

**ANALISIS PERHITUNGAN BANGUNAN BENDUNG
UNTUK DAERAH IRIGASI SERDANG
KABUPATEN DELI SERDANG**

SKRIPSI

OLEH :

**NOVI YULISTIA SIMAMORA
218110087**



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2023**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 7/10/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Access From (repository.uma.ac.id)7/10/23

**ANALISIS PERHITUNGAN BANGUNAN BENDUNG
UNTUK DAERAH IRIGASI SERDANG
KABUPATEN DELI SERDANG**

SKRIPSI

OLEH :

**NOVI YULISTIA SIMAMORA
218110087**



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2023**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 7/10/23

Access From (repository.uma.ac.id)7/10/23

**ANALISIS PERHITUNGAN BANGUNAN BENDUNG
UNTUK DAERAH IRIGASI SERDANG
KABUPATEN DELI SERDANG**

SKRIPSI

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh
Gelar Sarjana di Fakultas Teknik
Universitas Medan Area

OLEH :

**NOVI YULISTIA SIMAMORA
218110087**



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN**

2023

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 7/10/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Access From (repository.uma.ac.id)7/10/23

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISIS PERHITUNGAN BANGUNAN BENDUNG UNTUK DAERAH IRIGASI SERDANG KABUPATEN DELI SERDANG

SKRIPSI

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh
Gelar Sarjana di Fakultas Teknik
Universitas Medan Area

Disusun Oleh :

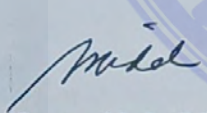
NOVI YULISTIA SIMAMORA


NPM : 21.811.0087

Disetujui Oleh:

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II


Ir. Nurmaidah, MT
NIDN: 0108016101


Ir. Suranto, MT
NIDN: 0129127605

Diketahui Oleh :

Dekan Fakultas Teknik

Ketua Program Studi Teknik Sipil


Dr. Rahmad Swali, S.Kom, M.Kom
NIDN: 0105058804


Hermansyah, ST, MT
NIDN: 0106088004

HALAMAN PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun, sebagai syarat memperoleh gelar sarjana merupakan hasil karya tulis saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan skripsi ini yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah dan etika penulisan ilmiah.

Saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi-sanksi lainnya dengan peraturan yang berlaku, apabila di kemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini.



Medan, Maret 2023



Novi Yulistia Simamora
218110087

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR/SKRIPSI/TESIS UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Medan Area, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Novi Yulistia Simamora
NPM : 218110087
Program Studi : Teknik Sipil
Fakultas : Teknik
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas skripsi saya yang berjudul : “Analisis Perhitungan Bangunan Bendung Untuk Daerah Irigasi Serdang Kabupaten Deli Serdang” beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Medan Area berhak menyimpan, mengalihmedia/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan memublikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Medan, Maret 2023
Yang Menyatakan,



Novi Yulistia Simamora
218110087

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur dipanjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, oleh karena anugerah-Nya yang melimpah, kemurahan dan kasih setia serta penyertaan-Nya yang besar akhirnya penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini. Penulisan Skripsi yang berjudul “*Analisis Perhitungan Bangunan Bendung untuk Daerah Irigasi Serdang Kabupaten Deli Serdang*” ini dimaksudkan untuk melengkapi persyaratan dalam menempuh ujian Sarjana Teknik Sipil pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Medan Area.

Penulis menyadari bahwa dalam menyelesaikan skripsi ini tidak terlepas dari dukungan, bantuan serta bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, saya ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada beberapa pihak yang berperan penting yaitu :

1. Bapak Prof. Dr. Dadan Ramdan, M.Eng., M.Sc., selaku Rektor Universitas Medan Area;
2. Bapak Dr. Ir. Rahmad Syah, S.Kom., M.Kom., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Medan Area;
3. Bapak Hermansyah, S.T, M.T selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik, Universitas Medan Area;
4. Ibu Ir. Nurmaidah, M.T., selaku Dosen Pembimbing I Fakultas Teknik Universitas Medan Area, yang telah meluangkan waktunya untuk memperbaiki skripsi penulis;
5. Bapak Suranto, S.T.M.T., selaku Dosen Pembimbing II Fakultas Teknik Universitas Medan Area, yang telah meluangkan waktunya untuk memperbaiki skripsi penulis;
6. Ibu Ir. Nurmaidah, M.T, sebagai Dosen Pembimbing Akademik dan Narasumber yang telah memberikan bimbingan, arahan, serta motivasi kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan studi.
7. Seluruh Dosen Pengajar dan Staff Administrasi di lingkungan Jurusan Teknik Sipil Universitas Medan Area.;
8. Kedua orang tua dan kedua Mertua yang saya cintai serta seluruh keluarga yang telah banyak membantu, baik bantuan berupa material maupun moril;

9. Ardi Novianhar dan Gibran Habibi selaku *support system*.
10. Seluruh rekan – rekan mahasiswa ekstensi jurusan teknik sipil Universitas Medan Area;
11. Seluruh pihak yang telah mendukung dan membantu penulis dari segi apapun, sehingga Skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik.

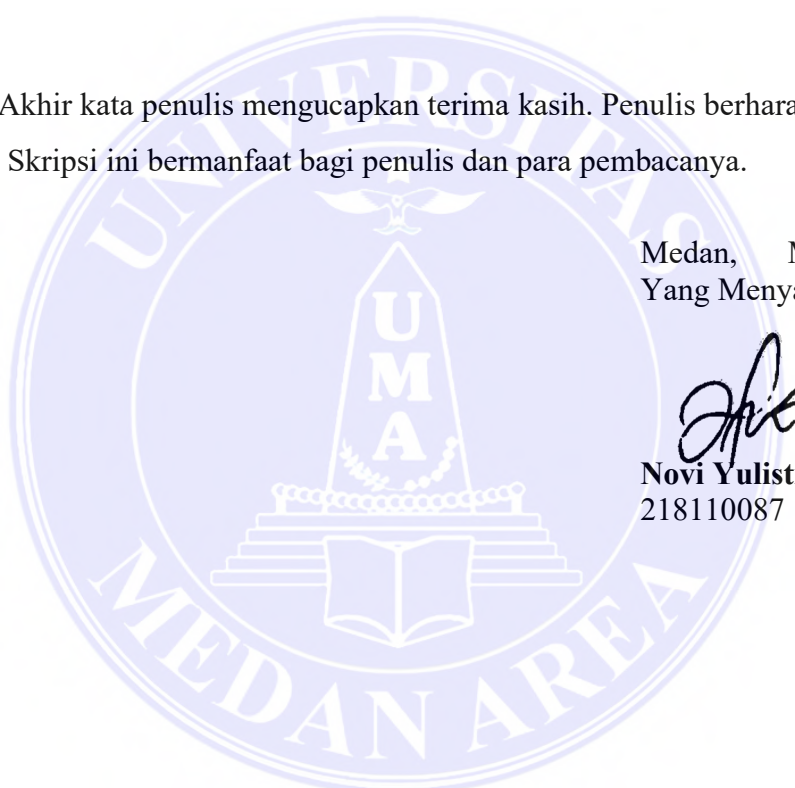
Penulis menyadari bahwa Skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari Bapak dan Ibu Dosen serta rekan – rekan mahasiswa demi penyempurnaan Skripsi ini.

