muka di depan mercu |
| b_1 | = | lebar mercu pelimpah |

| | | |
|---------------------|---|--|
| A | = | luas penampang pelimpah |
| V | = | kecepatan aliran |
| H | = | tinggi total bendung utama |
| t | = | tebal lantai kolam olak |
| H ₁ | = | tinggi bendung utama dari permukaan lantai kolam olak |
| h ₃ | = | tinggi muka air diatas pelimpah |
| V ₁ | = | kecepatan jatuh pada terjunan |
| Fr ₁ | = | angka Froude aliran pada titik terjunan |
| Sf _{geser} | = | faktor keamanan |
| PV | = | gaya vertikal total |
| PH | = | gaya horizontal total |
| f | = | koefisien geser antara dasar badan bendung dan tanah dasar (dapat dilihat pada lampiran) |
| τ ₀ | = | tegangan geser badan bendung |
| l | = | panjang bidang geser |
| X | = | jarak dari tumit bendung tepi (hulu) sampai ke titik tangkap resultan gaya |
| e | = | jarak dari as sampai ke titik tangkap resultan gaya |
| M _v | = | jumlah momen yang menahan |
| M _H | = | jumlah momen yang menggulingkan |
| M | = | momen total (M _v - M _H) |

DAFTAR LAMPIRAN

- A. Data Debit Maksimum Tahunan Sungai Talang
- B. Data Tanah pada Lokasi STA 0+200 dan STA 201+400
- C. Hasil Uji Berat Jenis Sedimen pada Sungai Talang.
- D. Tinggi jagaan pada pelimpah
- E. Penentuan lebar mercu
- F. Gaya-gaya yang bekerja
- G. Daya Dukung Tanah yang Diijinkan dan Koefisien Geser
- H. Angka Keamanan yang Disarankan



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sedimen adalah material atau pecahan dari batuan, mineral dan material organik yang terbawa hanyut dan bergerak mengikuti arah aliran air sungai. Sedimen dapat dibedakan menjadi muatan dasar (*bed load*) dan muatan melayang (*suspended load*). Muatan dasar bergerak secara bergulir, meluncur dan meloncat-loncat diatas permukaan dasar sungai. Sedangkan muatan layang yang mempunyai ukuran kurang dari 0,1 mm bergerak secara melayang mengikuti arah aliran sungai. Alterasi dasar sungai (naik turunnya permukaan air sungai) dapat terjadi karena bergeraknya muatan dasar, *suspended load* tidak berpengaruh pada alterasi dasar sungai tetapi dapat mengendap pada dasar waduk atau muara sungai (Suyono, 1994).

Sedimen tahunan (*yield sediment*) yang terjadi pada Daerah Aliran Sungai Talang sebesar 185.764 m³/tahun (Padang Panjang, 2020). Sehingga dari hasil tersebut dapat dijadikan sebagai data patokan pembuatan bangunan pengendali sedimen. Sabo Dam merupakan salah satu solusi yang dapat dilakukan guna mengendalikan sedimentasi sungai (Takahashi, 2007).

Metode pengendalian sedimen menggunakan Sabo Dam telah menuai banyak kesuksesan dalam mengendalikan sedimen di dunia, seperti contohnya di eropa pengguna sabo dam pertama kali adalah Perancis tahun 1860 kemudian Austria pada tahun 1882.

Contoh penggunaan Sabo Dam yang ada di Sumatera Barat terdapat di 11 lokasi seperti Sabo Batang Lolo, Sabo Batang Lawe, Sabo Batang Sungai Aro, Sabo Batang Bangko Gadang, Sabo Batang Timbalun, Sabo Batang Bangkahan, Sabo Batang Malalo, Sabo Batang Lakin, Sabo Batang Belubus, Sabo Batang Lasi dan Sabo Batang Kalulutan (Pusat/Balai Wilayah Sungai Sumatera V Padang).

1.2 Rumusan Masalah

Bagaimanakah desain bangunan Sabo Dam guna pengendalian sedimen pada Daerah Aliran Sungai Talang Kota Padang Panjang.

1.3 Batasan Masalah

1. Perhitungan sedimentasi yang digunakan adalah sedimen jenis muatan dasar (*bed load*) dengan tidak memperhitungkan muatan layang (*suspended load*).
2. Data debit dan data tanah menggunakan hasil pengamatan lapangan yang didapatkan dari instansi terkait yaitu Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Kota Padang Panjang
3. Lokasi perencanaan terletak pada STA 0+200 dan STA 201+400

1.4 Tujuan Penelitian

1. Mendesain konstruksi bangunan pengendali sedimen (Sabo Dam) sehingga mampu mengurangi sedimentasi yang terjadi pada Daerah Aliran Sungai Talang Kota Padang Panjang
2. Untuk menganalisis debit banjir rancangan
3. Untuk menghitung kapasitas dan durasi tampungan

1.5 Manfaat Penelitian

1. Dapat mengendalikan sedimentasi, sehingga tidak mengganggu kinerja Daerah Aliran Sungai Talang
2. Alternatif terbaik dalam upaya penanggulangan erosi tanah akibat aliran sedimen

1.6 Sistematika Penulisan

Dalam penulisan Skripsi Perencanaan Sabo Dam Sebagai Bangunan Pengendali Sedimen pada Sungai Talang Kota Padang Panjang. Penulis membagi menjadi 5 (lima) bab, dengan garis besar penulisan sebagai berikut.

BAB I : PENDAHULUAN

Bab ini mengemukakan latar belakang (masalah), rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika penulisan.

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menguraikan sumber bacaan, teori-teori baik dari buku-buku, jurnal dan hasil-hasil penelitian yang relevan dengan permasalahan dan tujuan penelitian yang diangkat dalam skripsi. Bab ini tidak sekedar berisi kutipan atau pencantuman teori-teori, konsep, rumus yang diambil dari berbagai sumber, tetapi merupakan hasil olahan dari berbagai hal di atas yang kemudian ditarik benang merahnya. Dalam bab ini dapat ditambahkan sub bab studi literatur, yang berisi penelitian lain yang relevan dan mensitasi artikel jurnal dosen.

BAB III : METODOLOGI PENELITIAN

Bab Metodologi Penelitian pada dasarnya menjelaskan rencana dan prosedur penelitian yang dilakukan penulis untuk memperoleh jawaban yang sesuai dengan permasalahan atau tujuan penelitian. Hal-hal yang dicakup dalam bab ini adalah lokasi penelitian, data penelitian, metode analisis data, pengujian hipotesis dan bagan alir penelitian

BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN

Skripsi yang berupa perencanaan, bab ini berisi berbagai perhitungan perencanaan dan tampilan hasil perencanaannya. Disamping itu, juga harus mampu menjawab secara ilmiah tujuan atau permasalahan yang diajukan dalam skripsi.

BAB V : PENUTUP

Penutup merupakan bab terakhir yang umumnya terdiri atas dua sub bab, yaitu kesimpulan dan saran. Kesimpulan merupakan uraian jawaban dari rumusan masalah yang dituliskan dari atau berdasar pada diskusi hasil kajian.

Untuk itu, disarankan agar pernyataan-pernyataan kesimpulan ditulis dalam rangkaian kalimat-kalimat deklaratif yang tidak terlalu panjang, ringkas tetapi padat isi. Setiap saran yang ditulis setidaknya harus mengungkapkan:

1. Kepada siapa saran itu diberikan
2. Apa saran yang diberikan
3. Mengapa saran tersebut diberikan. Saran harus berdasarkan hasil kajian yang telah dilakukan

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN



BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sedimentasi

Sedimentasi merupakan suatu proses pengendapan material hasil erosi yang masuk ke aliran sungai sehingga membentuk dataran aluvial. Proses ini tergolong mengganggu aliran sungai, karena dengan adanya pengendapan pada aliran (badan) sungai dapat menyebabkan berkurangnya tampungan volume air yang melewati sungai tersebut. Sehingga air sungai meluber ke sekitar badan sungai.

Pengendapan sedimen di waduk-waduk akan mengurangi volume efektifnya (Sumarto, 1995) karena sedimen dengan ukuran butiran halus akan diendapkan pada Dam atau Bendungan yang sudah ada dan masuk pada area yang disebut *Low Water Level*, sedangkan butiran kasarnya akan di endapkan di bagian hulu.

2.2 Analisis Hidrologi

Analisis hidrologi yang dilakukan terhadap data debit untuk mendapatkan besarnya nilai debit maksimum yang kemungkinan terjadi selama kala ulang tertentu. Dengan adanya debit banjir rencana dapat digunakan sebagai dasar untuk merencanakan kemampuan dan ketahanan suatu bangunan yang terletak pada alur sungai. Debit rencana yang diambil dapat dilihat pada tabel 2.1 berikut:

Tabel 2.1 Debit banjir berdasarkan jenis bangunan

| Jenis bangunan | Kala ulang (tahun) |
|------------------------|--------------------|
| Bendung urugan | > 1000 |
| Bendung pasangan/beton | 500 – 1000 |
| Saluran pembagi banjir | 20 – 50 |
| Tanggul | 10 – 20 |
| Drainase | 5 – 10 |

Sumber : Sifia. (1990).

2.3 Analisis debit banjir rencana

Dalam menganalisis debit dengan periode ulang tertentu, digunakan metode statistik seperti distribusi normal, metode Log Normal, metode Gumbel dan Log Pearson III (Triatmodjo, 2009).

a. Distribusi Normal

Distribusi normal mempunyai 2 parameter, yaitu rerata (X) dan deviasi standar (S) persamaan yang digunakan dalam metode ini adalah:

$$X_T = X + K_T \cdot S \dots\dots\dots(2.1)$$

Keterangan :

- X_T = nilai perkiraan pada kala ulang yang ditentukan
- X = nilai rerata sampel hitung
- K_T = faktor frekuensi
- S = standart deviasi nilai sampel

b. Distribusi *Gumbel*

Metode Gumbel banyak digunakan untuk analisis data maksimum, seperti penggunaan pada analisis frekuensi banjir. Persamaan yang digunakan dalam metode ini adalah (Triatmodjo, 2009) :

$$X = X + S \cdot K \dots\dots\dots(2.2)$$

Keterangan :

- X = nilai rerata sampel
- S = standart deviasi nilai sampel
- K = faktor frekuensi

Faktor frekuensi pada distribusi Gumbel dapat dicari dengan

pendekatan : $K_T = \frac{Y_T Y_n}{S_n} \dots\dots\dots(2.3)$

Keterangan :

- Y_T = *Reduced Variate*, sebagai fungsi kala ulang
- Y_n = *Reduced Mean*
- S_n = *Reduced Standart Deviat*

c. Distribusi *Log Pearson III*

Data-data yang dibutuhkan dalam menggunakan metode ini adalah nilai rata-rata, standart deviasi dan analisa frekuensi hujan. Rumus yang digunakan dalam metode ini adalah (Triatmodjo, 2009) :

$$\text{Log } Q = \log X + G \cdot s_i \dots\dots\dots(2.4)$$

Keterangan :

- Q = debit banjir kala ulang
- X = nilai rata-rata dari curah hujan
- G = faktor frekuensi, yang merupakan fungsi dari kala ulang & koefisien kepengcengan
- s_i = standart deviasi

d. Distribusi Log Normal

Pada distribusi Log Normal, data-data yang dibutuhkan antara lain nilai rata-rata sampel hitung, standart deviasi dan faktor frekuensi. Berikut adalah persamaannya :

$$Y_T = Y + K_T \cdot S \dots\dots\dots(2.5)$$

Keterangan :

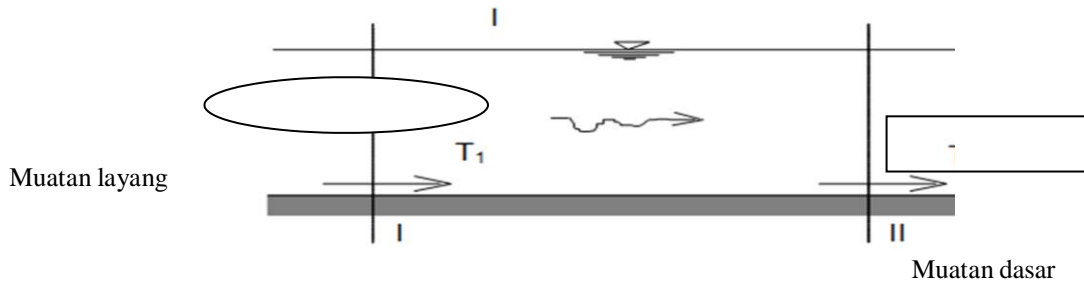
- Y_T = perkiraan nilai kala ulang
- Y = nilai rata-rata sampel hitung
- K_T = faktor frekuensi
- S = standart deviasi

2.4 Transport Sedimen

Proses angkutan sedimen merupakan suatu masalah yang kompleks yang berdampak langsung pada lingkungan. Jika tidak dikontrol prosesnya akan dapat menimbulkan masalah seperti perubahan alur sungai, banjir, penurunan kualitas air, kerusakan bangunan air dan lain sebagainya (Wicaksono, 2002).

2.5 Mekanisme Pengangkutan Sedimen

Mekanisme Pengangkutan sedimen pada sungai terdiri atas dua macam, antara lain muatan layang (*suspended load*) dan muatan dasar (*bed load*).



Gambar 2.1 Jenis-jenis muatan sedimen pada sungai

Sumber : Fadlun. (2010)

- Muatan Layang (*suspended load*) adalah material sedimen yang melayang dan bergerak dalam air mengikuti aliran.
- Muatan Dasar (*bed load*) adalah material sedimen yang Bergeraknya pada dasar sungai dan gerakannya dengan cara menggelinding mengikuti dasar.

Proses perubahan dasar sungai diantara 2 (dua) penampang melintang akibat adanya angkutan sedimen adalah sebagai berikut :

Tabel 2.2 Proses Perubahan Dasar Sungai

| Perbandingan T | Kondisi Perubahan Dasar Sungai |
|----------------|--------------------------------|
| $T_1 < T_2$ | Erosi atau Degradasi |
| $T_1 = T_2$ | <i>Equilibrium</i> atau Stabil |
| $T_1 > T_2$ | Sedimentasi atau Agradasi |

Sumber : Fadlun. (2010).

2.6 Proporsi Sedimen

- Muatan Layang (*Suspended Load*)

Muatan layang adalah partikel yang diangkut oleh aliran yang cenderung terus-menerus melayang. Ukuran partikelnya kurang dari 0,1 mm. Keberadaan muatan layang juga mempengaruhi proses sedimentasi, karena dapat mengendap dan menimbulkan

pendangkalan pada area waduk. Namun muatan ini tidak mempengaruhi alterasi sungai



b) Muatan Dasar (*Bed Load*)

Muatan dasar adalah material sedimen yang Bergeraknya pada dasar sungai dan gerakannya dengan cara menggelinding mengikuti dasar sungai. Keberadaan material ini sangat berpengaruh terhadap proses sedimentasi, karena ukuran butiran yang tergolong besar. Muatan ini berpengaruh terhadap alterasi sungai, karena muatan ini senantiasa bergerak naik dan turun. Debit sedimen dasar (*bed load*) dapat ditentukan berdasarkan pengukuran sedimen suspensi (*suspended load*) sebagai berikut :

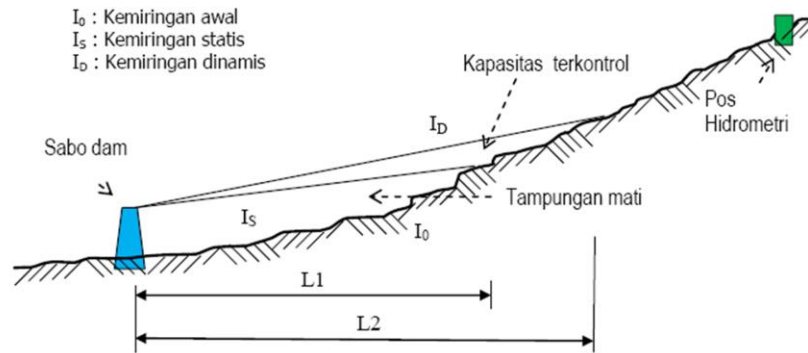
Tabel 2.3 *Bed Load Correction Table*

| Konsentrasi sedimen suspense (ppm) | Jenis material dasar sungai | Texture sedimen suspensi | Persentase bed load terhadap sedimen suspensi |
|------------------------------------|---|------------------------------|---|
| < 1000 ppm | <i>Sand</i> | Sama dengan material dasar | 250-150 |
| < 1000 ppm | <i>Gravel, Rock</i> atau <i>Consolidated Clay</i> | Terdapat sedikit <i>Sand</i> | 5-12 |
| 1000-7500 | <i>Sand</i> | Sama dengan material dasar | 10-22 |
| 1000-7500 | <i>Gravel, Rock</i> atau <i>Consolidated Clay</i> | 25% <i>Sand</i> atau kurang | 5-12 |
| > 7500 | <i>Sand</i> | Sama dengan material dasar | 5-15 |
| > 7500 | <i>Gravel, Rock</i> atau <i>Consolidated Clay</i> | 25% <i>Sand</i> atau kurang | 2-8 |

Sumber : *Design of Small Dam*. (1974).

2.7 Konstruksi Bangunan Sabo Dam

Bangunan Sabo Dam merupakan suatu konstruksi bangunan air yang fungsinya sebagai penahan, penampung dan pengendali sedimen yang larut pada aliran sungai sehingga sedimen tersebut tidak mengganggu kinerja Dam yang ada. Berikut adalah sketsa lokasi penempatan bangunan Sabo Dam pada potongan melintang sungai dan gambar bangunan Sabo Dam.



Gambar 2.2 Contoh pengendalian sedimen (potongan melintang)

Sumber : Khoiril Murod (2002)



Gambar 2.3 Contoh Sabo Dam di Gunung Merapi Jogjakarta

Sumber : Khoiril Murod (2002:9)

Adapun menurut Khoiril Murod (2002:9) menyebutkan jenis bangunan pengendali sedimen menurut fungsinya dibedakan menjadi :

1. *Stepped Dam* yaitu dam bertingkat yang dibuat dibagian alur yang rusak, mudah longsor untuk mencegah produksi sedimen karena erosi galur.
2. *Check Dam* atau *Sabo Dam* yaitu dam penahan sedimen yang harus dibangun di lembah sungai yang cukup dalam untuk menahan, menampung dan mengendalikan sedimentasi, sehingga jumlah sedimen yang mengalir diperkecil.
3. *Sand Pocket* (Kantong Pasir) yaitu bangunan pengendali sedimen yang dibuat di daerah sungai yang berbentuk kipas alluvial untuk menampung sejumlah sedimen yang mengalir cukup besar sehingga sisa dari yang ditahan *check dam* ditampung disini. *Pads* umumnya kantong pasir

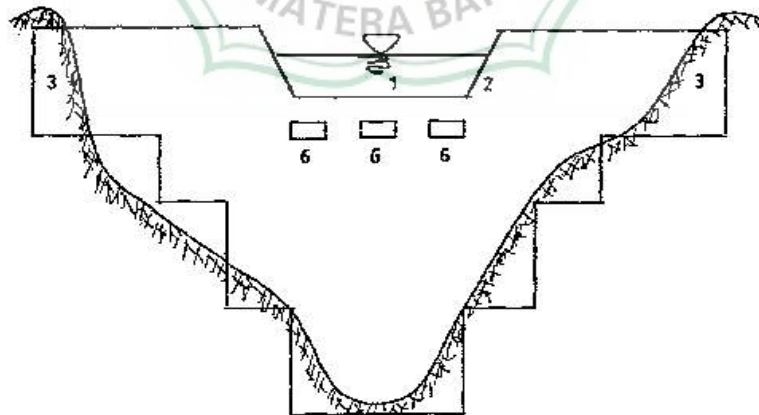
dilengkapi dengan tanggul keliling untuk mencegah limpasan

4. *Groundsill* atau ambang pengendali dasar adalah check dam yang rendah dibangun melintang sungai untuk menstabilkan dasar sungai dan mengarahkan aliran sedimen.
5. *Channel Works* yaitu bangunan berupa kanal di daerah kipas alluvial untuk menstabilkan arah alur dan mengalirkan banjir dengan aman, karena pada umumnya di daerah tersebut selalu berubah akibat fluktuasi debit.