Akhir kata penulis mengucapkan terima kasih. Penulis berharap semoga laporan Skripsi ini bermanfaat bagi penulis dan para pembacanya.

Medan, Maret 2023
Yang Menyatakan,



Novi Yulistia Simamora
218110087



ABSTRAK

Daerah Irigasi Serdang berada di Kabupaten Deli Serdang Provinsi Sumatera Utara. Daerah saat ini daerah irigasi ini masih mengandalkan air hujan dan karena letaknya di bagian hilir, pada musim kemarau masih mengandalkan air drainase dari areal sawah yang berada di hulu (D.I Penara, D.I Mesjid, D.I Wonosari, dll). Sementara itu ada juga areal persawahan yang berada dekat dengan Sungai Serdang yang mengambil air langsung dari sungai melalui pompa. Oleh karena itu dipilih perencanaan menggunakan bendung gerak dengan pintu sorong dikarenakan fungsi bendung daerah irigasi serdang diharapkan bukan hanya untuk menaikkan atau mengatur muka air, akan tetapi juga berfungsi sebagai pengendali banjir kota Medan.

Penelitian ini bermaksud untuk melakukan analisis perhitungan dimensi terhadap mercu bendung dan apakah bendung tersebut aman terhadap gaya-gaya yang bekerja terhadap bendung tersebut. Metode yang dilakukan pada penelitian ini adalah dengan menghitung dimensi mercu bendung dan menganalisis stabilitas bendung tersebut terhadap gaya angkat, gaya geser, gaya guling dan daya dukung tanah pada bendung untuk daerah irigasi Serdang Kabupaten Deli Serdang.

Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan, baik analisa hidrologi dan analisa hidrolika maka didapatkan debit banjir rencana dengan periode 100 tahun sebesar $614,03 \text{ m}^3/\text{det}$, dengan lebar total bendung 60 m. Dari data dan perhitungan didapat jumlah pintu 6 pintu dengan yang lebarnya masing-masing 9 m dan tinggi bukaan pintu 6 m. Kolam olak pada bangunan Bendung gerak Serdang menggunakan type kolam olak MDO. Dengan panjang = 17,5 m. Pondasi bangunan Bendung gerak Serdang menggunakan Tiang pancang. Dari hasil analisa perhitungan kesetabilan, bangunan bendung gerak aman dari gaya angkat dengan syarat faktor keamanan $G_1 6.022 t > U_{29} = 5.91 t$, gaya guling dengan syarat faktor keamanan $5,19 > 1,5$, gaya geser dengan syarat faktor keamanan $1,71 > 1,5$, dan daya dukung tanah dengan syarat faktor keamanan $1,41 < 3,14 < 835,07$.

Kata Kunci : Bendung Gerak, Bendung Serdang, Stabilitas Bendung.

ABSTRACT

The Serdang Irrigation Area is located in Deli Serdang Regency, North Sumatra Province. Currently this irrigated area still relies on rainwater and because of its location in the downstream part, during the dry season it still relies on drainage water from upstream rice fields (D.I Penara, D.I Mesjid, D.I Wonosari, etc.). Meanwhile, there are also rice fields near the Serdang River that take water directly from the river through a pump. Therefore, planning to use a movable weir with a sliding door is chosen because the function of the serdang irrigation area weir is expected not only to raise or regulate the water level, but also to function as a flood control in Medan.

This study intends to analyze the dimensional calculation of the weir and whether the weir is safe against the forces acting on the weir. The method used in this study is to calculate the dimensions of the weir and analyze the stability of the weir against lift, shear forces, rolling forces and soil bearing capacity of the weir for the Serdang irrigation area, Deli Serdang Regency.

Based on the calculations that have been done, both hydrological analysis and hydraulic analysis, the planned flood discharge with a period of 100 years is $614.03 \text{ m}^3 / \text{s}$, with a total width of the weir 60 m. From the data and calculations obtained the number of doors with 6 doors with a width of 9 m each and a door opening height of 6 m. The olak pond in the Serdang weir building uses the MDO olak pool type. With a length = 17.5 m. The foundation of the Serdang motion weir building using piles. From the results of the stability calculation analysis, the weir building is safe from lifting forces with the requirements of the safety factor $G1 \ 6,022 \ t > U29 = 5.91 \ t$, the rolling force with the requirements of the safety factor $5.19 > 1.5$, the shear force with the safety factor requirement of $1.71 > 1.5$, and the carrying capacity of the soil with the safety factor requirements $1.41 < 3.14 < 835.07$.

Keyword : Barrage, Weir Serdang, Weir Stability.

DAFTAR ISI

COVER

| | |
|--------------------------------|-----------|
| LEMBAR PENGESAHAN | i |
| KATA PENGANTAR | ii |
| ABSTRAK | iv |
| DAFTAR ISI | vi |
| DAFTAR TABEL | ix |
| DAFTAR GAMBAR | x |

BAB I PENDAHULUAN

1

| | |
|------------------------------|---|
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah | 2 |
| 1.3 Tujuan Penelitian | 2 |
| 1.4 Manfaat Penelitian | 3 |
| 1.5 Batasan Masalah | 3 |

BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

4

| | |
|--|----|
| 2.1 Tinjauan Pustaka | 4 |
| 2.1.1 Aspek Teknis | 5 |
| 2.1.2 Aspek Non Teknis | 6 |
| 2.2 Klasifikasi Bendung | 7 |
| 2.3 Berdasarkan Lama Pemakaian (Waktu Operasional) | 7 |
| 2.4 Berdasarkan Tipe Strukturnya | 8 |
| 2.5 Analiss Hidrologi | 11 |
| 2.6 Hasil Analisis Debit Banjir Bendung Serdang | 12 |
| 2.7 Analisis Debit Aliran Sungai | 12 |
| 2.8 Debit Banjir Rencana | 13 |
| 2.9 Elevasi Muka Air Normal | 13 |