Dalam perencanaannya, kapasitas tampungan bangunan pengendali sedimen perlu diperhitungkan secara matang, karena kapasitas ini bisa menentukan potensi dan jenis sedimen yang akan melewati dam dalam kurun waktu yang direncanakan.

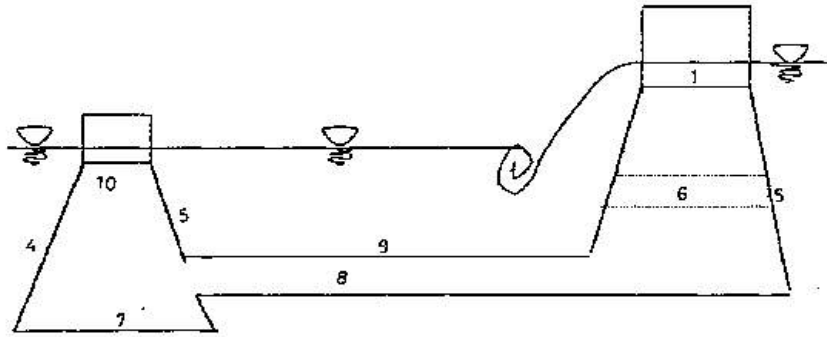
a. Bagian-bagian pada konstruksi Sabo Dam

- | | |
|----------------------------|--|
| 1. Mercu bendung | 6. Lubang drainase (<i>driphole</i>) |
| 2. Pelimpah | 7. Lebar bawah bendung |
| 3. Sayap | 8. Kolam olak |
| 4. Kemiringan bagian hilir | 9. Tembok tepi |
| 5. Kemiringan bagian hulu | 10. Sub Dam |



Gambar 2.4 Potongan melintang sungai dan Konstruksi Sabo Dam

Sumber : Pedoman Perencanaan Teknis, (Pd T-12-2004-A)



Gambar 2.5 Potongan memanjang sungai dan Konstruksi Sabo

Sumber : Pedoman Perencanaan Teknis, (Pd T-12-2004-A)

b. Jenis-jenis Sabo Dam

Berdasarkan jumlahnya, Sabo Dam dapat dibedakan menjadi beberapa jenis, antara lain:

| Jenis Sabo Dam | Sketsa |
|---------------------------------------|--------|
| Bendungan tunggal (Single Dam) | |
| Bendungan menerus (Continuous Dam) | |
| Bendungan berterap (Step Dam) | |

Gambar 2.6 Jenis-jenis Sabo Dam

Sumber : Pedoman Perencanaan Teknis, (Pd T-12-2004-A)

c. Perencanaan Desain Sabo Dam

Perencanaan desain sabo dam mengacu pada peraturan “Perencanaan Teknis Bendung Pengendali Dasar Sungai (Pd T-12-2004-A)” yang dibuat oleh Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah antara lain :

1. Menentukan gaya-gaya yang bekerja dalam pedoman Pd T-12-2004-A dijelaskan bahwa gaya-gaya luar yang terjadi pada penampang Sabo Dam dengan $H < 15$ m dapat dilihat pada lampiran F, antara lain :
 - a. Berat sendiri bangunan
 - b. Tekanan air statik
 - c. Tekanan sedimen
 - d. Gaya angkat

2. Dimensi pelimpah

Mercu pelimpah pada konstruksi bangunan Sabo Dam berfungsi ganda, karena selain sebagai pelimpas air mercu pelimpah ini juga berfungsi sebagai penahan tekanan yang dihasilkan oleh aliran sedimen. Perencanaan dimensi pelimpah untuk merencanakan bagian pelimpah pada bendung, digunakan rumus:

$$Q = \frac{2}{15} \cdot C \cdot 2g \sqrt{3B_1 + 2B_2} \cdot h_3^{3/2} \dots\dots\dots(2.6)$$

Keterangan :

- Q = debit rencana ($m^3/detik$)
- C = koefisien pelimpah (0,6 – 0,66)
- g = percepatan gravitasi ($9,81 m/detik^2$)
- B₁ = lebar pelimpah bagian bawah (m)
- B₂ = lebar muka air di atas pelimpah (m)
- h₃ = tinggi muka air diatas pelimpah (m)
- m₂ = kemiringan tepi pelimpah

(Sumber : Pedoman Perencanaan Teknis, Pd T-12-2004-A)

Dalam merencanakan dimensi pelimpah diperlukan pula ketinggian yang diukur dari permukaan air maksimum sampai permukaan tanggul saluran tinggi jagaan (pustaka.pu.go.id). Tinggi jagaan menurut Pedoman Perencanaan teknis, Pd T-12-2004-A dapat dilihat pada lampiran D.

3. Lebar mercu pelimpah (b_1)

Untuk merencanakan bagian pelimpah pada bendung, digunakan rumus:

$$b_1 = \frac{n}{f} \cdot \frac{\gamma_{air}}{\gamma_{beton}} \left(t + \frac{\Delta t}{2} \right) \cdot \left(1 + \frac{4V^2}{100} \right) \dots\dots\dots$$

(2.7)

dengan $V = \frac{Q}{A} \dots\dots\dots$

(2.8)

Keterangan :

- n = koefisien keamanan (2 – 3)
- Δt = dalamnya scouring didepan mercu (m)
- V = kecepatan aliran saat banjir (m/detik)
- f = koefisien gesekan dalam titik bendung (0,8)
- γ_w = berat volume aliran air (1 - 1,2 t/m³)
- γ_c = berat volume bendung (t/m³)
- t = tinggi muka di depan mercu (m)
- b_1 = lebar mercu pelimpah
- (m) Q = debit desain (m³/dt)
- A = luas penampang pelimpah (m²)

Selain menggunakan persamaan tersebut, penentuan lebar mercu pelimpah dapat juga dengan memperhatikan kondisi material dan hidrologis setempat dengan mengacu pada Pedoman Perencanaan teknis, Pd T-12-2004-A dan dapat dilihat pada lampiran E.

4. Tinggi Bendung (H)

Tinggi bendung utama yang disarankan maksimum 5 meter, ditentukan dengan pedoman pada keadaan sungai yang ada dan kecenderungannya di masa mendatang.

(Sumber : Pedoman Perencanaan Teknis, Pd T-12-2004-A)

5. Kemiringan tubuh bendung bagian hilir (n)

Kemiringan bagian hilir pada bendung ditentukan agar aliran tidak menyusur permukaan bagian hilirnya, perbandingan tegak dan datar 1 : n, nilai standart indeks n = 0,2 atau harga n dapat ditentukan menggunakan persamaan berikut

$$n = V \cdot \frac{\sqrt{2}}{g.H} \dots\dots\dots(2.9)$$

Keterangan :

- n = kemiringan tubuh bendung utama bagian hilir
- V = kecepatan aliran (m/detik)
- g = percepatan gravitasi (9,81 m/detik²)
- H = tinggi total bendung utama (m)

(Sumber : Pedoman Perencanaan Teknis, Pd T-12-2004-A)

6. Kemiringan tubuh bendung bagian hulu (m)

Kemiringan bagian hulu dari bendung utama harus ditentukan berdasarkan syarat stabilitas bangunan menggunakan persamaan :

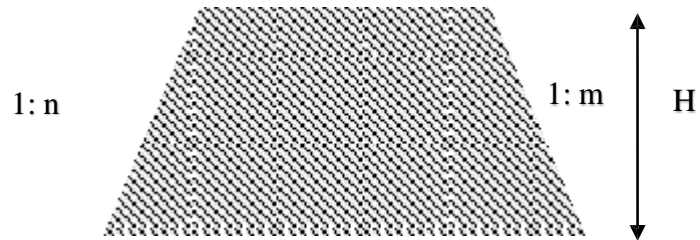
$$(1 + \alpha) \cdot m^2 + \{ 2(n + \beta) + n \cdot (4\alpha + \gamma) + 2 \cdot \alpha \cdot \beta \} \cdot m - (1 + 3 \cdot \alpha) + \alpha \cdot \beta \cdot (4n + \beta) + \gamma \cdot (3 \cdot n \cdot \beta + \beta^2 + n^2) = 0 \dots\dots(2.10)$$

Keterangan :

- N = kemiringan tubuh bendung utama bagian hilir
- $\alpha = \frac{h}{H}$ = perbandingan tinggi air diatas pelimpah dan tinggi
- m = kemiringan tubuh bendung utama bagian hulu

$$\beta = \frac{b_1}{H} = \text{perbandingan lebar mercu pelimpah dan tinggi bendung}$$

$$\gamma = \frac{\gamma_{ur}}{\gamma_{air}} = \text{perbandingan berat volume beton dengan berat volume air}$$



Gambar 2.7 Sketsa main dam tubuh bendung utama

Sumber : Pedoman Perencanaan Teknis, (Pd T-12-2004-A)

7. Tebal lantai kolam olak (t)

Tebal kolam olak harus cukup untuk menahan tekanan yang berasal dari benturan air terjun dan batu, ditentukan berdasarkan persamaan :

- Kolam olak tanpa subdam

$$t = 0,2 \cdot (0,6H_1 + 3h_3 - 1) \dots \dots \dots (2.11)$$

- kolam olak menggunakan subdam

$$t = 0,1 \cdot (0,6H_1 + 3h_3 - 1) \dots \dots \dots (2.12)$$

Keterangan :

t = tebal lantai kolam olak (m)

H₁ = tinggi bendung utama dari permukaan lantai kolam olak (m)

h₃ = tinggi muka air diatas pelimpah (m)

(Sumber : Pedoman Perencanaan Teknis, Pd T-12-2004-A)

8. Panjang kolam olak (L)

a. Persamaan Hidrolik

$$L = l_w + X + b_2 \dots\dots\dots (2.13)$$

$$l_w = V_0 \cdot \sqrt{2} \cdot (H_1 + \frac{1}{2} \cdot h_3) : g \dots\dots\dots (2.14)$$

$$V_0 = \frac{q_0}{h_3} \dots\dots\dots (2.15)$$

$$X = \beta \cdot h_j \dots\dots\dots (2.16)$$

$$h_j = \frac{h_1}{2} \cdot (\sqrt{1 + 8 Fr_1^2}) \dots\dots\dots (2.17)$$

$$h_1 = \frac{q_1}{V_1} \dots\dots\dots (2.18)$$

$$V_1 = \sqrt{2 \cdot g \cdot (H_1 + h_3)} \dots\dots\dots (2.19)$$

$$Fr_1 = \frac{V_1}{\sqrt{g \cdot h_1}} \dots\dots\dots (2.20)$$

Keterangan :

l_w = jarak terjunan (m)

X = panjang loncatan air (m)

b_2 = lebar mercu subdam (m)

q_0 = debit per meter pada pelimpah ($m^3/detik/m$)

h_3 = tinggi air di atas pelimpah bendung utama (m)

H_1 = tinggi bendung utama dari lantai kolam olak (m)

β = koefisien besarnya (4,5 – 5,0)

H_j = tinggi dari permukaan lantai kolam olak (permukaan batuan dasar) sampai ke muka air di atas mercu subdam

h_1 = tinggi air pada titik jatuh terjunan (m)

q_1 = debit aliran tiap meter lebar pada titik jatuh terjunan ($m^3/detik/m$)

V_1 = kecepatan jatuh pada terjunan (m/dt)

Fr_1 = angka Froude aliran pada titik terjunan



b. Persamaan Empiris

$$L = (1,5 \text{ s/d } 2,0) \times (H_1 + h_3)$$

.....(2.21) Keterangan :

L = jarak bendung utama dan subdam (m)

H₁ = tinggi bendung utama dari permukaan lantai kolam olak (m)

h₃ = tinggi air di atas pelimpah bendung utama

9. Menghitung tinggi sub-dam (d)

Tinggi sub dam, yaitu tinggi lantai bagian bawah sampai pada mercu sub dam dapat ditentukan berdasarkan rumus berikut:

a. Secara hidrolik

$$= \left[\frac{\{(1 + 2 Fr_{12}) \cdot (1 + 8 Fr_{12})^{1/2} - 5 Fr_{12} - 1\}}{\{(1 + 4 Fr_{12}) - (1 + 8 Fr_{12})^{1/2}\} - 3/2 \cdot Fr_{12}^{2/3}} \right] \dots \dots \dots (2.22)$$

b. Secara empiris

$$d = (1/3 - 1/4) \cdot (H - t)$$

.....(2.23) Keterangan :

d = tinggi sub dam (m)

h₁ = tinggi air pada titik terjunan (m)

Fr₁ = angka Froude pada titik terjunan

H = tinggi main dam (m)

t = tebal lantai kolam olak (m)

Berikut adalah penyebab runtuhnya bangunan:

1. Geser (*Sliding*)

$$Sf_{\text{geser}} = (f.PV + \tau_0 \cdot l) / PH \dots\dots\dots(2.24)$$

Keterangan :

- Sf_{geser} = faktor keamanan (dapat dilihat pada lampiran G)
- PV = gaya vertikal total (t)
- PH = gaya horizontal total (t)
- f = koefisien geser antara dasar badan bendung dan tanah dasar (dapat dilihat pada lampiran H)
- τ_0 = tegangan geser badan bendung
- l = panjang bidang geser (m)

2. Guling (*Overtuning*)

Agar bangunan aman terhadap guling, maka resultan semua gaya yang bekerja pada bagian.

Keterangan :

$$X = M / Pv \dots\dots\dots(2.25)$$

$$e = X - D/2 \dots\dots\dots(2.26)$$

Pada umumnya besarnya X di syaratkan $D/3 < X < 2D/3$ atau $e < 1/6$

$$. D SF = \Sigma Mv / \Sigma MH \dots\dots\dots(2.27) \text{ Keterangan :}$$

- X = jarak dari tumit bendung tepi (hulu) sampai ke titik tangkap resultan gaya (m)
- e = jarak dari as sampai ke titik tangkap resultan gaya (m)
- Mv = jumlah momen yang menahan (tm)
- MH = jumlah momen yang menggulingkan (tm)
- M = momen total (Mv - MH) (tm)
- PV = gaya vertikal total (t)

3. Stabilitas terhadap erosi bawah tanah (*Piping*)

Untuk menghitung erosi bawah tanah pada bendung digunakan persamaan :

$$CL \text{ (hitung)} = \sum \frac{L_v}{H} + \frac{1}{3} LH$$

Keterangan :

ΣL_v = tinggi bendungan

ΣL_h = panjang bendungan

H = tinggi muka air diatas mercu

4. Stabilitas terhadap daya dukung

Untuk menghitung stabilitas bendung terhadap daya dukung

digunakan persamaan : $\sigma_{1,2} = \left(\frac{P_v}{D} \right) \left(1 + \frac{6 \cdot e}{D} \right)$(2.29)

Keterangan :

σ_1 = tegangan vertikal pada ujung hilir bendung (t/m^2)

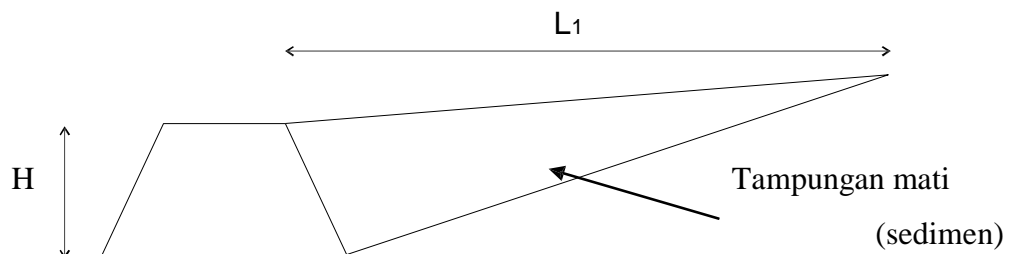
σ_2 = tegangan vertikal pada ujung hulu bendung (t/m^2)

PV = gaya vertikal total (t)

D = lebar dasar bendung utama (m)

e = eksentrisitas resultan gaya yang bekerja $\left(X - \frac{d}{2} \right)$ (m)

11. Menentukan Kapasitas Tampungan Sabo Dam



Gambar 2.9 Sketsa kapasitas tampungan sedimen

Sumber : Pedoman Perencanaan Teknis, (Pd T-12-2004-A)

Keterangan gambar :

H = tinggi Sabo Dam

L₁ = panjang tampungan sedimen

Kapasitas tampungan pada Sabo Dam dapat dihitung melalui rumus :

$$V = L_1 \cdot b \cdot H \dots\dots\dots (2.30) \text{ Keterangan}$$

:

V = kapasitas tampungan Sabo Dam

b = lebar sungai

12. Berat jenis tanah

Berat jenis tanah adalah perbandingan antara berat butir tanah dengan berat air pada suhu tertentu. Dalam menghitung berat jenis tanah digunakan persamaan berikut:

$$G_s = \frac{W_2 - W_1}{(W_4 - W_1) - (W_3 - W_2)} \dots\dots\dots (2.31)$$

Keterangan :

W₁ = berat picnometer (gr)

W₂ = berat picnometer + tanah (gr)

W₃ = berat picnometer + tanah + air (gr)

W₄ = berat picnometer + air (gr)

W_{4'} = berat picnometer + air terkoreksi (gr)

13. Penentuan Lokasi Sabo Dam

Sesuai dengan Sumber Pedoman Perencanaan Teknis (Pd T-12-2004-A)

Tata letak bendung pengendali dasar sungai harus memenuhi ketentuan-ketentuan, sebagai berikut :

- a. Lokasi bendung harus direncanakan pada tempat yang dasar sungainya dikhawatirkan akan turun
- b. Disekitar titik pertemuan kedua sungai dengan lokasi di sebelah hilirnya
- c. Untuk melindungi fondasi dan bentuk konstruksi lainnya, lokasi bendung pengendali dasar sungai harus dibangun disebelah hilirnya
- d. Direncanakan pada alur sungai yang tidak stabil dan diharapkan alur dapat diatur dan stabil oleh konstruksi bendung pengendali dasar

sungai

- e. Sumbu bendung pengendali dasar sungai didesain tegak lurus dengan alur sungai disebelah hilirnya.



BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

- a. Daerah Aliran Sungai (DAS) Talang merupakan salah satu kawasan yang terletak di Kelurahan Ngalau Kota Padang Panjang dengan luas baku 57,964 Ha
- b. Tempat penelitian ini dipilih karena permintaan dari masyarakat ke intansi yang menangani bidang irigasi dan pengairan untuk dibuatkan bangunan pengendali sedimen



Gambar 3.1 Lokasi Penelitian

Sumber : Google Earth (2021:6)

3.2 Data Penelitian

- a. Jenis dan Sumber Data

- a. Pengumpulan Data Data primer yang digunakan dalam penelitian ini adalah data berat jenis sedimen.
- b. Data sekunder
 1. Data Debit

Data debit maksimum tahunan yang diperoleh dari SWS Aquaman St Kandang IV, data yang tersedia pada SWS tersebut selama 10 Tahun pengamatan.
 1. Data tanah
 - a. Data tanah lokasi yang akan dibangun Sabo Dam diperoleh dari Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Kota Padang Panjang.
 - b. Pemilihan Lokasi

Lokasi yang direncanakan kearah sumber bendung yaitu pada jarak STA 0+200 dan STA 201+400
 - c. Analisis Hidrologi
 1. Menghitung nilai debit banjir kala ulang menggunakan metode distribusi normal, distribusi *Log Normal*, distribusi *Gumbel* dan distribusi *Log Pearson III*.
 2. Kemudian dilakukan uji *Smirnov-Kolmogorof* untuk memilih distribusi data series terbaik. Desain Konstruksi Untuk mendesain konstruksi bangunan Sabo, digunakan peraturan Pd T-12-2004-A sebagai dasar perencanaan. Berikut adalah tahapan-tahapan dalam perencanaan desain bangunan sabo.
 - a. Mendesain dimensi pelimpah
 - b. Menghitung lebar mercu pelimpah
 - c. Merencanakan tinggi bendung
 - d. Menentukan kemiringan bagian hilir bendung (n)
 - e. Menentukan kemiringan bagian hulu bendung (m)
 - f. Menghitung tebal lantai pada kolam olak (t)
 - g. Menghitung panjang kolam olak (L)
 - h. Menghitung tinggi subdam (d)
 - i. Perhitungan Stabilitas meliputi

- Stabilitas terhadap guling
- Stabilitas terhadap geser
- Stabilitas terhadap daya dukung
- Stabilitas terhadap erosi bawah tanah (*Piping*)

d. Menghitung kapasitas dan durasi tampungan

Apabila dari desain tersebut sudah terhadap ke empat stabilitas tersebut, kemudian dihitung kapasitas tampungan dan durasi, sampai bangunan sabo dam penuh dengan sedimen dengan cara membandingkan volume tampungan yang disediakan bangunan sabo dam dengan jumlah sedimen yang terjadi.

b. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang penulis lakukan adalah survey ke DAS Talang, wawancara dengan pengelola kegiatan irigasi dan pengairan dalam hal ini adalah Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Kota Padang Panjang , observasi ke lapangan dan dokumentasi.



Gambar 3.2 Rencana Lokasi Penelitian

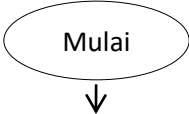
3.3 Metode Analisis Data

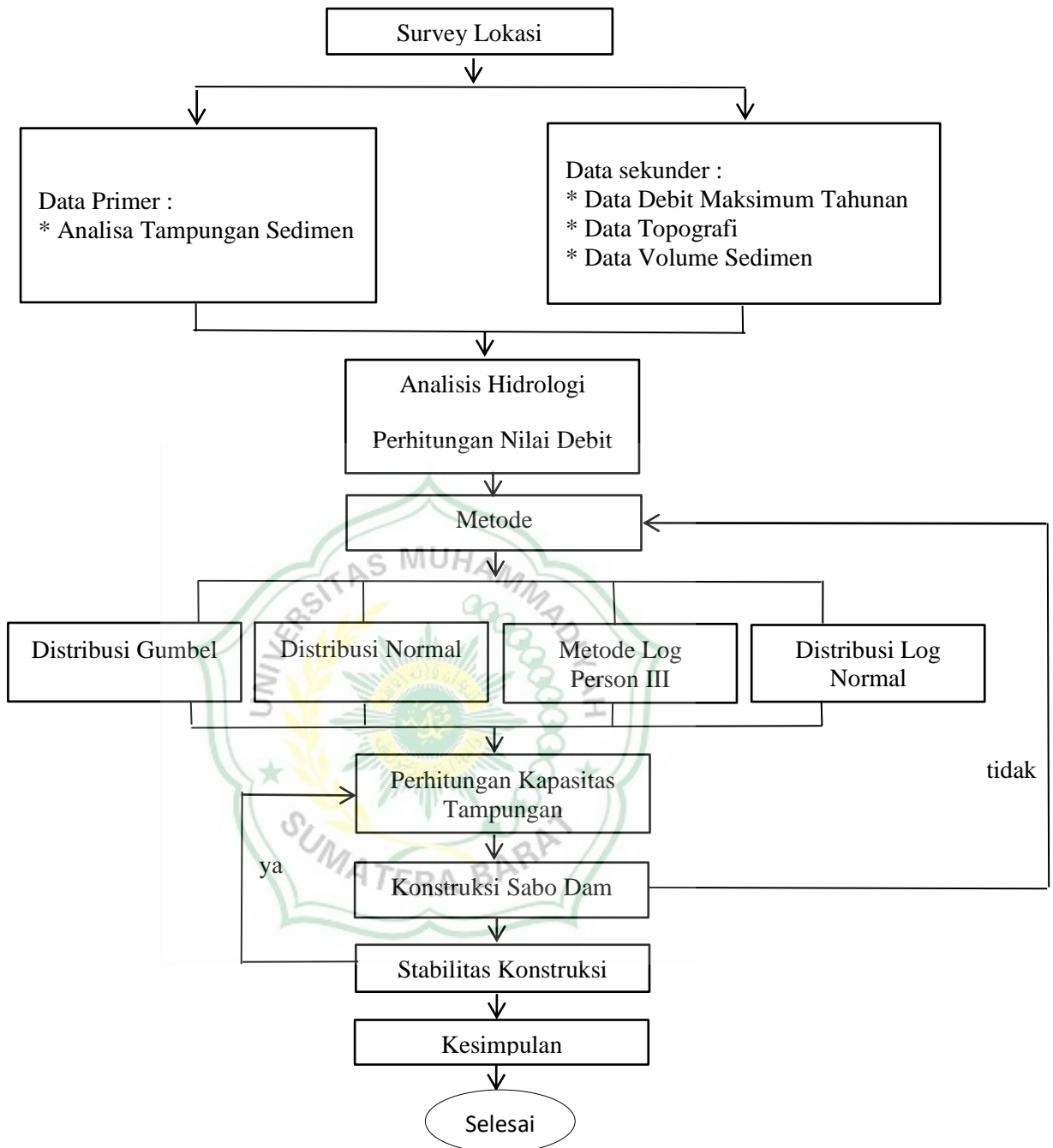
Metode yang dilakukan dalam penelitian ini adalah membandingkan desain hidrolis bangunan Sabo pada dua lokasi yang ditentukan STA 0+200 dan STA 201+400, kemudian

dilakukan analisis stabilitas berdasarkan gaya-gaya yang terjadi dan volume sedimen yang bisa ditampung.



3.4 Bagan Alir Penelitian





Gambar 3.3 Diagram Alir Penelitian

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Kondisi Lokasi Penelitian

Sedimentasi yang terjadi pada Sungai Talang seperti pada gambar 4.1 dan 4.2 berikut merupakan salah satu masalah yang harus diselesaikan, agar tidak mengganggu kinerja Sungai Talang. Solusi yang dapat dilakukan adalah dengan membangun Sabo Dam. Berdasarkan data tanah yang sudah ada didapatkan dua titik kearah Pusat bendung, yaitu pada jarak 0 sampai dengan 200 meter dan 201 sampai 400 meter masing-masing dari pusat bendung Sungai Talang. Lokasi STA 0+200 dan STA 201+400 dapat dilihat pada gambar 4.1 dan gambar 4.2



Gambar 4.1 Kondisi Tumpukan Sedimen pada STA 0+200



Gambar 4.2 Kondisi Tumpukan Sedimen pada STA 201+400

Adapun pengukuran data tanah yang tersedia :

Lokasi STA 0+200

| | |
|----------------------------|---|
| N-SPT | = 7 |
| Kadar air normal (W) | = 38,67 – 39,52 % |
| Specific Gravity (Gs) | = 2,6332 – 2,637 |
| Wet Density (γ_t) | = 1,661 – 1,732 g/cm ³ |
| Dry Density (γ_d) | = 1,288 – 1,297 g/cm ³ |
| Void Ratio (e) | = 1,033 – 1,044 |
| Permeability (k) | = 5,858 – 1,061 x 10 ⁻⁷ cm/detik |

Sumber : Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Kota Padang Panjang

Lokasi STA 201+400

| | |
|----------------------------|---|
| N-SPT | = 8 |
| Kadar air normal (W) | = 32,54 – 34,41 % |
| Specific Gravity (Gs) | = 2,635 – 2,693 |
| Wet Density (γ_t) | = 1,794 – 1,829 g/cm ³ |
| Dry Density (γ_d) | = 1,414 – 1,492 g/cm ³ |
| Void Ratio (e) | = 0,766 – 0,905 |
| Permeability (k) | = 3,530 – 3,056 x 10 ⁻⁶ cm/detik |

Sumber : Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Kota Padang Panjang

4.2 Analisis Hidrologi

a. Analisis Debit Banjir Rencana

Pada penelitian ini digunakan data hujan selama sepuluh tahun yang tercatat mulai tahun 2011 sampai dengan 2020 pada SWS Aquman St Kandang IV.

Data debit maksimum secara lengkap ditunjukkan tabel 4.1 di bawah ini :

Tabel 4.1 Data Debit Maksimum Tahunan Sungai Talang

| Thn | Debit Harian Maksimum Tahunan (m ³ /detik) | | | | | | | | | | | | Q Maks (m ³ /det) |
|------|---|-------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---------------------------------|
| | Jan | Feb | Mar | Apr | Mei | Jun | Jul | Ags | Sep | Okt | Nov | Des | |
| 2011 | 379 | 205,6 | 476,1 | 439,3 | 116,9 | 447,3 | 100,9 | 227 | 651 | 400,5 | 899,9 | 423,7 | 899,9 |
| 2012 | 245 | 800,5 | 374 | 825 | 581,3 | 364,5 | 409 | 435,5 | 336,5 | 450,7 | 869,4 | 612 | 869,4 |
| 2013 | 259 | 387 | 619 | 410 | 469 | 173 | 428 | 400 | 367 | 603 | 836 | 793 | 836 |
| 2014 | 72 | 145 | 76 | 527 | 194 | 180 | 57 | 4 | 6 | 14 | 234 | 825 | 825 |
| 2015 | 330,5 | 209,5 | 480,5 | 619,7 | 204,3 | 245,5 | 201,5 | 240 | 509,5 | 227,5 | 983,5 | 466,3 | 983,5 |
| 2016 | 394,5 | 159,8 | 322,2 | 1893,2 | 407 | 215 | 308,5 | 318 | 381,5 | 346,5 | 787,5 | 563,5 | 1893,2 |
| 2017 | 466,5 | 214 | 408 | 453 | 648,5 | 468,5 | 300,5 | 339,5 | 561 | 351 | 831,5 | 485 | 831,5 |
| 2018 | 204 | 496,5 | 620 | 358 | 450 | 347 | 515,5 | 574 | 623 | 996 | 550 | 580 | 996 |
| 2019 | 462 | 538 | 383 | 629 | 225 | 347 | 338 | 574 | 306 | 288 | 361 | 659 | 659 |
| 2020 | 483 | 311 | 600 | 1155,5 | 376 | 366 | 333 | 294 | 199 | 421 | 545 | 246 | 1155,5 |

Sumber : Balai Wilayah Sungai V Padang

Suatu kenyataan bahwa tidak semua nilai dari suatu variabel hidrologi terletak atau sama dengan nilai rata - ratanya, tetapi kemungkinan ada nilai yang lebih besar atau lebih kecil dari nilai rata - ratanya. Besarnya dispersi dapat dilakukan pengukuran dispersi, yakni melalui perhitungan parametrik statistik untuk $(Xi - Xn)$, $(Xi - Xn)^2$, $(Xi - Xn)^3$, $(Xi - Xn)^4$ terlebih dahulu. Pengukuran dispersi ini digunakan untuk analisa distribusi Normal dan *Gumbel*.

Dimana :

Xi = besarnya debit harian maksimum (m³/dtk)

Xn = rata-rata debit harian maksimum tahunan (m³/dtk).

Sedangkan untuk pengukuran besarnya dispersi Logaritma dilakukan melalui perhitungan parametrik statistik untuk $(\text{Log}X_i - \text{Log}X_n)$, $(\text{Log}X_i - \text{Log}X)^2$, $(\text{Log}X_i - \text{Log}X)^3$, $(\text{Log}X_i - \text{Log}X)^4$ terlebih dahulu. Pengukuran dispersi ini digunakan untuk analisa distribusi Log Normal dan *Log Pearson Type III*.

Dimana :

$\text{Log } X_i$ = Besarnya logaritma debit harian maksimum (m^3/dtk).

$\text{Log } X_{rt}$ = Rata-rata logaritma debit harian maksimum (m^3/dtk).

Perhitungan parameter statistik untuk analisa distribusi Normal dan *Gumbel* dapat dilihat pada tabel 4.2. sebagai berikut :

| Tahun | Debit (Q) Maks | $(X_i - X_{rt})$ | $(X_i - X_{rt})^2$ | $(X_i - X_{rt})^3$ | $(X_i - X_{rt})^4$ |
|------------------------|-------------------|------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| | (X_i) | | | | |
| 2011 | 899.900 | -95.000 | 9025000.000 | -857375.000 | 81450625.000 |
| 2012 | 869.400 | -125.500 | 15750.250 | -1976656.375 | 248070375.063 |
| 2013 | 836.000 | -158.900 | 25249.210 | -4012099.469 | 637522605.624 |
| 2014 | 825.000 | -169.900 | 28866.010 | -4904335.099 | 833246533.320 |
| 2015 | 983.500 | -11.400 | 129.960 | -1481.544 | 16889.602 |
| 2016 | 1893.200 | 898.300 | 806942.890 | 724876798.087 | 651156827721.552 |
| 2017 | 831.500 | -163.400 | 26699.560 | -4362708.104 | 712866504.194 |
| 2018 | 996.000 | 1.100 | 1.210 | 1.331 | 1.464 |
| 2019 | 659.000 | -335.900 | 112828.810 | -37899197.279 | 12730340366.016 |
| 2020 | 1155.500 | 160.600 | 25792.360 | 4142253.016 | 665245834.370 |
| Jumlah | 9949.000 | 0.000 | 10067260.260 | 675005199.564 | 667065587456.204 |
| rata-rata (X_{rt}) | 994.900 | | | | |

Sumber : hasil perhitungan

Macam pengukuran dispersi antara lain sebagai berikut :

1. Standar deviasi

Perhitungan standar deviasi digunakan rumus sebagai berikut :

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - X)^2}{n-1}}$$

$$S = \frac{\sqrt{10067260.260}}{10-1} = 334,451$$

2. Koefisien *Skewness* (Cs)

Perhitungan koefisien skewness digunakan rumus sebagai berikut

$$Cs = \frac{n}{(n-1)(n-2)} \times \sum \left(\frac{\log X_i - \log X_{rt}}{s} \right)^3$$

$$Cs = \frac{10 \times (675005199.564)}{(10-1)(10-2)334,451^3} = 2.506$$

3. Pengukuran *Kurtosis* (Ck)

Perhitungan kurtosis digunakan rumus sebagai berikut :

$$Ck = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_i - X)^4}{s^4}$$

$$CK = \frac{\frac{1}{10} \times (667065587456.204)}{334.451^4} = 5.331$$

4. Koefisien Variasi (Cv)

Perhitungan parameter statistik untuk analisa distribusi log normal dan *log person tipe III* dapat dilihat pada tabel 4.3 sebagai berikut :

| Tahun | X_i | Log X_i | Log X_i - Log X_i rt | (Log X_i - Log X_i rt) ² | (Log X_i - Log X_i rt) ³ | (Log X_i - Log X_i rt) ⁴ |
|-------|----------|-----------|-----------------------------|--|--|--|
| 2011 | 899.900 | 2.954 | -0.026 | 0.001 | 0.000 | 0.000 |
| 2012 | 869.400 | 2.939 | -0.041 | 0.002 | 0.000 | 0.000 |
| 2013 | 836.000 | 2.922 | -0.058 | 0.003 | 0.000 | 0.000 |
| 2014 | 825.000 | 2.916 | -0.064 | 0.004 | 0.000 | 0.000 |
| 2015 | 983.500 | 2.993 | 0.013 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 2016 | 1893.200 | 3.277 | 0.297 | 0.088 | 0.026 | 0.008 |
| 2017 | 831.500 | 2.920 | -0.060 | 0.004 | 0.000 | 0.000 |

| | | | | | | |
|-----------|----------|--------|--------|-------|--------|-------|
| 2018 | 996.000 | 2.998 | 0.018 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 2019 | 659.000 | 2.819 | -0.161 | 0.026 | -0.004 | 0.001 |
| 2020 | 1155.500 | 3.063 | 0.083 | 0.007 | 0.001 | 0.000 |
| Jumlah | | 29.802 | 0.000 | 0.135 | 0.022 | 0.009 |
| Log Xi rt | | 2.980 | | | | |

Sumber : hasil perhitungan

Macam pengukuran dispersi antara lain sebagai berikut :

1. Standar deviasi

Perhitungan standar deviasi digunakan rumus sebagai berikut :

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - X)^2}{n-1}}$$

$$S = \frac{\sqrt{0,135}}{10-1} = 0,1224$$

2. Koefesien *Skewness* (Cs)

Perhitungan koefesien skewness digunakan rumus sebagai berikut

$$Cs = \frac{n}{(n-1)(n-2)} \times \sum \left(\frac{\log X_i - \log X_{rt}}{s} \right)^3$$

$$Cs = \frac{10}{9 \times 8} \times \sum 157649.3036 = 1$$

3. Pengukuran *Kurtosis* (Ck)

Perhitungan kurtosis digunakan rumus sebagai berikut :

$$Ck = \frac{1}{S^4} \sum_{i=1}^n (X_i - X)^4 / S^4$$

$$CK = \frac{1}{10} \times (0,009) / 0,1224^4 = 4,01$$

4. Koefesien Variasi (Cv)

Perhitungan koefesien variasi digunakan rumus sebagai berikut :

$$Cv = \frac{S}{\text{Log} X_{rt}}$$

$$Cv = \frac{0,1224}{2.980} = 0,0410$$

4.3 Pemilihan Jenis Sebaran

Dalam statistik dikenal beberapa jenis distribusi antara lain Normal, *Gumbel*, Log Normal, *Log Pearson Type III*. Untuk itu ditinjau jenis distribusi yang sesuai dengan distribusi data debit yang ada di daerah penelitian ini. Dapat dicari dengan cara analisis dan cara grafis (plotting data).