| | | |
|--|---|-----------|
| 2.10 | Pengertian Bendung Gerak | 14 |
| 2.10.1 | Lebar Bendung | 14 |
| 2.10.2 | Lebar Efektif Bendung | 15 |
| 2.10.3 | Perencanaan Tembok Pilar | 16 |
| 2.10.4 | Perencanaan Pintu Air | 16 |
| 2.10.5 | Pintu Geser atau Sorong | 16 |
| 2.10.6 | Perencanaan Tinggi Muka Air Diatas Mercu Bendung | 18 |
| 2.10.7 | Kolam Olak | 20 |
| 2.11 | Pondasi | 28 |
| 2.11.1 | Pondasi Tiang Pancang | 29 |
| 2.12 | Gaya-gaya Yang Berpengaruh | 32 |
| 2.12.1 | Kombinasi Pembebanan | 38 |
| 2.12.2 | Stabilitas Terhadap Bahaya Penggulingan (Overturning) | 38 |
| 2.12.3 | Stabilitas Terhadap Bahaya Penggeseran (Sliding) | 39 |
| 2.12.4 | Stabilitas Terhadap Daya Dukung Tanah (settlement) | 39 |
| BAB III METODOLOGI PENELITIAN | | 42 |
| 3.1 | Lokasi Penelitian | 42 |
| 3.2 | Metode Pengambilan Data | 42 |
| 3.2.1 | Data Topografi | 43 |
| 3.2.2 | Data Hidrologi | 43 |
| 3.2.3 | Data Morfologi | 43 |
| 3.2.4 | Data Geologi | 43 |
| 3.2.5 | Data Mekanika Tanah | 44 |
| 3.2.6 | Standar Untuk Perencanaan | 44 |
| 3.3 | Metode Penyusunan Penulisan | 44 |

| | | |
|--|--|-----------|
| 3.4 | Kerangka Berpikir | 45 |
| BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN | | 46 |
| 4.1 | Pendahuluan Perencanaan | 46 |
| 4.1.1 | Data Sungai | 47 |
| 4.1.2 | Data Debit Banjir | 47 |
| 4.1.3 | Analisis Debit Aliran Sungai | 48 |
| 4.2 | Perencanaan Bendung Gerak | 50 |
| 4.2.1 | Aliran Melalui Penampang | 50 |
| 4.2.2 | Elevasi Muka Air Normal dan Tinggi mercu bendung | 50 |
| 4.2.3 | Lebar Bendung | 51 |
| 4.2.4 | Lebar Efektif Bendung | 52 |
| 4.2.5 | Perencanaan Tembok Pilar | 54 |
| 4.2.6 | Perencanaan Pintu Air | 54 |
| 4.2.7 | Pintu Geser atau Sorong | 54 |
| 4.2.8 | Perencanaan Tinggi Muka Air Diatas Mercu Bendung | 56 |
| 4.2.9 | Kolam Olak | 58 |
| 4.2.10 | Pondasi Tiang Pancang | 62 |
| 4.3 | Gaya-gaya Yang Berpengaruh | 64 |
| BAB V KESIMPULAN DAN SARAN | | 78 |
| 5.1 | Kesimpulan | 78 |
| 5.2 | Saran | 80 |

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR TABEL

| | | |
|-----|--|----|
| 2.1 | Grafik Rangkuman Hasil Analissi Debit Banjir Bendung Serdang . | 12 |
| 2.2 | Berat Volume Bahan Bangunan | 33 |
| 2.3 | Faktor Bentuk Pondasi | 41 |
| 2.4 | Koefisien Daya Dukung Tanah | 41 |
| 4.1 | Hasil Analisis Debit Banjir Bendung Serdang | 47 |
| 4.2 | Harga-harga koefisien Ka dan Kp | 52 |
| 4.3 | Perhitungan Tekanan Uplift Bangunan Bendung Gerak Serdang... | 66 |
| 4.4 | Gaya-gaya Yang Bekerja Pada Bangunan Bendung Gerak Serdang Kondisi Pembebanan Tetap | 71 |
| 4.5 | Gaya-gaya Yang Bekerja Pada Bangunan Bendung Gerak Serdang Kondisi Pembebanan Sementara | 72 |
| 4.6 | Faktor Bentuk Pondasi | 75 |
| 4.7 | Koefisien Daya Dukung Tanah..... | 75 |
| 4.8 | Hasil Perhitungan Daya Dukung Tanah Ijin Bendung Gerak Serdang | 76 |
| 4.9 | Rekapitulasi Perhitungan Stabilitas Bangunan Bendung Gerak Serdang | 77 |

DAFTAR GAMBAR

| | | |
|------|--|----|
| 2.1 | Mercu Ogee | 8 |
| 2.2 | Mercu Bulat dengan satu radius | 9 |
| 2.3 | Mercu Bulat dengan dua radius | 9 |
| 2.4 | Lebar Efektif | 15 |
| 2.5 | Grafik Koefisien K untuk Debit Tenggelam (Schmidt) | 17 |
| 2.6 | Koefisien debit untuk permukaan pintu datar atau lengkung | 18 |
| 2.7 | Harga-harga koefisien C_0 untuk bendung ambang bulat sebagai fungsi perbandingan H_1/r | 19 |
| 2.8 | Koefisien C_1 sebagai fungsi perbandingan P/H_1 | 19 |
| 2.9 | Harga-harga koefisien C_2 untuk bendung mercu tipe Ogee dengan muka hulu melengkung | 20 |
| 2.10 | Lompatan Hidrolik | 22 |
| 2.11 | Tipe Loncatan Hidrolis | 24 |
| 2.12 | Bore Hole 3 Tiang Pancang diameter 30 cm | 31 |
| 2.13 | Peta Zona Gempa Indonesia dan Lokasi Daerah Penelitian | 36 |
| 3.1 | Layout D.I. Serdang Kab. Deli Serdang | 42 |
| 3.2 | Diagram Alir Penelitian | 45 |
| 4.1 | Penampang Saluran Trapesium | 48 |
| 4.2 | Lebar efektif mercu | 52 |
| 4.3 | Grafik Koefisien K untuk Debit Tenggelam (Schmidt) | 54 |
| 4.4 | Koefisien debit untuk permukaan pintu datar atau lengkung | 55 |
| 4.5 | Sketsa Bangunan Bendung Serdang | 56 |
| 4.6 | Grafik MDO-2 Penentuan Kedalaman Lantai Peredam Energi | 61 |
| 4.7 | Grafik MDO-3 Penentuan Panjang Lantai Peredam Energi | 62 |
| 4.8 | Bore Hole 3 Tiang Pancang diameter 30 cm | 63 |
| 4.9 | Diagram Pembebanan Bendung Gerak Serdang | 70 |

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Bangunan Bendung merupakan suatu struktur bangunan air melintasi suatu sungai, kali, atau muara yang berperan sebagai menahan air. Bendung dibangun untuk menyediakan air untuk konsumsi manusia, mengairi lahan kering atau semi-kering, atau untuk digunakan dalam proses industri. Bendung terbagi menjadi dua jenis yaitu bendung permanen dan bendung sementara. Bendung tetap adalah bangunan yang utamanya terdiri dari pintu yang dapat dipindahkan untuk mengatur tinggi muka air sungai, sedangkan bendung tidak permanen adalah bangunan yang digunakan untuk menaikkan tinggi muka air sungai.

Daerah Irigasi Serdang dibangun di Kabupaten Deli Serdang Provinsi Sumatera Utara yang terletak di sebelah kiri Sungai Serdang dan melayani areal sekitar 1.032 ha yang awalnya mengambil air dari Sungai Belumai (Anak Sungai Serdang). Namun daerah ini dapat dikembangkan mencapai 3.100 jika ditambahkan dengan areal yang berada di sebelah kanan Sungai Serdang. Saat ini, daerah irigasi ini tadah hujan dan terletak di hilir, bergantung pada drainase dari hulu sawah pada musim kemarau (D.I Penara, D.I Mesjid, D.I Wonosari, dll). Saat ini terdapat sawah di dekat Sungai Serdang, dan airnya dipompa langsung dari sungai. Diharapkan dengan dibangunnya bendung pada Sungai Serdang akan dapat menaikkan muka air sehingga dapat mengairi D.I Serdang.

Persyaratan keamanan bendung ditentukan oleh gaya angkat (*uplift pressure*), gaya geser (*sliding*), gaya guling (*overtuning*), dan daya dukung tanah. Oleh karena

itu, perlu dilakukan perhitungan gaya yang bekerja pada struktur bendung, menganalisis dan mengontrol gaya yang bekerja pada struktur, serta menstabilkan faktor keamanan. Oleh karena itu penulis memutuskan untuk memilih melakukan penelitian yang diarahkan pada permasalahan yang berjudul: “***Analisis Perhitungan Bangunan Bendung untuk Daerah Irigasi Serdang Kabupaten Deli Serdang***”.

I.2 Rumusan Masalah

Dari latar belakang yang dijabarkan berbagai permasalahan – permasalahan terjadi sehingga dalam rumusan masalah adapun yang akan dikaji dalam penulisan ini, sebagai berikut :

1. Bagaimana melakukan perencanaan mercu bendung D.I. Serdang aman?
2. Bagaimanakah langkah analisis hitungan stabilitas bendung D.I. Serdang yang aman?

I.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian dari tugas akhir ini dengan menganalisis dimensi bangunan mercu bendung dan keamanan suatu bendung terhadap gaya angkat (*uplift pressure*), gaya geser (*sliding*), gaya guling (*overtuning*), dan kemampuan tanah dalam menahan beban suatu konstruksi.

1.4 Mamfaat Penelitian

Mamfaat dari penelitian ini adalah sebagai bahan literasi dalam ilmu pengetahuan di bidang akademik.

a. Bagi penulis

Tugas akhir ini harapannya dapat menjadi saran yang bermanfaat dalam mengimplementasikan pengetahuan penulis tentang perencanaan bendung.

b. Bagi lembaga pemerintahan

Tugas akhir ini harapannya dapat menjadi rekomendasi untuk kepentingan pemerintahan dalam program pembangunan Bendung.

c. Bagi peneliti selanjutnya

Tugas akhir ini harapannya dapat memberi kontribusi dalam perkembangan teori mengenai perencanaan bendung.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam tugas akhir ini ditentukan berdasarkan rumusan masalah yang ada, adapun batasannya adalah:

1. Peneliti hanya menganalisis berdasarkan desain mercu rencana bendung yang akan dibangun untuk daerah irigasi Serdang.
2. Menganalisis kestabilan mercu bendung terhadap gaya angkat (*uplift pressure*), gaya geser (*sliding*), gaya guling (*overtuning*), dan kemampuan tanah dalam menahan beban suatu konstruksi pada bendung untuk daerah irigasi Serdang.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Siklus hidrologi melingkupi perubahan sifat air yang terus menerus pada system Bumi-Atmosfir. Pada intinya, siklus air adalah pergerakan air dari tanah ke atmosfer dan kembali lagi. Dari sekian banyak proses yang terlibat dalam siklus hidrologi, yang terpenting adalah evaporasi, transpirasi, kondensasi, presipitasi, dan limpasan.

Didalam Pedoman Standar Kriteria Perencanaan Irigasi pada Bagian Bangunan KP-02, bendung merupakan suatu konstruksi bangunan air yang direncanakan pembangunannya melintang sungai/ sudetan yang direncanakan dibangun untuk meninggikan elevasi muka air demi mendapatkan tinggi terjun, sehingga air bisa disadap dan dialirkan melalui gravitasi ke daerah yang membutuhkan.

Menurut KP 02 tahun 1986, bendung sebagai regulator Tabel air dapat dibagi menjadi bendung luapan dan bendung bergerak. Bendung Kamijo sendiri merupakan jenis bendung luapan Bendung pelimpah dibahas dalam penelitian ini. Bendung luapan Artinya, struktur air yang dibangun melintasi sungai memberikan ketinggian Minimal air untuk abstraksi bangunan untuk keperluan irigasi. Gigi Ini adalah penghalang saat banjir dan dapat menyebabkan banjir di desa-desa Bendung.

Menurut Dirjen Pengairan DPU KP 02, 1986. Bendung gerak adalah bendung yang dipasang pintu-pintu air yang dapat dibuka maupun ditutup sesuai dengan kebutuhan debit air yang akan dialirkan. Bendung ini digunakan dalam mengatur

tinggi rendah debit air sungai melalui pembukaan pintu-pintu yang ada pada bendung tersebut, biasanya pembukaan dan penutupan pintu ini sudah dilengkapi dengan teknologi komputer.

2.1.1 Aspek Teknis

Diharap aliran banjir akan mengalir tegak ke crest aneh sehingga aliran di atas crest mercu bendung merata dan tidak ada aliran berputar yang berbahaya untuk konstruksi, baik di atas dan bawah stream bendung. Tanah dasar pondasi bendung harus cukup kuat, yaitu, harus duduk di lapisan tanah yang kuat dan tidak porous, ini sangat penting untuk stabilitas dasar. Topografi daerah di lokasi rencana bendung harus dianggap sesuai untuk mudah implementasi konstruksi aneh, saluran penghindaran banjir dan ambankment tidak terlalu panjang dan daerah inondasi karena *back water* diharapkan seminimal yang mungkin. Pembangunan bendung di pinggir sungai atau cououres dipilih yang secara teknis berguna baik dalam biaya dan selama implementasi..

2.1.2 Aspek Non Teknis

Pengaruh sosial yang harus dipertimbangkan dengan adanya pembangunan bendung ini adalah banyaknya pemukiman yang akan dipindahkan dan luas tanah, masyarakat yang akan dibebaskan akibat genangan banjir atau *back water*, serta jumlah atau jenis tanaman yang akan diganti rugi serta alternatif pemecahannya.

Data – data penting yang menentukan titik lokasi bendung, yaitu:

- ❖ Debit (Q) minimum,
- ❖ Elevasi minimum air di sungai,
- ❖ Jangkauan antara wilayah yang akan dilakukan persawahan irigasi dan lokasi bendung,
- ❖ Penampang sungai,
- ❖ Kandungan sedimen transport,
- ❖ Geologi dan mektan sungai.

Kegunaan pembangunan dari bendung adalah:

- Sebagai fungsi irigasi suatu wilayah,
- Menaikkan elevasi permukaan air,
- Sebagai penampung persediaan air saat musim kemarau,
- Pengangkit listrik dengan tenaga air.