4.3.1 Ketentuan dalam pemilihan distribusi untuk daerah studi tercantum dalam Tabel 4.4 sebagai berikut

| Jenis Sebaran | Kriteria | Hasil | Keterangan |
|-----------------------------|--|-------------------------------|------------------------|
| Log Normal | $C_s = 3 C_v + C_v^2 = 0,159$ $C_v \sim 0,06$ | $C_s = 1$ $C_v = 0,04$ | Mendekati Mendekati |
| <i>Log Pearson Type III</i> | $C_s \# 0$ $C_v \sim 0,3$ | $C_s = 1$ $C_v = 0,04$ | Mendekati Mendekati |
| <i>Gumbel</i> | $C_s = 1,14$ $C_k = 5,4$ | $C_s = 2,506$ $C_k = 5,31$ | Kurang Mendekati |

Sumber : hasil perhitungan

Dari perhitungan yang telah dilakukan diatas, maka dipilih distribusi yang paling mendekati yaitu distribusi *Log Normal*

4.3.2. Disamping metode analisis kita juga melakukan metode grafis, yaitu dengan cara plotting pada kertas probabilitas. Untuk mendapatkan jenis distribusi yang sesuai dengan distribusi data debit yang ada di daerah studi, maka perlu dilakukan pengeplotan data pada kertas probabilitas (*Gumbel*, Log Normal, *Log Pearson Type III*). Dari Plotting pada kertas probabilitas tersebut, bisa dilihat sebaran yang cocok /yang mendekati garis regresinya.

Tabel 4.5. Perhitungan Uji Smirnov – Kolmogorov

| x | m | $P(x) = \frac{m}{(n+1)}$ | $P(x<)$ | $P'(x) = \frac{m}{(n-1)}$ | $P'(x<)$ | D |
|-------|---|--------------------------|---------------|---------------------------|-------------|--------|
| 1 | 2 | 3 | $4 = (2 - 3)$ | 5 | $6 = (2-5)$ | 7 |
| 899.9 | 1 | 0.090909091 | 0.909090909 | 0.111111111 | 0.888888889 | 0.0202 |
| 869.4 | 2 | 0.181818182 | 0.818181818 | 0.222222222 | 0.777777778 | 0.0404 |

| | | | | | | |
|--------|----|-------------|-------------|-------------|--------------|--------|
| 836 | 3 | 0.272727273 | 0.727272727 | 0.333333333 | 0.666666667 | 0.0606 |
| 825 | 4 | 0.363636364 | 0.636363636 | 0.444444444 | 0.555555556 | 0.0808 |
| 983.5 | 5 | 0.454545455 | 0.545454545 | 0.555555556 | 0.444444444 | 0.1010 |
| 1893.2 | 6 | 0.545454545 | 0.454545455 | 0.666666667 | 0.333333333 | 0.1212 |
| 831.5 | 7 | 0.636363636 | 0.363636364 | 0.777777778 | 0.222222222 | 0.1414 |
| 996 | 8 | 0.727272727 | 0.272727273 | 0.888888889 | 0.111111111 | 0.1616 |
| 659 | 9 | 0.818181818 | 0.181818182 | 1.000000000 | 0.000000000 | 0.1818 |
| 1155.5 | 10 | 0.909090909 | 0.090909091 | 1.111111111 | -0.111111111 | 0.2020 |

Sumber : hasil perhitungan

Dari perhitungan nilai D, Tabel 4.7. menunjukkan nilai $D_{max} = 0,2020$, data pada peringkat $m=10$. Dengan menggunakan data pada Tabel 4.4. untuk derajat kepercayaan 5 %, maka diperoleh $D_o = 0,29$. Karena nilai D_{max} lebih kecil dari nilai D_o kritis ($0,2020 < 0,29$), maka persamaan distribusi yang diperoleh dapat diterima.

4.4 Perhitungan Debit Banjir Rencana Periode Ulang Tertentu

Perhitungan debit banjir rencana periode ulang tertentu yang terpilih adalah dengan menggunakan Log Normal, seperti yang dapat dilihat dibawah ini.

Rumus :

$$\log Q_t = \log Q_{rt} + S \cdot K_t$$

Dimana :

Q_t = debit banjir rencana

Q_{rt} = debit rata-rata

K_t = standar variable untuk periode ulang T tahun yang besarnya ditentukan

S = standar deviasi

Tabel 4.6 Data Debit Kala ulang Sungai Talang

| Periode | Cs | Log Qi | S | Kt | Log Q = Log Qi + S*Kt | S.Log Qi | Q (m ³ /det) |
|---------|----|--------|---------|-------|-----------------------|-----------|-------------------------|
| 2 | 1 | 2.980 | 334.451 | -0.22 | -70.59922 | 996.66398 | -70.60 |
| 5 | 1 | 2.980 | 334.451 | 0.64 | 217.02864 | 996.66398 | 217.03 |
| 10 | 1 | 2.980 | 334.451 | 1.26 | 424.38826 | 996.66398 | 424.39 |
| 20 | 1 | 2.980 | 334.451 | 2.1 | 705.3271 | 996.66398 | 705.33 |
| 50 | 1 | 2.980 | 334.451 | 2.75 | 922.72025 | 996.66398 | 922.72 |
| 100 | 1 | 2.980 | 334.451 | 3.45 | 1156.83595 | 996.66398 | 1156.84 |

Sumber : hasil perhitungan

Dari tabel tersebut kemudian diambil nilai debit kala ulang rencana 20 tahun (Tabel 2.1). Dari perhitungan statistik pada lampiran L dan N, didapat bahwa distribusi data series terbaik menggunakan metode Log Normal sebesar 705,327 m³/detik.

4.3 Estimasi Sedimentasi

Volume sedimen yang dipakai dalam penelitian ini mengacu pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang (2020) diketahui sedimentasi yang terjadi pada DAM Sungai Talang sebanyak 185,764 m³/tahun.

4.4 Konstruksi Bangunan Sabo Dam

Perencanaan bendung dilakukan pada dua lokasi, yaitu STA 0+200 dan STA 201+400. Dalam mendesain konstruksi bendung, digunakan data sebagai berikut :

| | |
|-----------------------------|------------------------|
| Luas DAS | = 57,964 (Ha) |
| Kemiringan dasar sungai (I) | = 0,00145 |
| Lebar sungai (B) | = 15,1 m (STA 0+200) |
| | = 10,2 m (STA 201+400) |
| Lebar pelimpah (B1) | = 8 m |

| | |
|--|---------------------------------|
| Debit banjir (Q) | = 705,327 m ³ /detik |
| Kecepatan Aliran yg melalui pelimpah (V) | = 2,135 m ³ /detik |
| koefisien pelimpah (C) | = 0,5 |
| Koefisien gesekan titik bendung (f) | = 0,6 |
| koefisien keamanan (n) | = 2,5 |
| γair | = 1,0 t/m ³ |
| γbeton | = 2,4 t/m ³ |
| scouring didepan mercu (Δt) | = 1,5 m |
| nilai N-SPT | = 7 (STA 0+200),8(STA 201+400) |

4.4.1 Desain Bendung pada lokasi STA 201+400

a. Dimensi Pelimpah

Dimensi pelimpah direncanakan bagian bendung utama dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$Q = \frac{2}{15} \cdot C \cdot 2g \sqrt{(3B_1 + 2B_2) \cdot h_3^{3/2}}$$

$$Q = 0,13 \cdot 0,5 \cdot 9,81 \sqrt{(3 \cdot 8 + 2 \cdot 15,1) \cdot 1,5 \cdot 3/2}$$

$$Q = 0,637 \cdot \sqrt{91,95}$$

$$Q = 0,637 \cdot 9,58 = 6,102 \text{ m}$$

Jika C = 0,5 dan kemiringan tepi pelimpah direncanakan 1:0,5, dengan cara memasukkan nilai h₃ sehingga didapat debit sebagai berikut:

Jika h₃ = 1,4 meter, maka

$$Q_{\text{desain}} = (0,6 \cdot 1,4 + 1,77 \cdot 8)$$

$$= 0,84 + 14,160$$

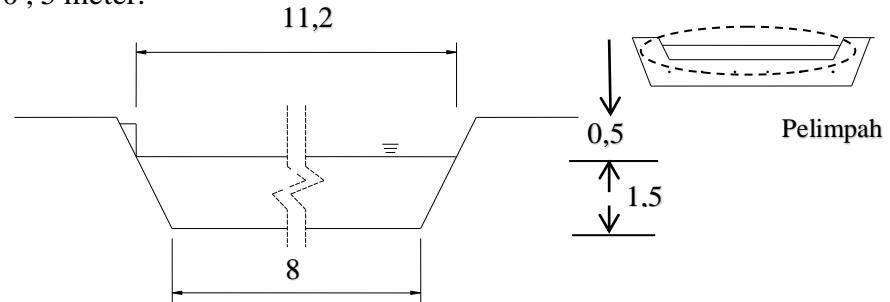
$$= 15$$

$$\text{Jika } h_3 = 1,5 \text{ meter, maka } Q_{\text{desain}} = (0,6 \cdot 1,5 + 1,77 \cdot 8)$$

$$= 0,9 + 14,160$$

$$= 15,06$$

Maka diambil $h_3 = 1,5$ meter dan tinggi jagaan menurut tabel B.1 pedoman konstruksi & bangunan Pd T-12-2004-A, diambil nilai jagaan setinggi 0,5 meter.



Gambar : 4.3 Sketsa Penampang Pelimpah

b. Lebar Mercu Pelimpah (b_1)

Dalam merencanakan lebar mercu pada pelimpah digunakan rumus :

$$b_1 = \frac{1,5}{0,6} \cdot \frac{1}{2,4} \cdot \left(1,5 + \frac{1,5}{2}\right) \cdot \left(1 + \frac{1,5 \cdot 2,135^2}{100}\right) = b_1 = 2,35 \text{ m}$$

c. Tinggi bendung (H)

Menurut pedoman konstruksi Pd T-12-2004-A disarankan tinggi bendung < 5 meter. Sehingga diambil tinggi (H) = 1,5 meter, L_1 adalah panjang tampungan mati sedimen (*bedload*). Sedangkan L_2 adalah panjang tampungan dinamis sedimen (*suspended load*). Berikut ini adalah hasil perhitungan kemiringan statik dan dinamik yang terjadi setelah dibangunnya Sabo Dam

$$I_0 = 0,00145$$

$$I \text{ Statik} = \frac{1}{2} \cdot 0,00145 = 0,000725 \text{ m}$$

$$I \text{ Dinamik} = \frac{2}{3} \cdot 0,00145 = 0,000966 \text{ m}$$

$$L_1 = \frac{H}{I_0} = \frac{1,5}{0,00145} = 1034,482 \text{ m}$$

d. Kemiringan Bendung Bagian Hilir (n) Dalam menghitung nilai kemiringan bagian hilir pada bendung utama digunakan rumus :

$$n \text{ max} = 2,135 \cdot \sqrt{2 : 9,81} = 0,489$$

Sehingga diambil nilai $n = 0,964 \text{ m}$

e. Kemiringan Bendung Bagian Hulu (m)

Kemiringan bagian hulu bendung utama dihitung menggunakan persamaan :

$$n = 0,5$$

$$\alpha = \frac{1,5}{4} = 0,37$$

$$\beta = \frac{1,0}{4} = 0,25$$

$$\gamma = \frac{2,1}{1} = 2,1$$

Sehingga :

$$a = (1 + \alpha) = 1 + 0,37 = 1,37$$

$$\begin{aligned} b &= 2(n + \beta) + n \cdot (4 \cdot \alpha + \gamma) + 2 \cdot \alpha \cdot \beta \\ &= 2(0,5 + 0,25) + 0,5(4 \cdot 0,37 + 2,1) + 2(0,37 \cdot 0,25) \\ &= 3,475 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} c &= -(1 + 3 \cdot \alpha) + \alpha \cdot \beta \cdot (4 \cdot n + \beta) + \gamma \cdot (3 \cdot n \cdot \beta + \beta^2 + n^2) \\ &= -(1 + 3 \cdot 0,37) + 0,37 \cdot 0,25 \cdot (4 \cdot 0,5 + 0,25) + 2,1 \cdot (3 \cdot 0,5 \cdot 0,25 + \\ &\quad 0,25^2 + 0,5^2) = 0,506 \end{aligned}$$

Kemudian dihitung nilai kemiringan pada bagian hulu (m)

$$m = \frac{-5,45 \pm \sqrt{-5,45 - 4 \cdot (1,55) \cdot (0,506)}}{2 \cdot (0,506)}$$

Sehingga didapat nilai $m = 0,537$

f. Tebal lantai Kolam Olak (t)

Tebal lantai harus cukup untuk menahan benturan air terjun dan batu, maka dapat dihitung menggunakan rumus :

$$t = 0,1 \cdot 0,5(4 - t) + 3 \cdot 1,5 - 1 = 0,27 \text{ m}$$

g. Panjang Kolam Olak (L)

Untuk mencari panjang kolam olak dipergunakan rumus hidraulik sebagai berikut :

$$L = I_w + X + b^2$$

$$Q_{\text{desain}} = 705,327 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$\begin{aligned}
B_m &= (8 + 10,2) \cdot 0,5 = 9,1 \\
h_3 &= 1,5 \text{ m} \\
H_1 &= 1 - 0,27 = 0,73 \\
\beta &= 2,5 \\
b_2 &= 0,25 \\
q_0 &= q_1 = \frac{705,327}{9,1} = 77,508 \text{ m}^3/\text{detik} \\
V_0 &= \frac{77,508}{1,5} = 51,672 \text{ m}^3/\text{detik} \\
V_1 &= \sqrt{2,9,81 (1,5 + 1,5)} = 7,67 \text{ m}^3/\text{detik} \\
h_1 &= \frac{51,672}{7,67} = 6,736 \text{ m} \\
Fr_1 &= 7,67 : \sqrt{9,81 \cdot 6,736} = 0,94 \text{ m} \\
h_j &= 0,209 \cdot 2 \cdot \sqrt{1 + 8 \cdot 0,94,2} = 1,672 \text{ m} \\
I_w &= 51,672 \cdot \frac{\sqrt{0,73 + 0,5 \cdot 1,5}}{9,81} = 20,012 \\
X &= 2,5 \cdot 2,320 = 5,575 \\
L &= 20,012 + 5,575 + 2 = 27,587
\end{aligned}$$

Maka dari persamaan tersebut didapat nilai panjang kolam olak (L)
= 27,587 m

h. Tinggi Sub-dam

Dalam menghitung tinggi sub-dam, digunakan rumus :

a. Secara Hidraulik

$$\begin{aligned}
\frac{d}{h_1} &= \left\{ (1 + 2 \cdot 1,931^2) \cdot (1 + 8 \cdot 1,931^2)^{1/2} - 5 \cdot 1,931 - 1 \right\} / \left\{ (1 + 4 \cdot 1,931^2) - (1 + 8 \cdot 1,931^2) - (1 + 8 \cdot 1,931^2)^{1/2} \right\} - 3/2 \cdot 1,931^{2/3} \\
&= 1,580 \text{ m}
\end{aligned}$$

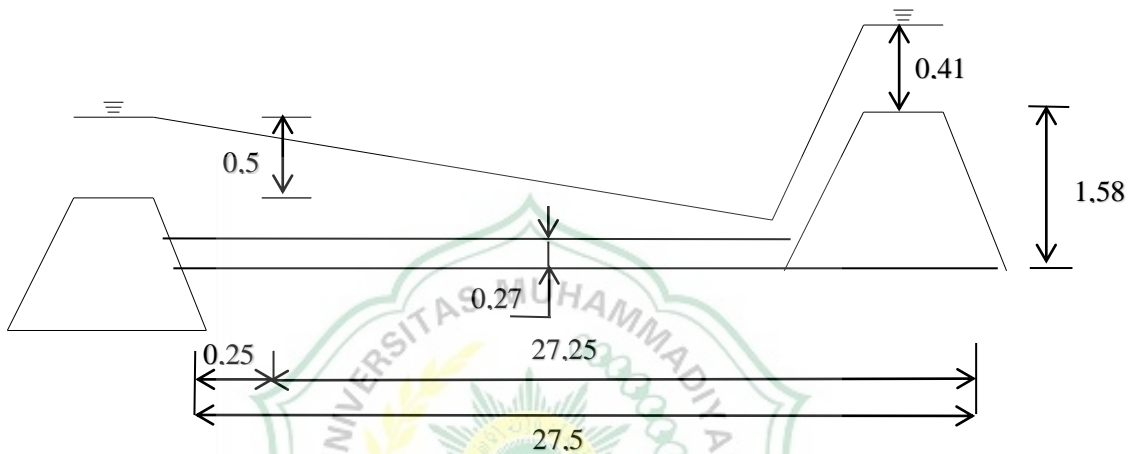
b. Secara empiris

$$d = \left(\frac{1}{3}\right) \cdot (H - t)$$

$$= \frac{1}{3} \cdot 1,5 - 0,27 = 0,41 \text{ m}$$

Sehingga didapat nilai $d = 1,580 \text{ m}$

Pada gambar berikut dapat dilihat tata letak dari hasil perhitungan desain rencana sabo dam



Gambar 4.5 Sketsa penampang melintang sabo dam

4.5 Perhitungan Berat Jenis Sedimen

Dalam menghitung nilai berat jenis sedimen digunakan persamaan :

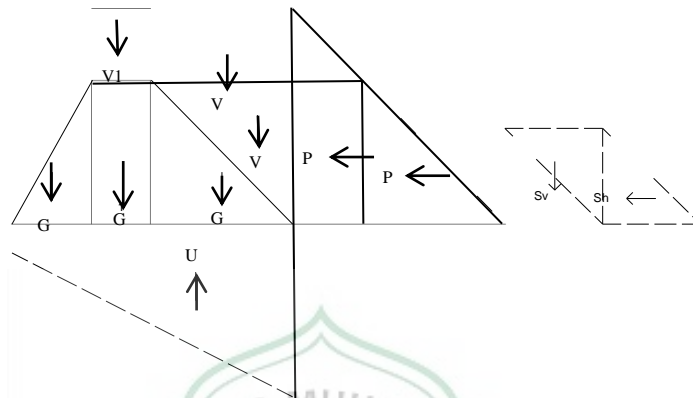
Tabel 4.7 Berat Jenis Sedimen

| No. Contoh | 1 | 2 | 3 |
|--|--------------|------------|------------|
| No. Picnometer | IX | XII | VII |
| Berat Picnometer (W1) | 57 | 57 | 57 |
| Berat Picnometer + Tanah (W2) | 106 | 109 | 108 |
| Berat Tanah (Wt) | 49 | 52 | 55 |
| Berat Picnometer + Tanah + Air (W3) | 196 | 196 | 196 |
| Berat Picnometer + Air (W4) | 165,9 | 166,7 | 165,7 |
| Berat Picnometer + Air (W4') | 167 | 168 | 167 |
| Suhu ($^{\circ}\text{C}$) | 31 | 31 | 31 |
| Specific Gravity $\frac{W_2 - W_1}{(W_4 - W_1) - (W_3 - W_2)}$ | 2,450 | 2,167 | 2,318 |
| Rata-rata GS | 2,312 | | |

Dari tabel tersebut didapat hasil berat jenis sedimen (γ_s) adalah $2,312 \text{ t/m}^3$

4.6 Perhitungan Stabilitas Bendung

Skema penampang bendung utama dan gaya-gaya yang bekerja dapat dilihat pada gambar 4.6 berikut



Gambar 4.6 Gaya-gaya yang bekerja pada bendung

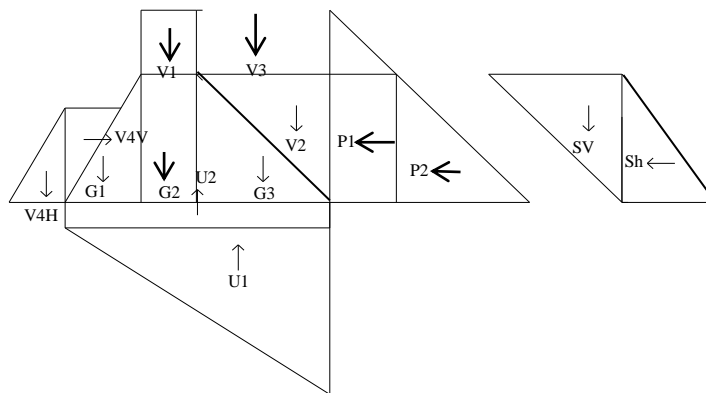
Sedangkan gaya-gaya yang bekerja pada bendung dihitung berdasarkan data- data berikut:

| | |
|---|-------------------------|
| Berat jenis sedimen (γ_s) | = $2,312 \text{ t/m}^3$ |
| Berat jenis beton (γ_{beton}) | = $2,4 \text{ t/m}^3$ |
| Berat jenis air (γ_{air}) | = $1,0 \text{ t/m}^3$ |
| Berat jenis tanah STA 201+400 (γ_{tanah}) | = $1,829 \text{ t/m}^3$ |
| Lebar mercu (b1) | = $0,25 \text{ m}$ |
| Tinggi air diatas mercu (h3) | = $1,5 \text{ m}$ |
| Sudut geser dalam (ϕ) | = 30° |
| Panjang | = $10,601 \text{ m}$ |
| Tinggi bendung (H) | = $1,5 \text{ m}$ |
| Kemiringan hulu bendung (m) | = $5,45$ |
| Kemiringan hilir bendung (n) | = $0,5$ |

| | |
|---|--|
| Berat jenis tanah STA 201+400 (γ_{tanah}) | = 1,829 t/m ³ |
| Lebar mercu (b1) | = 0,25 m |
| Tinggi air diatas mercu (h3) | = 1,5 m |
| Sudut geser dalam (ϕ) | = 30° |
| Panjang | = 10,601 m |
| Tinggi bendung (H) | = 1,5 m |
| Kemiringan hulu bendung (m) | = 5,45 |
| Kemiringan hilir bendung (n) | = 0,5 |
| Lebar bawah bendung (D) | = 2,0 + (0,537 . 1,5) + (0,5 . 1,5) |
| | = 3,55 m |
| Nilai N-SPT tanah | = 8 |
| Koefisien geser | = 0,60 (lihat lampiran H) |
| σ_{ijin} | = 10 t/m ³ (lihat lampiran H) |

a. Perhitungan Stabilitas Kondisi Muka Air Banjir

Berikut adalah grafik gaya-gaya yang bekerja pada kondisi banjir seperti pada gambar Perhitungan pembebenan



Gambar 4.7 Gaya-gaya yang bekerja pada saat kondisi muka air banjir

1. Berat sendiri (G)

$$\begin{aligned}G1 &= 0,5 \cdot H \cdot (m.H) \cdot \gamma_{\text{beton}} \\ &= 0,5 \cdot 1,5 \cdot (5,45 \cdot 1,5) \cdot 2,4 \\ &= 0,75 \cdot (8,175) \cdot 2,4 \\ &= 6,131 \cdot 2,4 \\ &= 14,71 \text{ ton}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}G2 &= H \cdot b1 \cdot \gamma_{\text{beton}} \\ &= 1,5 \cdot 0,25 \cdot 2,4 \\ &= 0,9 \text{ ton}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}G3 &= 0,5 \cdot H \cdot (n.H) \cdot \gamma_{\text{beton}} \\ &= 0,5 \cdot 1,5 \cdot (0,5 \cdot 1,5) \cdot 2,4 \\ &= 0,75 \cdot (0,75) \cdot 2,4 \\ &= 0,5625 \cdot 2,4 \\ &= 1,35 \text{ ton}\end{aligned}$$

$$\text{Beban Total} = 16,96 \text{ ton}$$

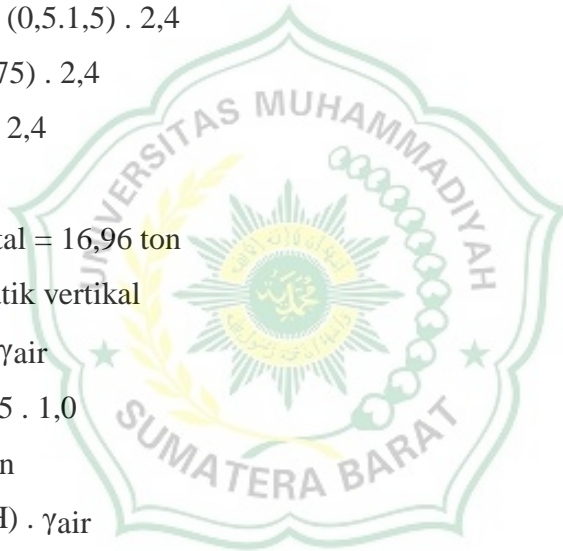
2. Tekanan air statik vertikal

$$\begin{aligned}V1 &= h3 \cdot b1 \cdot \gamma_{\text{air}} \\ &= 1,5 \cdot 0,25 \cdot 1,0 \\ &= 0,375 \text{ ton}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}V2 &= h3 \cdot (n.H) \cdot \gamma_{\text{air}} \\ &= 1,5 \cdot (0,5 \cdot 1,5) \cdot 1,0 \\ &= 1,5 \cdot (1,75) \cdot 1,0 \\ &= 2,625 \text{ ton}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}V3 &= 0,5 \cdot H \cdot (n.H) \cdot \gamma_{\text{air}} \\ &= 0,5 \cdot 1,5 \cdot (0,5 \cdot 1,5) \cdot 1,0 \\ &= 0,75 \cdot (0,75) \cdot 1,0 \\ &= 0,562 \text{ ton}\end{aligned}$$

$$\text{Beban Total} = 3,562 \text{ ton}$$



3. Tekanan sedimen vertikal (Sv)

$$\begin{aligned} S_v &= 0,5 \cdot a \cdot H \cdot \gamma_s \\ &= 0,5 \cdot 1,37 \cdot 1,5 \cdot 2,312 \\ &= 2,375 \text{ ton} \end{aligned}$$

4. Tekanan air statik sisi hilir (vertikal)

$$\begin{aligned} V_{4V} &= 0,5 \cdot a \cdot t \cdot \gamma_{\text{air}} \\ &= 0,5 \cdot 1,37 \cdot 0,27 \cdot 1,0 \\ &= 0,184 \text{ ton} \end{aligned}$$

5. Tekanan air statik sisi hilir (horizontal)

$$\begin{aligned} V_{4H} &= 0,5 \cdot t^2 \cdot \gamma_{\text{air}} \\ &= 0,5 \cdot 0,27^2 \cdot 1,0 \\ &= 0,036 \text{ ton} \end{aligned}$$

6. Tekanan Air statik horizontal (P)

$$\begin{aligned} P_1 &= H \cdot \gamma_{\text{air}} \cdot h_3 \\ &= 1,5 \cdot 1,0 \cdot 1,5 \\ &= 2,25 \text{ ton} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_2 &= 0,5 \cdot H^2 \cdot \gamma_{\text{air}} \\ &= 0,5 \cdot 1,5^2 \cdot 1,0 \\ &= 1,125 \text{ ton} \end{aligned}$$

$$\text{Beban total} = 3,375 \text{ ton}$$

7. Tekanan sedimen horizontal (Sh)

$$\begin{aligned} S_h &= \frac{\gamma_s \cdot h^2}{2} \left(\frac{1 - \sin \phi}{1 + \sin \phi} \right) \\ &= \frac{2,312 \cdot 1,5^2}{2} \left(\frac{1 - \sin 30^\circ}{1 + \sin 30^\circ} \right) \\ &= \frac{5,202}{2} \left(\frac{1 - 0,5}{1 + 0,5} \right) \\ &= 2,601 \cdot 0,333 \\ &= 0,866 \text{ ton} \end{aligned}$$



8. Tekanan sedimen vertikal (Sv)

$$\begin{aligned} S_v &= 0,5 \cdot a \cdot H \cdot \gamma_s \\ &= 0,5 \cdot 1,37 \cdot 1,5 \cdot 2,312 \\ &= 2,375 \text{ ton} \end{aligned}$$

9. Tekanan air statik sisi hilir (vertikal)

$$\begin{aligned} V_{4V} &= 0,5 \cdot a \cdot t \cdot \gamma_{\text{air}} \\ &= 0,5 \cdot 1,37 \cdot 0,27 \cdot 1,0 \\ &= 0,184 \text{ ton} \end{aligned}$$

10. Tekanan air statik sisi hilir (horizontal)

$$\begin{aligned} V_{4H} &= -0,5 \cdot t^2 \cdot \gamma_{\text{air}} \\ &= -0,5 \cdot 0,27^2 \cdot 1,0 \\ &= -0,036 \text{ ton} \end{aligned}$$

11. Tekanan air statik horizontal (P)

$$\begin{aligned} P_1 &= H \cdot \gamma_{\text{air}} \cdot h^3 \\ &= 1,5 \cdot 1,0 \cdot 1,5 \\ &= 2,25 \text{ ton} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_2 &= 0,5 \cdot H^2 \cdot \gamma_{\text{air}} \\ &= 0,5 \cdot 1,5^2 \cdot 1,0 \\ &= 1,125 \text{ ton} \end{aligned}$$

$$\text{Beban Total} = 3,37 \text{ ton}$$

12. Tekanan sedimen horizontal (Sh)

$$\begin{aligned} S_h &= \frac{\gamma_s \cdot h^2}{2} \left(\frac{1 - \sin \phi}{1 + \sin \phi} \right) \\ &= \frac{2,312 \cdot 1,5^2}{2} \\ &\quad \left(\frac{1 - \sin 30}{1 + \sin 30} \right) \\ &= 2,601 \cdot 0,333 \\ &= 0,866 \text{ ton} \end{aligned}$$

13. Gaya angkat (U)

$$U_1 = 0,5 \cdot D \cdot H \cdot \gamma_{\text{tanah}}$$

$$= 0,5 \cdot 3,55 \cdot 1,5 \cdot 1,829$$

$$= 4,869 \text{ ton}$$

$$U2 = D \cdot \Delta t \cdot \gamma_{\text{tanah}}$$

$$= 3,55 \cdot \Delta 0,27 \cdot 1,829$$

$$= 6,492 \text{ ton}$$

$$\text{Beban Total} = 11,361 \text{ ton}$$

14. Lengan (m)

$$G1 = \frac{0,7+0,75}{2} \cdot 1,5 = 1,087$$

$$G2 = \frac{0,25+0,75}{2} \cdot 1,5 = 0,712$$

$$G3 = \frac{1+0,75}{2} \cdot 1,5 = 1,312$$

$$V1 = \frac{0,7+0,7}{2} \cdot 1,5 = 1,05$$

$$V2 = \frac{2+2}{2} \cdot 1,5 = 3,00$$

$$V3 = \frac{1+1}{2} \cdot 1,5 = 1,5$$

$$U1 = \frac{3,55+0,7}{2} \cdot 1,5 = 3,187$$

$$U2 = \frac{1,775+0,7}{2} \cdot 1,5 = 1,856$$

$$V4V = \frac{1,37+0,27}{2} \cdot 1,5 = 1,23$$

$$Sv = \frac{1,37+0,75}{2} \cdot 1,5 = 1,59$$

$$P1 = \frac{0,75+0,7}{2} \cdot 0,7 = 0,507$$

$$P2 = \frac{2+0,7}{2} \cdot 0,7 = 0,945$$

$$V4H = \frac{0,27+0,7}{2} \cdot 0,7 = 0,339$$

$$Sh = \frac{0,75+2}{2} \cdot 0,7 = 0,962$$

Tabel 4.8 Perhitungan Momen pada Muka Air Banjir

| jenis beban | Simbol | Gaya (t) | Lengan (m) | Momen (t.m) |
|-------------|--------|----------|------------|-------------|
| | G1 | 14,71 | 1,087 | 15,989 |

| | | | | |
|--|-----|--------|--------|---------|
| Berat Sendiri | G2 | 0,9 | 0,712 | 0,640 |
| | G3 | 1,35 | 1,312 | 1,771 |
| Tekanan Air Statik Vertikal | V1 | 0,375 | 1,05 | 0,492 |
| | V2 | 2,625 | 3,00 | 7,875 |
| | V3 | 0,562 | 1,50 | 0,843 |
| Gaya Angkat (Uplift) | U1 | -4,869 | 3,187 | -15,517 |
| | U2 | -6,492 | 1,856 | -12,049 |
| Tekanan air hilir vertikal | V4V | 0,184 | 1,23 | 0,226 |
| Tekanan Sedimen Vertikal | Sv | 2,375 | 1,59 | 3,776 |
| Total P_v dan M_v | | 11,72 | | 9.640 |
| Tekanan Air Statik Horizontal | P1 | 2,25 | 0,507 | 1,141 |
| | P2 | 1,125 | 0,945 | 1,063 |
| tekanan air hilir horisontal | V4H | 0,036 | -0,339 | -0,012 |
| Tekanan Sedimen Horizontal | Sh | 1,732 | 0,962 | 1,666 |
| Total P_h dan M_h | | 5.143 | | 3.858 |

S
u
m

ber : hasil perhitungan

1. Perhitungan stabilitas terhadap geser

Untuk menghitung stabilitas bendung terhadap geser digunakan persamaan

$$Sf_{\text{geser}} = (f \cdot P_v + \tau_0 \cdot l) / P_H$$

Dengan ketentuan :

$$f = 0,45 \text{ (lihat lampiran H)}$$

Sehingga :

$$Sf_{\text{geser}} = \frac{0,45 \cdot 11,72 + 10 \cdot 1}{5,143} = 2,96 > 1,2 = \text{aman}$$

2. Perhitungan stabilitas terhadap guling, untuk menghitung stabilitas bendung terhadap guling digunakan persamaan

$$X = M/P_v \text{ dengan persyaratan } \frac{1}{3} D < X < \frac{2}{3} D$$

$$X = \frac{M_v - M_H}{P_v} = \frac{9,640 - 3,858}{11,72} = 0,49$$

$$\frac{1}{3} D = \frac{1}{3} (3,55) = 1,18$$

$$\frac{2}{3} D = \frac{2}{3}(3,55) = 2,36$$

Karena memenuhi persyaratan tersebut $0,49 < 1,18 < 2,36$ maka bendung dinyatakan aman

Nilai Sf (faktor keamanan) bendung dengan tinggi < 15 m adalah 1,2 (lihat lampiran G)

$$Sf = \frac{Mv}{MH} = \frac{9,640}{3,858} = 2,498 > 1,2 = \text{aman}$$

3. Perhitungan stabilitas terhadap erosi bawah tanah (*Piping*)

Untuk menghitung stabilitas bendung terhadap piping (erosi bawah tanah) digunakan persamaan (2.31) dengan ketentuan aman apabila C_L (hitung) $> C_L$ (tabel)

$$\begin{aligned} C_L (\text{hitung}) &= \sum Lv + \frac{1}{3} LH / H \\ &= 4 + \frac{1}{3} \cdot 10,601 / 1,5 \\ &= 5,022 > 1,8 \text{ aman} \end{aligned}$$

4. Perhitungan stabilitas terhadap daya dukung

Untuk menghitung stabilitas bendung terhadap daya dukung digunakan persamaan

$$\begin{aligned} e &= D/2 - X \\ &= 3,55 / 2 - 0,71 = 0,165 \end{aligned}$$

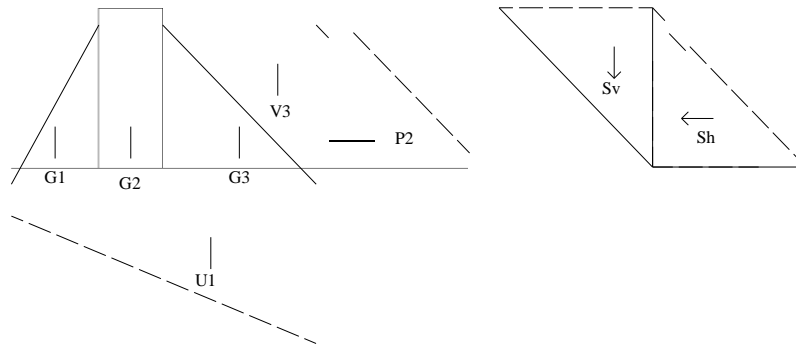
$$\delta 1,2 = \left(\frac{Pv}{D}\right) \left(1 + \frac{6 \cdot e}{D}\right)$$

$$\delta 1 = \left(\frac{11,72}{3,55}\right) \left(1 + \frac{6 \cdot (0,165)}{3,55}\right) = 3,579 < 10 \text{ t/m}^3$$

$$\delta 2 = \left(\frac{11,72}{3,55}\right) \left(1 - \frac{6 \cdot (0,165)}{3,55}\right) = 0,891 < 10 \text{ t/m}^3$$

b. Perhitungan Stabilitas Kondisi Muka Air Normal

Pada kondisi muka air normal, gaya yang bekerja tidak sama dengan pada kondisi muka air banjir. Karena pada muka air normal diasumsikan gaya yang bekerja lebih sedikit, dikarenakan beberapa gaya dihilangkan. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 4.9 berikut:



Gambar 4.8 Gaya-gaya yang bekerja pada saat Muka Air Normal

Tabel 4.9 Perhitungan momen pada kondisi Muka Air Normal

| jenis beban | Simbol | Gaya (t) | Lengan (m) | Momen (t.m) |
|--|--------|----------|------------|-------------|
| Berat Sendiri | G1 | 14,71 | 1,087 | 15,989 |
| | G2 | 0,9 | 0,712 | 0,640 |
| | G3 | 1,35 | 1,312 | 1,771 |
| Tekanan Air Statis Vertikal | V3 | 0,562 | 1,50 | 0,843 |
| Gaya Angkat (Uplift) | U1 | -4,869 | 3,187 | -15,517 |
| Tekanan Sedimen Vertikal | Sv | 2,375 | 1,59 | 3,776 |
| Total P_v dan M_v | | 15,028 | | 7,502 |
| Tekanan Air Statis Horisontal | P2 | 1,125 | 0,945 | 1,063 |
| Tekanan Sedimen Horisontal | Sh | 1,732 | 0,962 | 1,666 |
| Total P_h dan M_h | | 2,857 | | 2,729 |

1. Perhitungan Stabilitas Terhadap Guling

Untuk menghitung stabilitas bendung terhadap guling digunakan persamaan

$$X = M / P_v \text{ dengan persyaratan } \frac{1}{3} D < X < \frac{2}{3} D$$

$$X = \frac{M_v - M_H}{P_v} = \frac{7,502 - 2,729}{15,028} = 0,479 \text{ m}$$

$$\frac{1}{3} D = \frac{1}{3} (3,55) = 1,183 \text{ m}$$

$$\frac{2}{3} D = \frac{2}{3} (3,55) = 2,366 \text{ m}$$

Karena memenuhi persyaratan tersebut $1,183 < 0,479 < 2,366$ maka bendung dinyatakan aman

$$Sf \frac{Mv}{MH} = \frac{7,502}{2,729} = 4,773 > 1,2 \text{ aman}$$

2. Perhitungan Stabilitas Terhadap Geser

Untuk menghitung stabilitas bendung terhadap geser digunakan persamaan

$$\begin{aligned} Sfgeser &= (f \cdot PV + \tau_0) / PH \\ &= (0,45 \cdot 15,028) / 2,857 \\ &= 2,367 > 1,2 = \text{aman} \end{aligned}$$

3. Perhitungan Stabilitas Terhadap Daya Dukung

Untuk menghitung stabilitas bendung terhadap daya dukung digunakan persamaan :

$$\begin{aligned} e &= D/2 - X \\ &= \frac{3,55}{2} - 0,479 = 1,296 \\ \delta_{1,2} &= \left(\frac{Pv}{D}\right) \left(1 + \frac{6 \cdot e}{D}\right) \\ \delta_1 &= \left(\frac{15,028}{3,55}\right) \left(1 + \frac{6 \cdot 1,296}{3,55}\right) = 13,495 > 10 \text{ t/m}^3 \\ \delta_2 &= \left(\frac{10,128}{3,55}\right) \left(1 - \frac{6 \cdot 1,296}{3,55}\right) = 5,035 < 10 \text{ t/m}^3 \end{aligned}$$

4. Perhitungan Stabilitas Terhadap Erosi Bawah Tanah (*Piping*)

Untuk menghitung stabilitas bendung terhadap erosi bawah tanah digunakan persamaan :

$$\begin{aligned} CL \text{ hitung} &= \frac{4 + \frac{1}{3} \cdot 10,601}{1,5} \\ &= 6,355 > 1,8 = \text{aman} \end{aligned}$$

Dari perhitungan diatas dapat dianalisis bahwa bendung STA 201+400 pada kondisi banjir tidak aman terhadap geser, karena nilai $Sf_{hitung} < Sf_{ijin}$. Sehingga diperlukan desain kembali pada dimensi bendung. Hasil

ringkasan dimensi desain yang aman dapat dilihat pada tabel 4.5, dan hasil perhitungan stabilitas dapat dilihat pada tabel 4.10

Tabel 4.10 Ringkasan hasil desain bendung yang aman dan stabil pada STA 201+400.

| Main Dam | |
|---|-------------|
| Lebar pelimpah (B_1) | 15,1 m |
| Tinggi muka air diatas pelimpah (h_3) | 1,5 m |
| Lebar mercu pelimpah | 0,25 m |
| Tinggi jagaan | 0,5 m |
| Kemiringan tubuh bagian hulu (1:m) | 1 : 0,537 |
| Kemiringan tubuh bagian hilir (1:n) | 1 : 0,5 |
| Tinggi total main dam | 1,5 m |
| Lebar dasar pondasi (D) | 3,55 m |
| Kolam Olak | |
| Tebal lantai kolam olak | 0,7 m |
| Panjang kolam olak | 27,5 m |
| Sub Dam | |
| Tinggi sub dam | 1,580 m |
| Lebar sub dam | 8 m |
| Lebar mercu sub dam | 0,25 m |
| Kemiringan tubuh bagian hulu (1:m) | 1 : 0,537 m |
| Kemiringan tubuh bagian hilir (1:n) | 1 : 0,5 |

Tabel 4.11 Stabilitas pada bendung

| Stabilitas | Muka Air Banjir | Muka Air Normal |
|---|-----------------|-----------------|
| Guling ($S_f > 1,2 = \text{aman}$) | 4,239 | 6,415 |
| geser ($S_f > 1,2 = \text{aman}$) | 1,204 | 1,871 |
| Daya dukung ($\sigma < 10 \text{ t/m}^2 = \text{aman}$) | σ_1 | 6,632 |
| | σ_2 | 6,467 |
| Piping ($CL > 1,8 = \text{aman}$) | 3,591 | 4,417 |

Tinggi tembok (H) : 1,5 m

sudut geser tanah (ϕ) : 30°

| | |
|---|---|
| sudut geser antara tanah dan tembok tepi (δ) | : $\frac{2}{3} \phi = \frac{2}{3} \cdot 30^\circ$ |
| lebar mercu tembok tepi (DC) | : 0,3 m |
| berat jenis sedimen (γ_s) | : 2,312 t/m ³ |
| sudut kemiringan dalam tembok tepi (θ) | : - 10,210° |
| sudut antara mercu dan permukaan tanah (α) | : 20° |
| kemiringan depan tembok (n) | : 0,50 |
| kemiringan belakang tembok (m) | : 0,53 |

Lebar dasar tembok tepi (DB)

$$\begin{aligned} DB &= 0,3 + (0,50 \cdot 1,5) - (0,53 \cdot 1,5) \\ &= 0,34 \text{ m} \end{aligned}$$

Berat sendiri tembok tepi (G)

$$\begin{aligned} G &= \frac{H}{2} \cdot (DB + DC) \cdot \gamma_{\text{beton}} \\ &= 1,15 \text{ ton} \end{aligned}$$

Lengan momen (1w)

$$\begin{aligned} 1w &= \frac{DB \cdot DB + DB \cdot DC + DC \cdot DC}{3(DB + DC)} + \frac{n \cdot H / 3 + DB + DC}{DB + DC} \\ &= \frac{0,34^2 + 0,34 \cdot 0,3 + 0,3^2}{3(0,34 + 0,3)} + \frac{0,50 \cdot 1,5 / 3 + 0,34 + 0,3}{0,34 + 0,3} \\ &= 1,549 \text{ m} \end{aligned}$$

Jarak titik berat ke DC (hw)

$$\begin{aligned} hw &= \frac{H}{3} \cdot \frac{DB + 2DC}{DB + DC} \\ &= \frac{1,5}{3} \cdot \frac{0,34 + 2(0,3)}{0,34 + 0,3} \\ &= 0,73 \text{ m} \end{aligned}$$

4.4.2 Desain Bendung pada lokasi STA 0+200

Hasil dari perhitungan desain konstruksi Sabo Dam yang berada pada STA 0+201 dapat dilihat pada tabel 4.9 kemudian gaya-gaya yang terjadi dan

stabilitas dituangkan dalam tabel 4.10 dan 4.11. Proses perhitungan desain, pembebanan dan stabilitas bendung dapat dilihat pada lampiran I. Sedangkan proses perhitungan desain, pembebanan dan stabilitas pada tembok tepi dapat dilihat pada lampiran J.

Tabel 4.12 Ringkasan hasil desain bendung yang aman dan stabil pada STA 0+200.

| Main Dam | |
|---|----------|
| Lebar pelimpah (B ₁) | 15,1 m |
| Tinggi muka air diatas pelimpah (h ₃) | 1,5 m |
| Lebar mercu pelimpah | 0,25 m |
| Tinggi jagaan | 0,5 m |
| Kemiringan tubuh bagian hulu (1:m) | 1 : 0,53 |
| Kemiringan tubuh bagian hilir (1:n) | 1 : 05 |
| Lebar dasar pondasi (D) | 1,75 m |
| Kolam Olak | |
| Tebal lantai kolam olak | 0,7 m |
| Panjang kolam olak | 10,3 m |
| Sub Dam | |
| Tinggi sub dam | 1,38 m |
| Lebar sub dam | 8 m |
| Lebar mercu sub dam | 0,25 m |
| Kemiringan tubuh bagian hulu (1:m) | 1 : 053 |
| Kemiringan tubuh bagian hilir (1:n) | 1 : 0,5 |

Tabel 4.13 Ringkasan hasil desain tembok tepi yang aman dan stabil pada STA 0+200

| | |
|-------------------------------|---------|
| Tinggi tembok tepi (H) | 0,75 m |
| Lebar mercu tembok tepi (DC) | 0,3 m |
| Lebar dasar tembok tepi (DB) | 0,3 m |
| Kemiringan bagian hilir (1:n) | 1 : 0,5 |
| Kemiringan bagian hulu (1:m) | 1 : 0,2 |

Tabel 4.14 Gaya-gaya yang bekerja

| Beban | Simbol | Gaya (t) | Lengan (m) | Momen |
|--------------------------|--------|--------------|------------|--------------|
| Berat Sendiri | G | 2,880 | 0,742 | 2,136 |
| Tekanan Tanah Vertikal | Pav | 0,701 | 1,033 | 0,724 |
| Jumlah | | 3,581 | | 2,860 |
| Tekanan Tanah Horizontal | Pah | 1,925 | 0,667 | 1,283 |
| Jumlah | | 1,925 | | 1,283 |

Tabel 4.15 Stabilitas

| Stabilitas | Nilai |
|--|-------|
| guling ($S_f > 1,2 = \text{aman}$) | 2,229 |
| geser ($S_f > 1,2 = \text{aman}$) | 6,032 |
| daya dukung ($\sigma < 5 \text{ t/m}^2 = \text{aman}$) $\frac{\delta_1}{\delta_2}$ | 4,234 |
| | 3,723 |

4.7 Kapasitas Tampungan

Perhitungan kapasitas tampungan sedimen pada sabo dam sebagai berikut :

$$L_1 = 1034,482 \text{ m}^3$$

Sehingga kapasitas tampungan (V) menjadi pada STA 201+400

$$\begin{aligned} V_{\text{tampung}} &= L_1 \cdot B \cdot H \\ &= 1034,482 \cdot 15,1 \cdot 1,5 \\ &= 15.620,685 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Waktu yang dibutuhkan agar sabo dam mencapai daya tampung maksimal (t)

$$t = \frac{V_{\text{tampung}}}{V_{\text{sedimen}}} = \frac{156206,85}{185764} = 8 \text{ bulan}$$

Pada STA 0+201

$$\begin{aligned} V_{\text{tampung}} &= L_1 \cdot B \cdot H \\ &= 1034,482 \cdot 10,2 \cdot 0,75 \\ &= 7.913,787 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

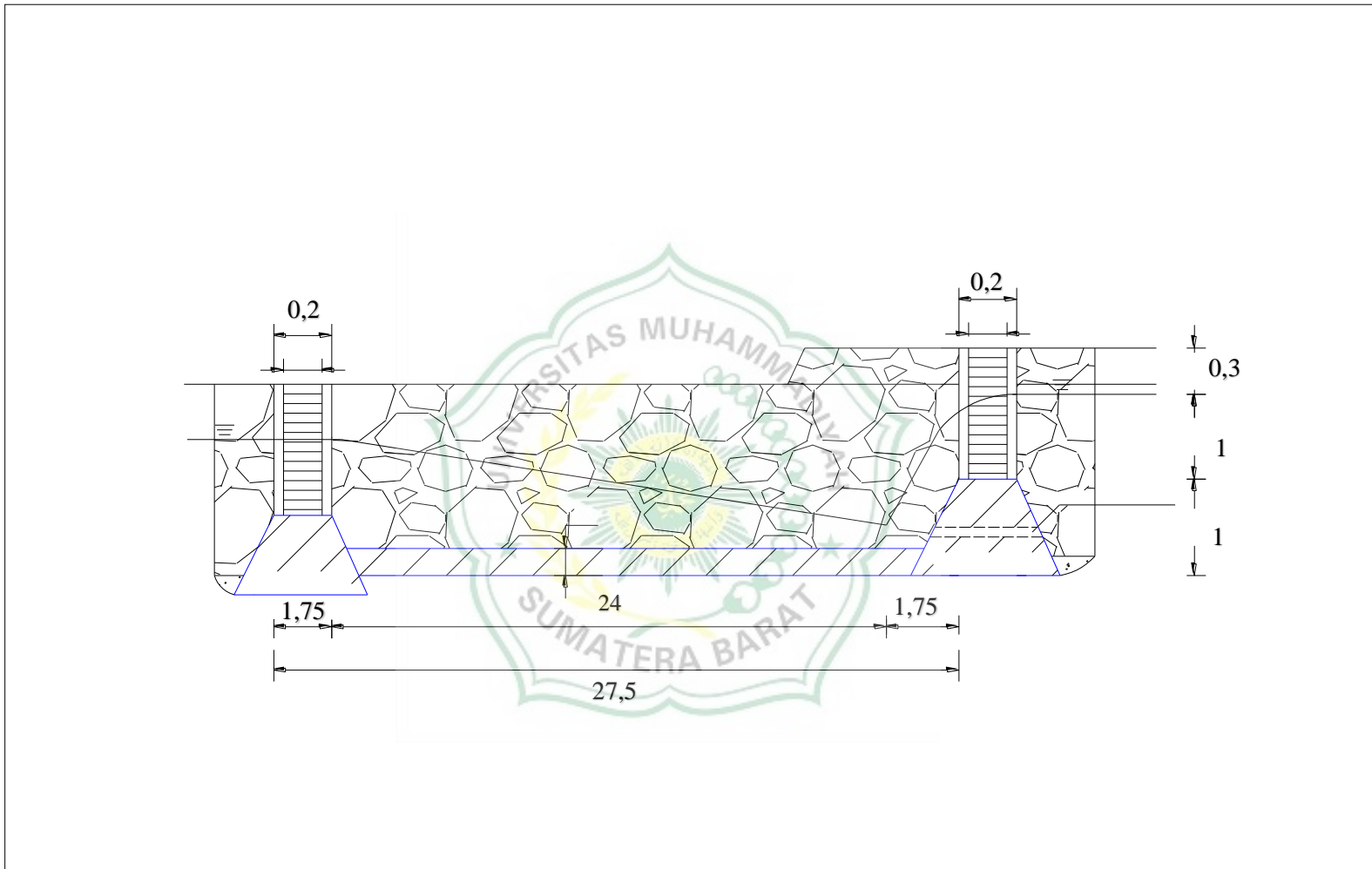
Waktu yang dibutuhkan agar sabo dam mencapai daya tampung maksimal (t)

$$t = \frac{V_{\text{tampung}}}{V_{\text{sedimen}}} = \frac{7.913,787}{185764} = 4 \text{ bulan}$$