2.2 Klasifikasi Bendung

Bendung terbagi menjadi:

1. Bendung penyadap yang memiliki fungsi untuk penyadap aliran sungai agar bisa dibagi untuk keperluan seperti irigasi, air baku, dan sebagainya.
2. Bendung pembagi banjir yang memiliki fungsi dalam mengatur tinggi muka air sungai hingga terjadi pemisahan antara debit banjir dan debit rendah agar memenuhi kebutuhan kapasitas yang direncanakan dan dibangun di percabangan sungai.

3. Bendung penahan pasang yang memiliki fungsi dalam mencegah masuknya air asin, dan direncanakan pembangunannya di bagian sungai yang dipengaruhi pasang surut air laut.

2.3 Berdasarkan Lama Pemakaian (Waktu Operasional)

Bendung terbagi menjadi:

1. Bendung permanen, berupa bendung yang terbuat dari konstruksi batu kali, beton bertulang, maupun gabungan antara beton dan batu kali
2. Bendung semi permanen (sementara), berupa bendung dari bronjong, cerucuk kayu dan lain sebagainya.
3. Bendung darurat, dimana biasanya bendung ini terbuat dari tumpukan batu dan sebagaimana yang dibuat oleh masyarakat yang sifatnya darurat sehingga harus dipermanenkan.

2.4 Berdasarkan Tipe Strukturnya

Bendung terbagi menjadi :

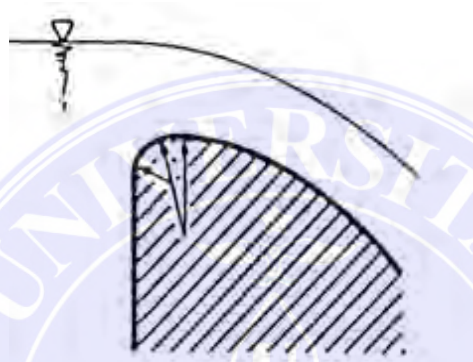
1. Bendung tetap

Bangunan yang menaikkan permukaan air di hulu sungai, memiliki mercu statis, dan merupakan pemanen, biasanya terbuat dari batu atau beton dalam konstruksi.

Bendung permanen ini merupakan tipe yang umum digunakan dalam dunia bangunan lengkung. Dengan kata lain, bendung melengkung dengan mahkota melengkung dapat menawarkan keuntungan dari perspektif teknik. Artinya

dengan menggunakan bangunan ini akan menurunkan muka air di hulu banjir. Karena kelengkungan aliran puncak mercu dan tekanan negatif bendung, koefisien debit 44% lebih tinggi dibandingkan dengan bendung lebar. Pada tipe bendung permanen ini memiliki dua bentuk mercu yang dikelompokkan sebagai berikut:

a. Tipe Ogee

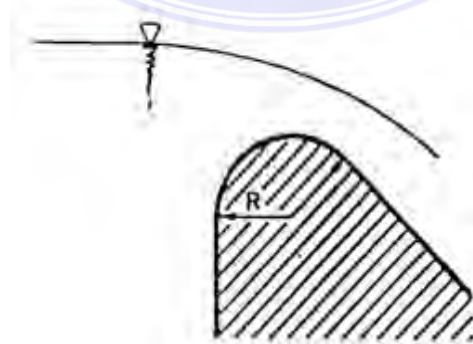


Gambar 2-1 Mercu Ogee

(Sumber : Departemen Pekerjaan Umum-KP02.)

b. Tipe bulat, yang memiliki 2 (dua) macam radius yaitu:

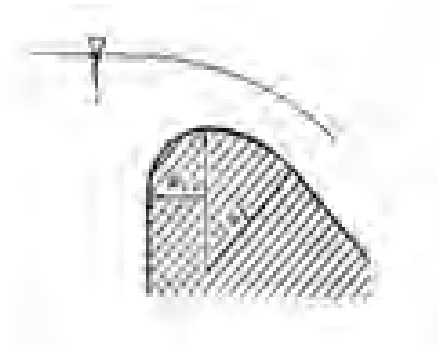
- 1 (satu) Radius



Gambar 2-2 Mercu Bulat dengan Satu Radius

(Sumber : Departemen Pekerjaan Umum-KP02.)

- (dua) Radius



Gambar 2-3 Mercuri Bulat dengan Dua Radius

(Sumber : Departemen Pekerjaan Umum-KP02.)

2. Bendung Gerak

Bendung yang dapat dipindahkan dapat mengatur ketinggian air sungai melalui pintu (pintu geser, pintu radial, dll.). Penggunaan struktur bendung di daerah aluvial dangkal (tanggul banjir panjang) sehingga kenaikan tinggi dari muka air sungai memiliki konsekuensi menjadi luas. Bendungan jenis ini untuk dibangun dan harus digunakan dengan eksploitasi yang teliti dan konstruksi yang mahal karena penggunaan bagian yang bergerak seperti pintu dengan alat pengangkat. Adapun manfaat dari bendung gerak dipertimbangkan jika:

- Kelandaian dari dasar sungai sangat rendah atau datar;
- Menaikkan dasar sungai dengan memasang bendung tetap tidak diperbolehkan karena akan mempersulit drainase karena naiknya permukaan air dan akan mengganggu konstruksi sungai.
- debit banjir tidak bisa melewati bangunan dengan aman apabila bendung tetap terpasang;
- pondasi kuat: pilar pada pintu harus stabil dikarenakan penurunan tanah bisa mengakibatkan pintu-pintu itu tidak dapat beroperasi.

Bendung gerak ada 2 (dua) tipe bendung yakni :

- Tipe gerak pintu,
- Tipe gerak karet

3. Bendung Kombinasi

Ini adalah gabungan dari bendung tetap dan bergerak dan biasanya digunakan sebagai buangan kelebihan air yang melawati pintu baja di badan bendung kombinasi.

4. Bendung Saringan Bawah

Sebuah bangunan yang berfungsi menaikkan tinggi muka air di bagian hulu dan mempunyai mercu tidak bergerak, konstruksinya dibuat menggunakan batu sungai ataupun beton, dengan bagian bawah mercu vertikal dan penyaring air bebas organik dan anorganik tertentu yang digunakan untuk menampung air olahan menjadi air minum.

Fungsi bendung di daerah irigasi Serdang tidak hanya untuk menaikkan dan mengatur tinggi muka air, tetapi juga untuk mencegah terjadinya banjir di daerah kualanamu. Oleh sebab itu, untuk mengurangi dampak banjir dikota tersebut dipilih bendung bergerak dengan pintu geser sehingga pintu dapat dibuka dengan bebas jika terjadi banjir.

2.5 Analisis Hidrologi

Hidrologi adalah ilmu mempelajari tentang siklus air, umumnya dalam 2 jenis :

1. Hidrologi Pemeliharaan

Hidrologi ini terkait pada penempatan alat-alat ukur pada stasiun – stasiun pengamatan, data klimatologi, data debit, dan curah hujan.

2. Hidrologi Terapan

Berdasarkan sains murni, ini berhubungan dengan hukum yang berlaku untuk peristiwa kehidupan nyata.

Pada kegiatan perancangan bendung gerak dalam perencanaan irigasi, tercakup langkah-langkah analisis hidrologi, antara lain:

1. Menentukan curah hujan rata-rata pada suatu DPS,
2. Memperhitungkan frekuensi dan periode ulang tertentu,
3. Memperhitungkan debit banjir rencana.

2.6 Hasil Analisis Debit Banjir Bendung Serdang

Rangkuman hasil analisis debit banjir Bendung Serdang adalah sebagai berikut

Tabel 2.1. Grafik Rangkuman Hasil Analisis Debit Banjir Bendung Serdang.

| Periode Ulang (Tahun) | Debit Banjir (m ³ /dtk) | | |
|-----------------------|------------------------------------|--------|-----------|
| | HSS Nakayasu | Hasper | Mono-nobe |
| 2 | 369.93 | 709.36 | 378.66 |
| 5 | 474.33 | 776.42 | 481.14 |
| 10 | 536.81 | 809.00 | 542.61 |
| 25 | 607.07 | 841.10 | 611.32 |
| 50 | 659.80 | 861.24 | 664.09 |

| Periode Ulang (Tahun) | Debit Banjir (m ³ /dtk) | | |
|-----------------------|------------------------------------|--------|-----------|
| | HSS Nakayasu | Hasper | Mono-nobe |
| 100 | 707.75 | 878.09 | 711.84 |
| 500 | 795.79 | 903.62 | 802.01 |
| 1000 | 832.27 | 913.13 | 839.41 |

Sumber: Balai Wilayah Sungai Sumatera II

2.7. Analisis Debit Aliran Sungai

Penampang pada Lokasi di Hilir Jembatan Serdang (Batang Kuis-Aras Kabu), dengan kemiringan dasar sungai adalah 0,049% dan banjir tahunan selevel dengan elevasi +4,00 m dan Elevasi dasar sungai -0,25.

- Jari – jari hidrolis (R)

$$R = A/P \dots\dots\dots (2.1)$$

- Kecepatan Aliran (V)

Koefisien manning yang dipakai untuk bendung ini adalah 0,025.

$$V = 1/n R^{2/3} S^{1/2} \dots\dots\dots (2.2)$$

- Debit aliran sungai (Q-kapasitas)

$$Q = A . V \dots\dots\dots (2.3)$$

Saat merancang jaringan irigasi, beberapa rumus-rumus yang harus digunakan. Pada bagian ini penulis memperkenalkan teori – teori maupun rumusan yang berguna dan saling berkaitan sesuai landasan perencanaan.

2.8 Debit Banjir Rencana

Desain banjir rencana diperhitungkan untuk periode 100 tahun dengan nilai ($707,75 \text{ m}^3/\text{s}$) sumber data yang didapatkan dari Balai Wilayah Sungai Sumatera II, Irigasi dan Rawa I.

2.9 Elevasi Muka Air Normal

Elevasi air normal adalah elevasi tinggi muka air pada saat tinggi mencapai setengah elevasi muka air pada waktu periode tertentu, tetapi akan lebih tinggi dari setengah sisa elevasi tinggi muka air tersebut.

2.10 Pengertian Bendung Gerak

Bendung bergerak adalah struktur yang hampir seluruhnya terdiri dari pintu yang dapat digerakkan untuk mengatur ketinggian muka air sungai. Penggunaan bendung gerak akan dipertimbangkan penggunaannya jika:

1. kemiringan dasar sungai sangat rendah atau datar;
2. Menaikkan dasar sungai dengan memasang bendung tetap tidak diperbolehkan karena akan mempersulit drainase karena naiknya permukaan air dan akan mengganggu konstruksi sungai.
3. debit banjir tidak bisa melewati bangunan dengan aman apabila bendung tetap terpasang;
4. pondasi kuat: pilar pada pintu harus stabil dikarenakan penurunan tanah bisa mengakibatkan pintu-pintu itu tidak dapat beroperasi.
5. Dapat mengangkut pasir dan kerikil hingga ukuran mencapai 64 mm.

2.10.1 Lebar Bendung

Lebar bendung adalah sebagai jarak dari satu sisi dinding dasar ke sisi lainnya, yaitu jarak antara dinding penyangga sebelah kanan dan dinding penyangga sebelah kiri. Perlu kehati-hatian dalam menentukan lebar bendung agar tidak terlalu lebar atau terlalu sempit yang dapat mempengaruhi jalannya aliran air. Diketahui bahwa lebar sungai 50 m sesuai data dari Balai Wilayah Sungai Sumatera II, Irigasi dan Rawa I. Dapat dikontrol dengan persamaan sebagai berikut:

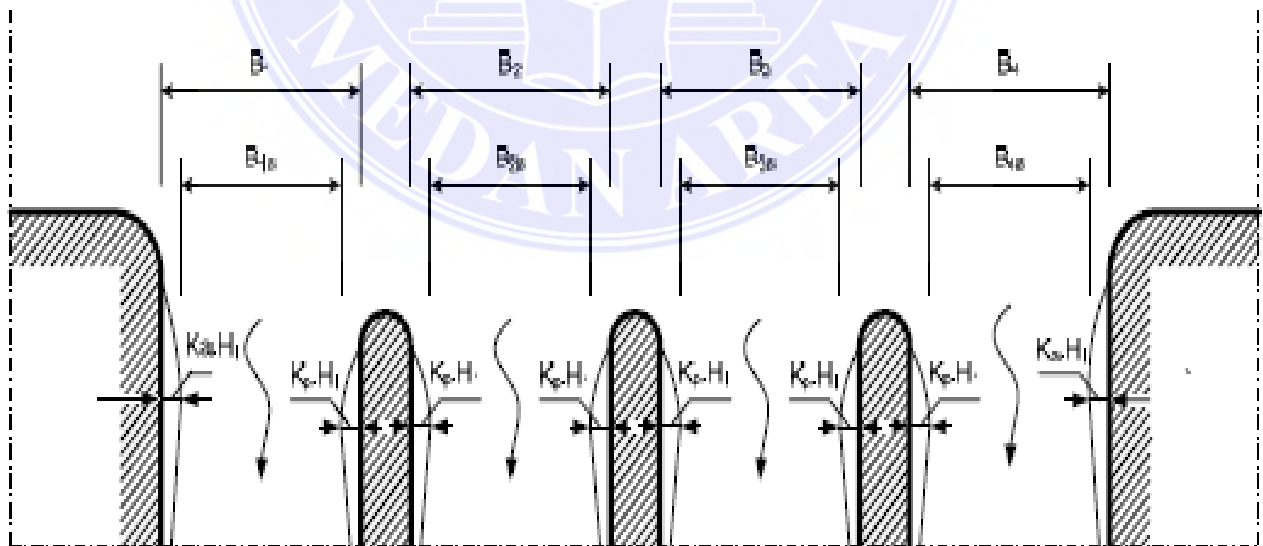
$$\frac{Brata2}{Btot} \leq 1,2 \dots\dots\dots (2.4)$$

Dimana :