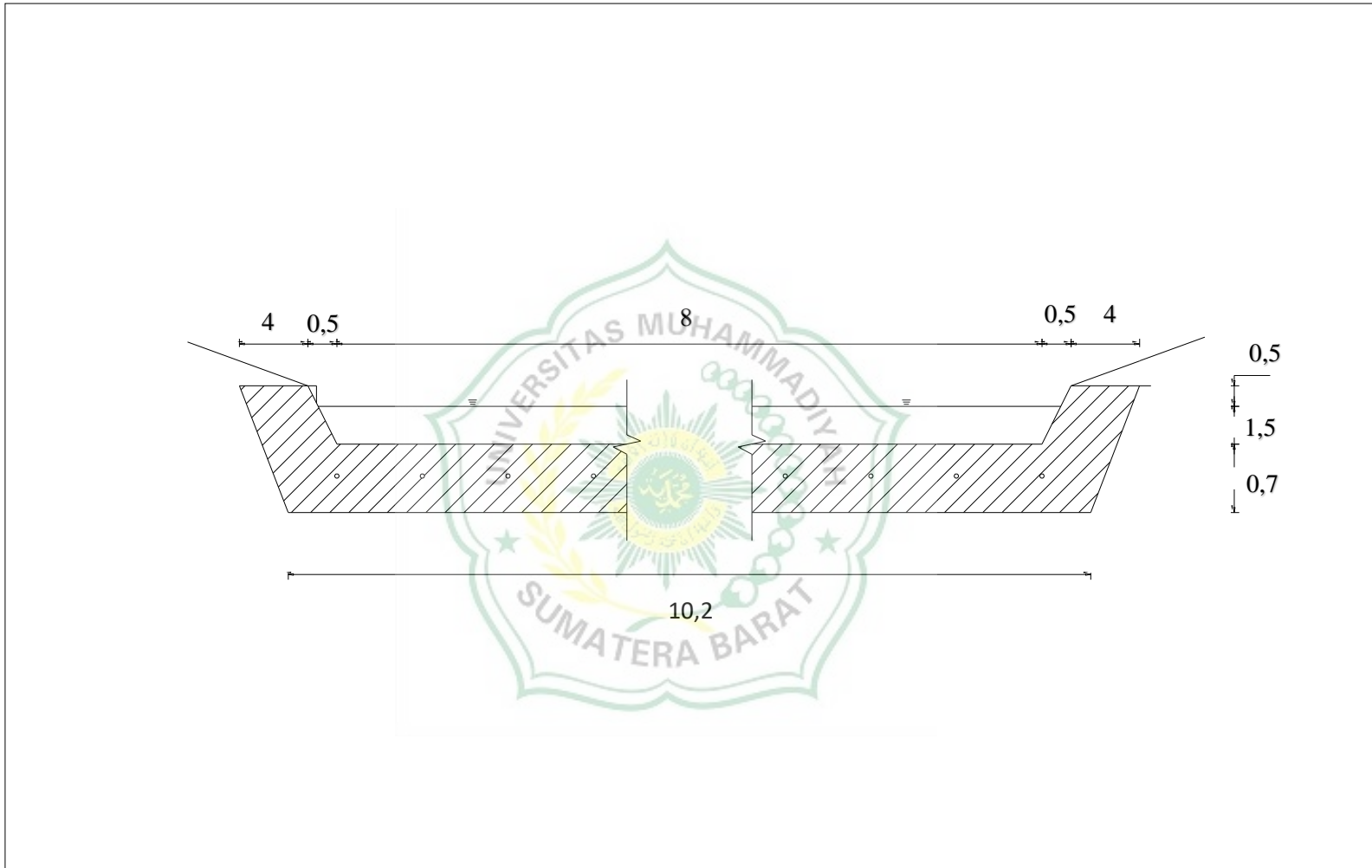




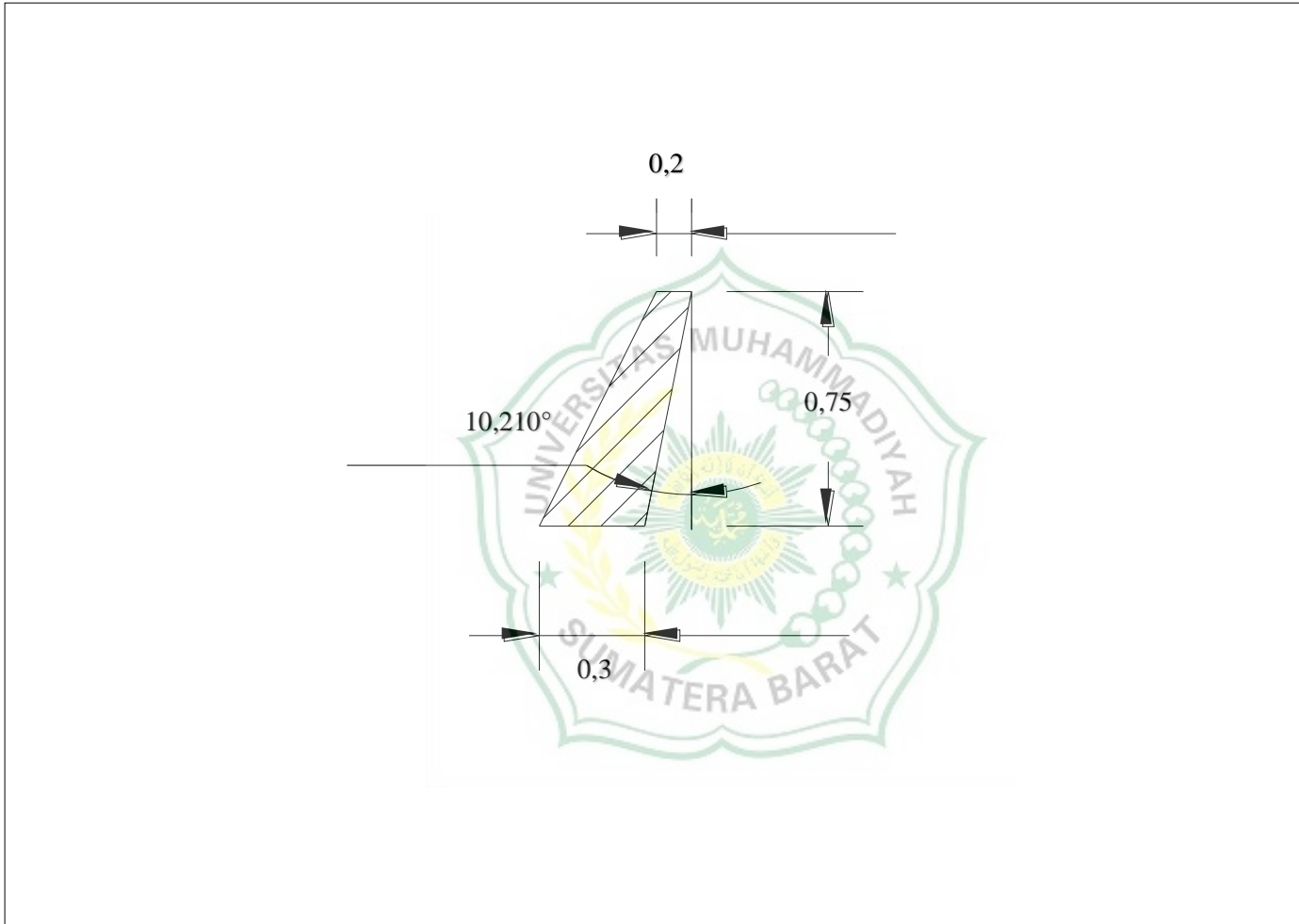
Desain Rencana Sabo Dam pada Lokasi STA 0+200



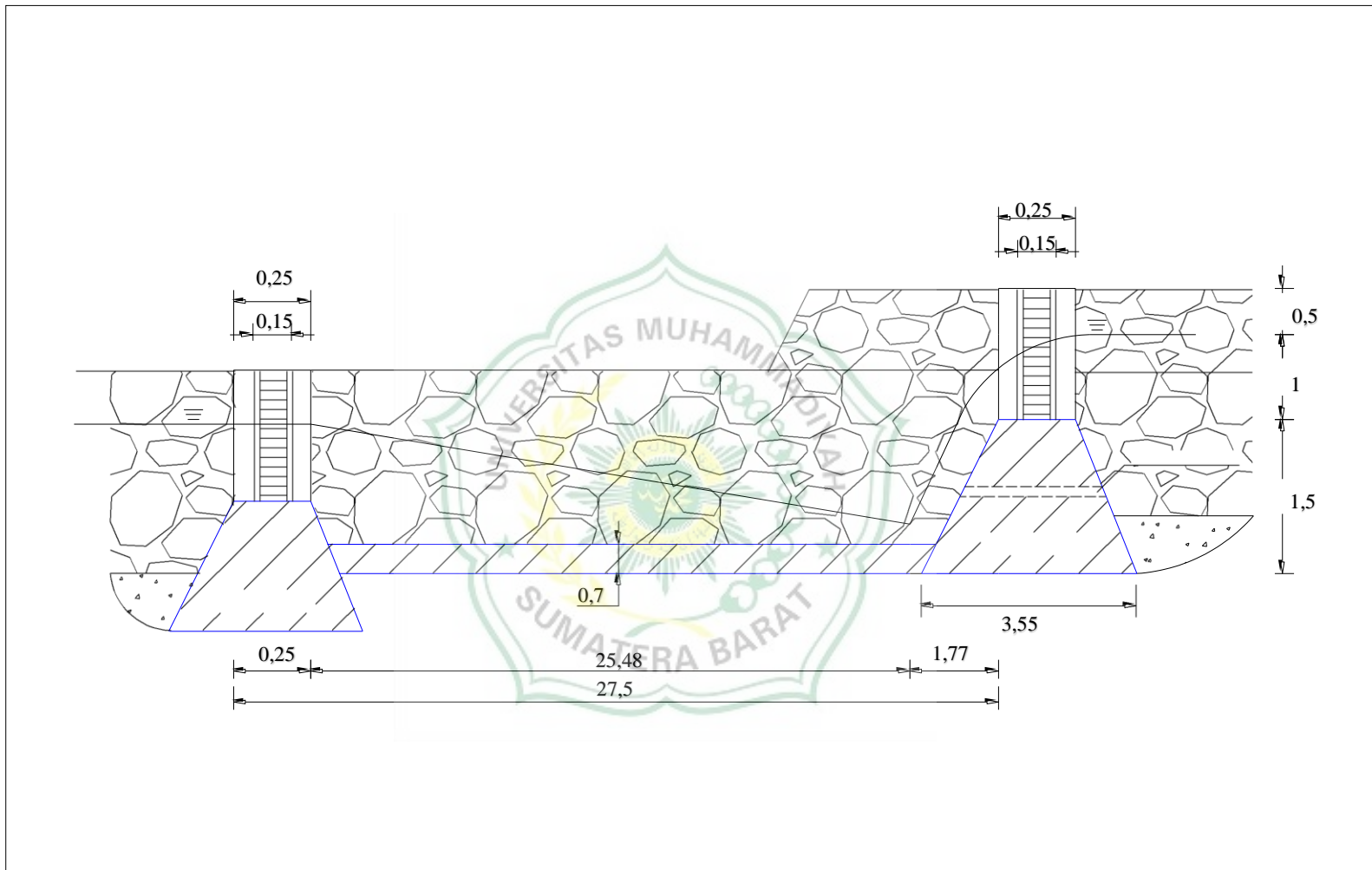
Desain Rencana Sabo Dam pada Lokasi STA 0+200 (penampang melintang)



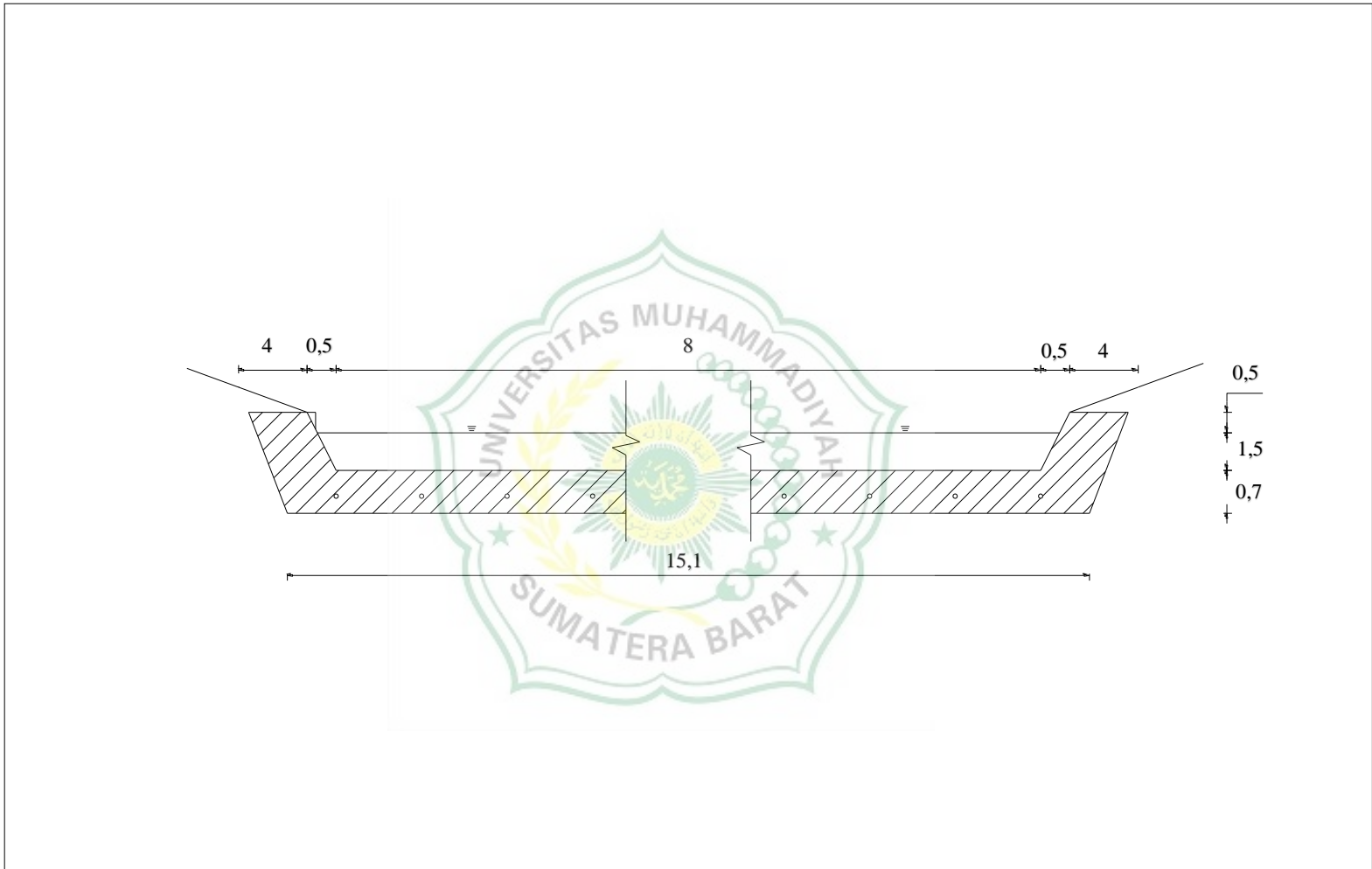
Desain Tembok Tepi pada Lokasi STA 0+200



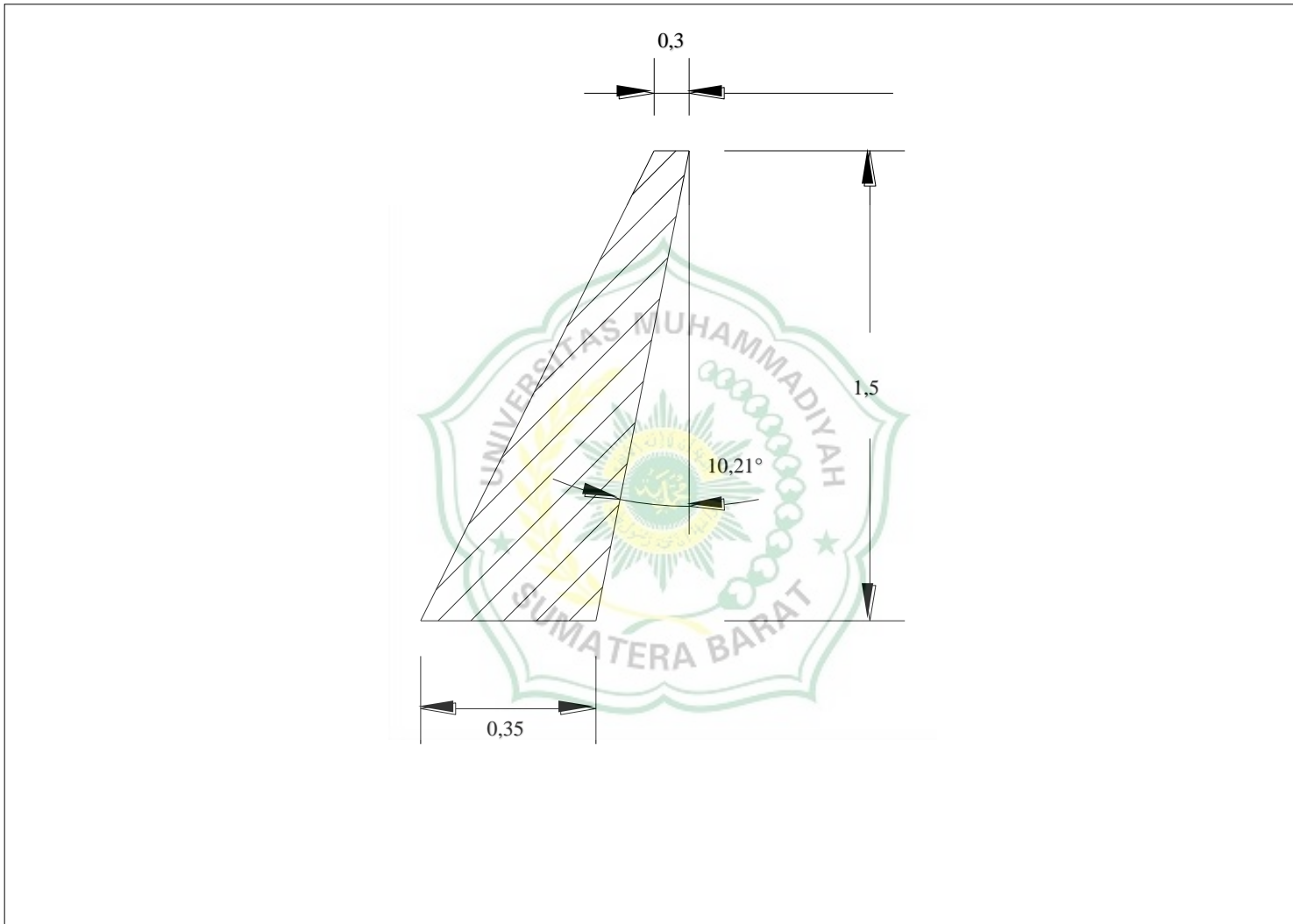
Desain Rencana Sabo Dam pada Lokasi STA 201+400 (penampang melintang)



Desain rencana Sabo Dam pada Lokasi STA 201+400



Desain Rencana Tembok Tepi pada Lokasi STA 201+400



BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan dan analisis yang dilakukan pada kedua Sabo Dam yang direncanakan, didapatkan kesimpulan Sabo Dam pada STA 201+400 dapat menampung sedimen sebanyak 156206,8 m³ dan tampungan akan penuh setelah kurun waktu 8 bulan. Sedangkan pada lokasi STA 0+200 dapat menampung sebanyak 7.913,787 m³ dengan estimasi waktu sampai tampungan penuh selama 4 bulan. Sehingga Sabo Dam sebaiknya dibangun pada lokasi STA 201+400, karena mampu menampung sedimentasi yang terjadi selama 8 bulan.

Tabel 4.16 Perbandingan Lokasi dan Dimensi pada STA 0+200 dan STA 201+400

| Lokasi/Dimensi | STA 0+200 | STA 201+400 |
|----------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| Lebar sungai | 10,2 m | 15,1 m |
| Lebar pelimpah | 8 m | 8 m |
| Tinggi main dam | 1 m | 1,5 m |
| Lebar dasar main dam | 1,75 m | 3,55 m |
| Panjang kolam olak | 10,3 m | 12,3 m |
| Tinggi sub dam | 0,330 ≈ 0,5 m | 1,580 m ≈ 1,2 m |
| Stabilitas terhadap guling | 5,457 > 1,2 m = aman | 5,033 > 1,2 m = aman |
| Stabilitas terhadap geser | 3,953 > 1,2 m = aman | 3,702 > 1,2 m = aman |
| Daya dukung | 4,286 < 10 t/m ² = aman | 4,098 < 10 t/m ² = aman |
| | 1,602 < 10 t/m ² = aman | 1,602 < 10 t/m ² = aman |
| Piping | 3,475 > 1,8 = aman | 5,022 > 1,8 = aman |
| Kapasitas tampungan | 7.913,787 m ³ | 156206,85 m ³ |
| Sedimen yang terjadi | 185.764 m ³ | |
| Waktu penuh tampungan | 4 bulan | 8 bulan |

5.2 Saran

Perencanaan Desain Sabo Dam pada tugas akhir ini hanya sampai pada desain hidrolis bendungnya saja, untuk penelitian selanjutnya perlu dilakukan perhitungan manajemen dan estimasi biaya operasional dan *maintenance*.



DAFTAR PUSTAKA

- Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah (2004). *Pedoman Teknis Bendung Pengendali Dasar Sungai (Pd T-12-2004-A)*. Pedoman. Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah.
- Fadlun, Mochammad. (2002). *Analisis Pengendalian Sedimen Di Sungai Deli Dengan Model HEC-RAS*, Skripsi. Universitas Sumatra Utara.
- Linggarjati, Ni Arum. (2011). *Perbandingan Metode Area Increment, Empirical Area Reduction dan Moody's Modification untuk Analisa Volume Sedimentasi (Studi Kasus Waduk Sampean Baru)*, Skripsi. Universitas Jember.
- Murod, Khoirul. (2002). *Analisis Keandalan Bangunan Sabo dalam Pengendalian Sedimen di Kali Boyong Yogyakarta*, Tesis. Universitas Gadjah Mada.
- Priatwanto, Heri Nur. (2010). *Perencanaan Bendung Tetap Tipe Vlughter-Sitompul*, Tugas Akhir. Universitas Sebelas Maret.
- Sifia, Fifi. (1990). *Sungai (TS 1579)*, Diktat. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Soemarto, C. D. (1999). *Hidrologi Teknik*, Erlangga. Jakarta.
- Suyono Sosrodarsono & Masateru Tominaga. *Perbaikan dan Pengaturan Sungai*, P.T. Pradnya Paramita, Jakarta.
- Takahashi, Tamotsu. (2007). *Debris Flow: Mechanics, Prediction and Countermeasures*, Routledge. Indonesia.
- Triatmodjo, Bambang. (2009). *Hidrologi Terapan*, Beta Offset. Yogyakarta.
- United States Departement of the Interior (1974). *Design of Small Dams*, Oxford & IBH Publishing Co. New Delhi.

A. Lampiran Data Debit Maksimum Tahunan pada Sungai Talang

| Thn | Debit Harian Maksimum Tahunan (m ³ /detik) | | | | | | | | | | | | Q Maks (m ³ /detik) |
|------|---|-------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----------------------------------|
| | Jan | Feb | Mar | Apr | Mei | Jun | Jul | Ags | Sep | Okt | Nov | Des | |
| 2011 | 379 | 205,6 | 476,1 | 439,3 | 116,9 | 447,3 | 100,9 | 227 | 651 | 400,5 | 899,9 | 423,7 | 899,9 |
| 2012 | 245 | 800,5 | 374 | 825 | 581,3 | 364,5 | 409 | 435,5 | 336,5 | 450,7 | 869,4 | 612 | 869,4 |
| 2013 | 259 | 387 | 619 | 410 | 469 | 173 | 428 | 400 | 367 | 603 | 836 | 793 | 836 |
| 2014 | 72 | 145 | 76 | 527 | 194 | 180 | 57 | 4 | 6 | 14 | 234 | 825 | 825 |
| 2015 | 330,5 | 209,5 | 480,5 | 619,7 | 204,3 | 245,5 | 201,5 | 240 | 509,5 | 227,5 | 983,5 | 466,3 | 983,5 |
| 2016 | 394,5 | 159,8 | 322,2 | 1893,2 | 407 | 215 | 308,5 | 318 | 381,5 | 346,5 | 787,5 | 563,5 | 1893,2 |
| 2017 | 466,5 | 214 | 408 | 453 | 648,5 | 468,5 | 300,5 | 339,5 | 561 | 351 | 831,5 | 485 | 831,5 |
| 2018 | 204 | 496,5 | 620 | 358 | 450 | 347 | 515,5 | 574 | 623 | 996 | 550 | 580 | 996 |
| 2019 | 462 | 538 | 383 | 629 | 225 | 347 | 338 | 574 | 306 | 288 | 361 | 659 | 659 |
| 2020 | 483 | 311 | 600 | 1155,5 | 376 | 366 | 333 | 294 | 199 | 421 | 545 | 246 | 1155,5 |

Sumber : BWS V Padang

B. Lampiran Data Tanah pada Lokasi STA 0+200 dan STA 201+400

| | |
|--|--|
| Luas DAS | = 57,964 (Ha) |
| Kemiringan dasar sungai (I) | = 0,00145 |
| Lebar sungai (B) | = 15,1 m STA 0+200 = 10,2 m STA 201+400 |
| Lebar pelimpah (B1) | = 8 m |
| Debit banjir (Q) | = 705,327 m ³ /detik |
| Kecepatan Aliran yg melalui pelimpah (V) | = 2,135 m ³ /detik |
| koefisien pelimpah (C) | = 0,5 |
| Koefisien gesekan titik bendung (f) | = 0,6 |
| koefisien keamanan (n) | = 2,5 |
| γ_{air} | = 1,0 t/m ³ |
| γ_{beton} | = 2,4 t/m ³ |
| scouring didepan mercu (Δt) | = 1,5 m |

nilai N-SPT

= 7 (STA 0+200),8(STA 201+400)

C. Lampiran Hasil Uji Berat Sedimen pada Sungai Talang

| No. Contoh | 1 | 2 | 3 |
|---|-------|-------|-------|
| No. Picnometer | IX | XII | VII |
| Berat Picnometer (W1) | 57 | 57 | 57 |
| Berat Picnometer + Tanah (W2) | 106 | 109 | 108 |
| Berat Tanah (Wt) | 49 | 52 | 55 |
| Berat Picnometer + Tanah + Air (W3) | 196 | 196 | 196 |
| Berat Picnometer + Air (W4) | 165,9 | 166,7 | 165,7 |
| Berat Picnometer + Air (W4') | 167 | 168 | 167 |
| Suhu (°C) | 31 | 31 | 31 |
| Specific Gravity $\frac{W_2 - W_1}{(W_4 - W_1) - (W_3 - W_2)}$ | 2,450 | 2,167 | 2,318 |
| Rata-rata GS | 2,312 | | |

Sumber : hasil analisis

D. Lampiran Tinggi Jagaan pada Pelimpah

| | | | | | |
|--------------------------------------|------|----------|-----------|-----------|------------|
| Debit desain (m ³ /detik) | 50 | 50 - 100 | 100 - 200 | 200 - 500 | 500 - 2000 |
| Tinggi jagaan (meter) | 0,60 | 0,80 | 1,00 | 1,20 | 1,50 |

Sumber : Pd T-12-2004-A

E. Lampiran Penentuan lebar mercu

| Lebar mercu (b) | 1,50 m – 2,00 m | 3,00 m – 4,00 m |
|------------------------|--|-----------------------------|
| Sedimen yang terjadi | Pasir dan kerikil atau kerikil kecil dan batu-batu kecil | Batu-batu besar |
| Sifat hidraulik aliran | Gerakan mandiri (lepas) | Gerakan massa (debris flow) |

Sumber : Pd T-12-2004-A

F. Lampiran Gaya-gaya yang bekerja

| Tinggi bendung | Keadaan biasa (debit normal) | Keadaan debit banjir |
|----------------|------------------------------|---|
| < 15 meter | - | 1. Berat sendiri 2. Tekanan air statik |

Sumber : Pd T-12-2004-A

G. Lampiran Daya Dukung Tanah yang Dijinkan dan Koefisien Geser

| Jenis tanah dasar | Angka keamanan (Sf) | Tinggi bendung |
|---------------------|---------------------|----------------|
| Batuan cukup kompak | 4 | - |
| Pondasi apung | 1,2 | < 15 meter |
| Pondasi apung | 1,5 | > 15 meter |

Sumber : Pd T-12-2004-A

H. Lampiran Angka Keamanan yang Disarankan

| Klasifikasi pondasi | | Daya dukung tanah (t/m^2) | Koefisien geser | Kekuatan tekan bebas (t/m^2) | Nilai N-SPT |
|---------------------|-----------------------------------|-------------------------------|-----------------|----------------------------------|-------------|
| Batu dasar | Batuan keras dengan sedikit retak | 100 | 0,70 | > 1000 | - |
| | Batuan keras dengan banyak retak | 60 | 0,70 | > 1000 | - |
| | Batuan lunak atau <i>mudstone</i> | 30 | 0,70 | > 100 | - |
| Lapisan kerikil | Kompak | 60 | 0,60 | - | - |
| | Tidak kompak | 30 | 0,60 | - | - |
| Lapisan pasir | Kompak | 30 | 0,60 | - | 30 – 50 |
| | Kurang kompak | 20 | 0,50 | - | 15 – 30 |
| Lapisan tanah liat | Keras | 10 | 0,45 | 10 - 20 | 8 - 15 |
| | Kurang keras | 5 | - | 5 – 10 | 4 – 8 |
| | Sangat keras | 20 | 0,50 | 20 - 40 | 15 - 30 |

Sumber : Pd T-12-2004-A

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA BARAT

FAKULTAS TEKNIK

Alamat: Jl. By Pass Aur Kuning No. 1 Bukittinggi, (26131) Telp. (0752) 625737, Hp 082384929103
Website: www.ft.umsb.ac.id Email: fakultasteknik@umsb.ac.id

REVISI SEMINAR PROPOSAL SKRIPSI

Tanggal Ujian: 28 Maret 2021

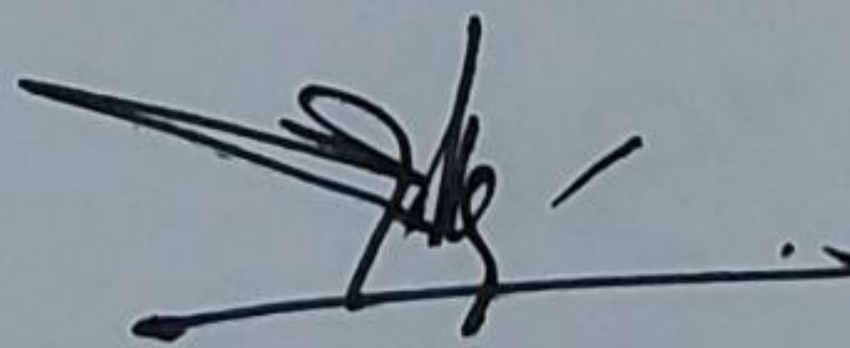
Nama : **OSKAR ROY**

NIM : 171000222201064

Judul Proposal : Perencanaan Sabo Dam Sebagai Bangunan Pengendali Sedimen Pada Sungai Talang Kota Padang Panjang

Catatan Perbaikan :
- Suplemen data: pendulum & later Gels.
- Batasan masalah & profilas.
- Metode penelitian apa? ... dan.
- Urutan metode mana yg di jal.
- dan bagaimana cara pengumpulan data?

Penguji,



Zuheldi, S.T., M.T.
NIDN. 0

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA BARAT
FAKULTAS TEKNIK

Alamat: Jl. By Pass Aur Kuning No. 1 Bukittinggi, (26131) Telp. (0752) 625737, Hp 082384929103
Website: www.ft.umsb.ac.id Email: fakultasteknik@umsb.ac.id

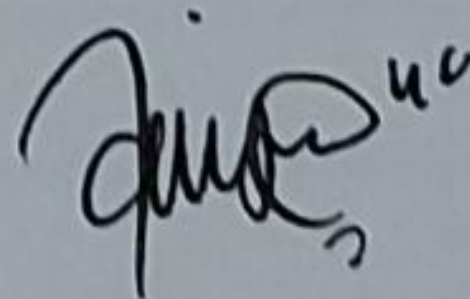
REVISI SEMINAR PROPOSAL SKRIPSI

Tanggal Ujian: 28 Maret 2021

Nama : **OSKAR ROY**
NIM : 171000222201064
Judul Proposal : Perencanaan Sabo Dam Sebagai Bangunan Pengendali Sedimen Pada Sungai Talang Kota Padang Panjang

Catatan Perbaikan :
• Diskusikan dg Dosen pembimbing
.....
.....
.....
.....
.....

Penguji,



Asiya Nurhasanah Habirun, S.ST., M.Eng.
NIDN. 0



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA BARAT

FAKULTAS TEKNIK

Alamat: Jl. By Pass Aur Kuning No. 1 Bukittinggi, (26131) Telp. (0752) 625737, Hp 082384929103
 Website: www.ft.umsb.ac.id Email: fakultasteknik@umsb.ac.id

REVISI SEMINAR PROPOSAL SKRIPSI

Tanggal Ujian: 28 Maret 2021

Nama : **OSKAR ROY**
 NIM : 171000222201064
 Judul Proposal : Perencanaan Sabo Dam Sebagai Bangunan Pengendali Sedimen Pada Sungai Talang Kota Padang Panjang
 Catatan Perbaikan :
 - *supervisor kata: pendulum & later Gels.*
 - *Batas, masalah & profilas.*
 - *metode penelitian apa? ... dan.*
 - *Si urai, metode mana yg di pilih.*
 - *dan bagaimana cara pengumpulan data?*

Penguji,

Zuheldi, S.T., M.T.
 NIDN. 0



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA BARAT
FAKULTAS TEKNIK

Alamat: Jl. By Pass Aur Kuning No. 1 Bukittinggi, (26131) Telp. (0752) 625737, Hp 082384929103
 Website: www.ft.umsb.ac.id Email: fakultasteknik@umsb.ac.id

REVISI SEMINAR HASIL SKRIPSI

Tanggal Ujian: 29 Juli 2021

Nama : **OSKAR ROY**
 NIM : 171000222201064
 Judul Skripsi : Perencanaan Sabo Dam Sebagai Bangunan Pengendali Sedimen pada Sungai Talang Kota Panjang

Catatan Perbaikan :

- Bagan dir diperbaiki lagi.
- Abstrak diperbaiki lagi.
- Lampiran photo 24 dimasukkan per Sta 10. . st ---
- Lampiran tdk pakai halaman

Ace Kompre
21/21 Spuif
21/08
(Selpa D)

Penguji,

Selpa Dewi, S.T., M.T.
 NIDN. 1011097602



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA BARAT

FAKULTAS TEKNIK

Alamat: Jl. By Pass Aur Kuning No. 1 Bukittinggi, (26131) Telp. (0752) 625737, Hp 082384929103
Website: www.ft.umsb.ac.id Email: fakultasteknik@umsb.ac.id

REVISI SEMINAR HASIL SKRIPSI

Tanggal Ujian: 29 Juli 2021

Nama : **OSKAR ROY**
NIM : 171000222201064
Judul Skripsi : Perencanaan Sabo Dam Sebagai Bangunan Pengendali Sedimen pada Sungai Talang Kota Panjang
Catatan Perbaikan :

*ACC Sidang Akhir.
16/8/21*

Ketua Penguji,

Ir. Surya Eka Priana, M.T., IPP
NIDN. 1016026603



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA BARAT

FAKULTAS TEKNIK

Alamat: Jl. By Pass Aur Kuning No. 1 Bukittinggi, (26131) Telp. (0752) 625737, Hp 082384929103
Website: www.ft.umsb.ac.id Email: fakultasteknik@umsb.ac.id

REVISI SIDANG SKRIPSI

Tanggal Ujian: 26 Agustus 2021

Nama : **Oskar Roy**
NIM : 171000222201064
Judul Skripsi : Perencanaan Sabo Dam Sebagai Bangunan Pengendali Sedimen Pada Sungai Talang Kota Padang Panjang
Catatan Perbaikan : * Perbaiki ya terhororis

Ketua Penguji,

Ir. Surya Eka Priana, M.T., IPP
NIDN. 1016026603

ACC jilid

06/09/21



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA BARAT

FAKULTAS TEKNIK

Alamat: Jl. By Pass Aur Kuning No. 1 Bukittinggi, (26131) Telp. (0752) 625737, Hp 082384929103
Website: www.ft.umsb.ac.id Email: fakultasteknik@umsb.ac.id

REVISI SIDANG SKRIPSI

Tanggal Ujian: 26 Agustus 2021

Nama : **Oskar Roy**
NIM : 171000222201064
Judul Skripsi : Perencanaan Sabo Dam Sebagai Bangunan Pengendali Sedimen Pada Sungai Talang Kota Padang Panjang
Catatan Perbaikan : *Cek ulang perhitungan.*

.....
.....
.....
.....
.....
.....

ace ulang di hasil
6/9/21

Penguji,

Masril, S.T., M.T.
NIDN. 1005057407



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA BARAT

FAKULTAS TEKNIK

Alamat: Jl. By Pass Aur Kuning No. 1 Bukittinggi, (26131) Telp. (0752) 625737, Hp 082384929103
Website: www.ft.umsb.ac.id Email: fakultasteknik@umsb.ac.id

REVISI SIDANG SKRIPSI

Tanggal Ujian: 26 Agustus 2021

Nama : **Oskar Roy**

NIM : 171000222201064

Judul Skripsi : Perencanaan Sabo Dam Sebagai Bangunan Pengendali Sedimen Pada Sungai Talang Kota Padang Panjang

Catatan Perbaikan :

cek kembali perhitungan
(lihat skripsi yg sudah di koreksi),

9-21

Agg jilid

Sekretaris/Penguji,

Elfania Bastian, S.T., M.T. ISHAK
NIDN. 1018118901



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA BARAT FAKULTAS TEKNIK

Alamat: Jl. By Pass Aur Kuning No. 1 Bukittinggi, (26131) Telp. (0752) 625737, Hp 082384929103
Website: www.ft.umsb.ac.id Email: fakultasteknik@umsb.ac.id

REVISI SIDANG SKRIPSI Tanggal Ujian: 26 Agustus 2021

Nama : **Oskar Roy**

NIM : 171000222201064

Judul Skripsi : Perencanaan Sabo Dam Sebagai Bangunan Pengendali Sedimen Pada Sungai Talang Kota Padang Panjang

Catatan Perbaikan :

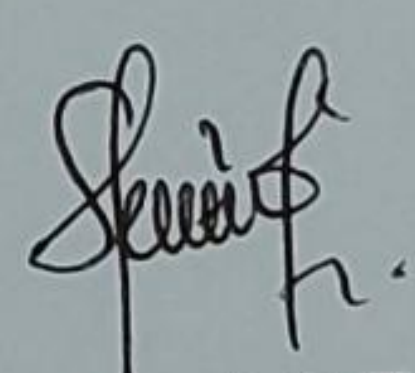
- Daftar pustaka diperbaiki lagi
- kesimpulan dibuatkan ke dlm tabel.
- pada bab IV dibuatkan gambar dr perhitungan.
- Belajar lagi.

.....

.....

ACC jilid
 16 Mulyati
 06/03/21.

Penguji,



Selpa Dewi, S.T., M.T.
 NIDN. 1011097602



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA BARAT
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

Jalan By Pass Aur Kuning No. 1 Email : tekniksipil@umsb.ac.id

KARTU BIMBINGAN SKRIPSI

NAMA : OSKAR ROY PROG. STUDI : Teknik Sipil
NPM : 17.1000.222201.064

| NO | TGL. KONSULTASI | TOPIK POKOK YANG DIBICARAKAN | TANDA TANGAN PEMB. I/II | TGL MENGHADAP KEMBALI | |
|----|-----------------|---|-------------------------|-----------------------|--|
| | | Perbaiki BAB I + Tambahkan Batasan Masalah. Cek tata ² Baku (KBB1) Papitan Format penulisan | } FT | | |
| | 25/6/21 | * Perbaiki yg terlokasi. * Lanjut BAB II. | | } FT | |
| | | ACC BAB I ACC BAB II ACC BAB III Lanjut BAB IV | | | |
| | 18/7/21 | * Perbaiki yg terlokasi. * Lanjutkan BAB IV & V | | | |
| | 29/7/21 | * Perbaiki yg terlokasi. * ACC Seminar Hasil. | | | |
| | 18/8/21 | ACC Sidang Akhir. | | | |

Mulai Bimbingan :

Ka. Prodi Teknik Sipil FT UMSB

Batas Akhir Bimbingan :

PERHATIAN!
KARTU BIMBINGAN TIDAK BOLEH HILANG
SETIAP BIMBINGAN HARUS DIBAWA

Deddy Kurniawan, ST. MT
NIDN. 1022018303