Brata2 = Lebar rata-rata bendung (m)

Btot = Lebar total bendung (m)

2.10.2 Lebar Efektif Bendung



Gambar 2.4 Lebar Efektif
(Sumber : Departemen Pekerjaan Umum-KP02,2013)

Jarak diantara abutmen harus disesuaikan lebar sungai yang dirata - ratakan

haruslah di posisi yang sangat aman. Di bagian ruas bawah sungai, lebar rata-rata ini bisa diperkirakan pada debit maksimum (mainchannel discharge). Lebar efektif mercu (B_e) versus mercu yang sebenarnya (B), jarak antara pangkal-pangkal bendung, menggunakan rumus berikut:

$$B_e = B - 2(n.k_p + k_a)H_1 + B_s \quad \dots\dots\dots (2.5)$$

Dimana:

B = Lebar bruto bendung (m)

n = Jumlah pilar

k_p = Koefisien kontraksi pilar

k_a = Koefisien kontraksi pangkal pilar H_1 = Tinggi energi (m)

B_e = Lebar efektif bendung (m) B = Lebar bruto bendung (m)

$$B_s = B_p \times 100 \% \quad \dots\dots\dots (2.6)$$

Dimana :

B_s = Lebar efektif pembilas (m)

B_p = Lebar Pembilas bersih (m)

2.10.3 Perencanaan Tembok Pilar

Tembok pilar berguna dalam perletakkan pintu air juga berguna untuk jembatan kerja dan jembatan pelayanan.

2.10.4 Perencanaan Pintu Air

Pintu air digunakan untuk membendung air di sungai dan untuk mengatur ketinggian air di sungai. Tipe yang diadopsi adalah pintu geser (*Roller gate*). Pintu geser adalah jenis pintu khusus yang memindahkan tekanan air dari daun pintu melalui palang horizontal ke palang horizontal utama pintu.

2.10.5 Pintu Geser atau Sorong

Bendung Serdang yang merupakan bendung gerak dengan pintu geser/sorong. Pintu geser/sorong, sering digunakan untuk lebar dan tinggi bukaan yang kecil maupun tinggi bukaan sedang. Direncanakan berat pintu agar ringan dan untuk menghemat efisiensi pemakaian peralatan angkut. Sebaiknya pintu cukup ringan tetapi kekakuan yang stabil agar saat diangkat sama sekali tidak bergetar karena gaya dinamis aliran air.

Pintu ini dapat dihitung dengan persamaan dibawah ini, dan harga koefisiennya diberikan pada Gambar 2.6. dan 2.7

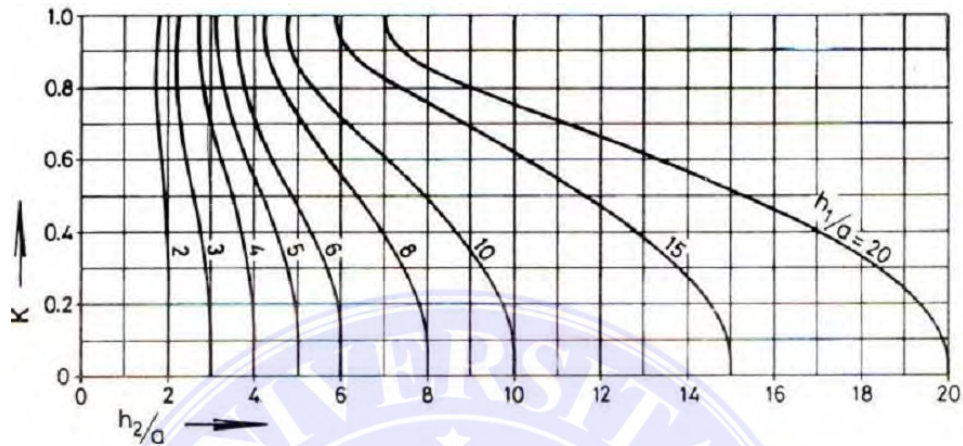
$$Q = K \times \mu \times a \times B \sqrt{2g \times h_1} \dots\dots\dots (2.7)$$

Dimana:

- Q = Debit aliran (m³/det)
- K = Faktor aliran tengelam
- μ = Koefisien debit
- B = Lebar pintu (m)
- a = Tinggi bukaan pintu (m)
- g = Percepatan gravitasi (9,81 m/det²)

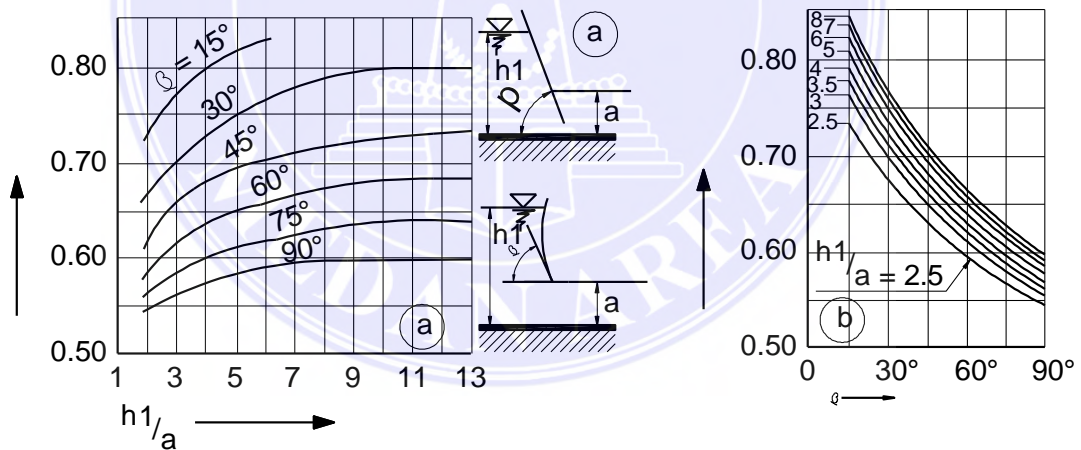
h_1 = Kedalaman air didepan pintu diatas ambang (m)

h_2 = Kedalaman air dibelakang pintu diatas ambang (m)



Gambar 2.5. Grafik Koefisien K untuk Debit Tenggelam (Schmidt)

(Sumber : Departemen Pekerjaan Umum-KP02,2013)



Gambar 2.6 Koefisien debit C untuk permukaan pintu datar atau lengkung

(Sumber : Departemen Pekerjaan Umum-KP02,2010)

2.10.6 Perencanaan Tinggi Muka Air Diatas Mercu Bendung

Tinggi muka air pada atas mercu dapat dihitung menggunakan rumus berikut :

$$Q = C_d \cdot \frac{2}{3} \cdot b \sqrt{2 \cdot g} [h^{3/2}] \dots\dots\dots (2.8)$$

Dimana :

Q = Debit rencana banjir (m³/det)

C_d = Koefesien mercu (lihat tabel pada lampiran)

b = Lebar total pintu (m)

g = Grafitasi, 9,8 m/det²

h = tinggi muka air diatas mercu

Koefisien debit C_d adalah hasil dari:

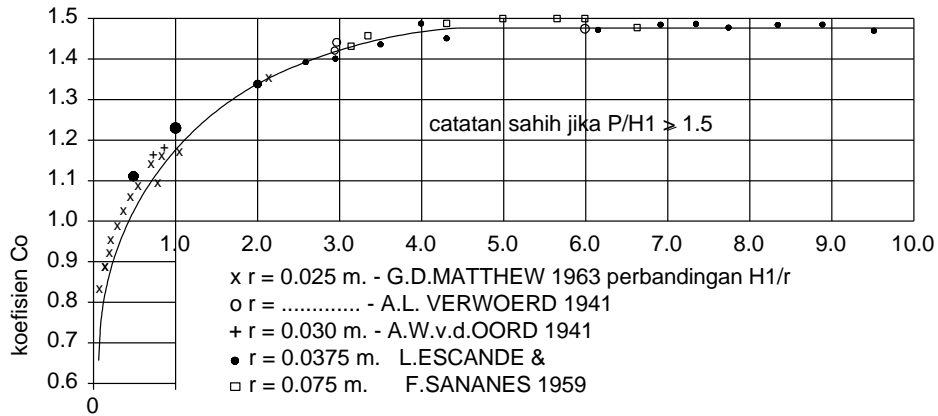
C₀ yang merupakan fungsi H₁/r (lihat Gambar 2.8)

C₁ yang merupakan fungsi p/H₁ (lihat Gambar 2.9), dan

C₂ yang merupakan fungsi p/H₁ dan kemiringan muka hulu bendung (lihat Gambar 2.10)

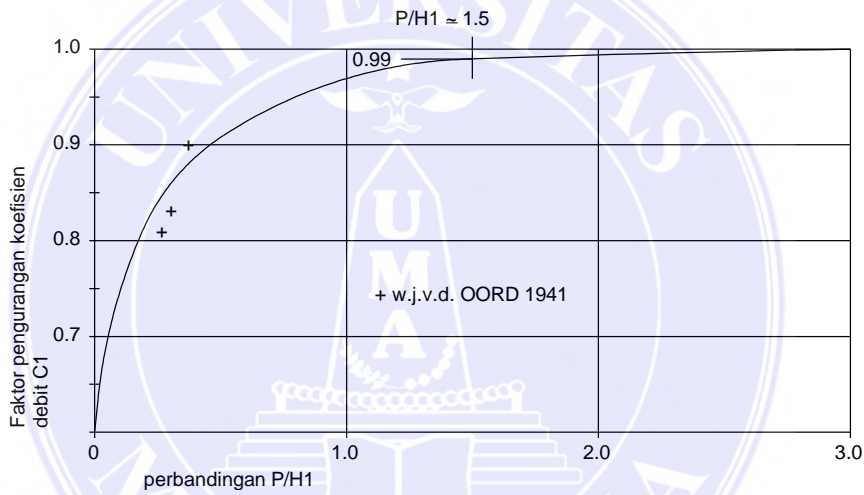
C₀ mempunyai harga maksimum 1,49 jika H₁/r lebih dari 5,0 seperti diperlihatkan pada Gambar 2.8

Harga-harga C₀ pada Gambar 2.8 valid apabila mercu bendung cukup tinggi di atas rata-rata alur pengarah (p/H₁ ≥ sekitar 1,5). Saat merencanakan nilai p dapat diambil setengah jarak dari mercu sampai dasar rata-rata sungai saat bending belum terpasang. Untuk harga-harga p/h₁ tidak boleh lebih dari 1,5, maka Gambar 2.8 dapat digunakan untuk menghitung faktor pengurangan C₁.



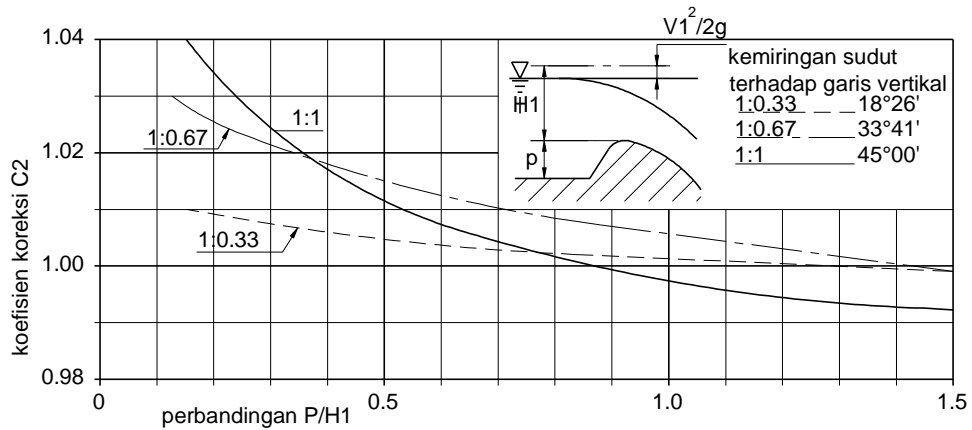
Gambar 2.7 Harga-harga koefisien C_0 untuk bendung ambang bulat sebagai fungsi perbandingan $H1/r$

(Sumber : Departemen Pekerjaan Umum-KP02,2010)



Gambar 2.8 Koefisien C_1 sebagai fungsi perbandingan $P/H1$
(Sumber : Departemen Pekerjaan Umum-KP02,2010)

Nilai-nilai koefisien koreksi berpengaruh pada kemiringan muka bendung bagian hulu terhadap debit diberikan pada Gambar 2.6. Harga koefisien koreksi, C_2 , diasumsikan kurang lebih atau sama dengan harga faktor koreksi untuk bentuk-bentuk mercu tipe Ogee.



Gambar 2.9 Harga-harga koefisien C2 untuk bendung mercu tipe Ogee dengan muka hulu melengkung (menurut USBR, 1960)
(Sumber : Departemen Pekerjaan Umum-KP02,2010)

2.10.7 Kolam Olak

Jenis kolam olak yang direncanakan di belakang bangunan akan bergantung pada energi yang disediakan (dinyatakan dalam bilangan Froude) dan bahan konstruksi kolam olak penenang.

Pengamatan aliran sungai terbuka menunjukkan bahwa, dalam kondisi tertentu, kedalaman fluida dapat berubah dengan cepat selama rentang aliran yang relatif pendek tanpa menunjukkan perubahan komposisi aliran. Perubahan kedalaman yang dijelaskan dapat dihitung sebagai diskontinuitas tinggi permukaan bebas. ($\frac{dy}{dx} = \infty$) Untuk alasan yang dijelaskan di bawah ini, perubahan kedalaman seperti tangga yang selalu dari dangkal ke dalam, selalu naik dan tidak pernah turun kembali.

Secara fisik, konfigurasi dan diskontinuitas ini, yang disebut lompatan fluida, dapat terjadi ketika ada konflik antara pengaruh hulu dan hilir yang mengendalikan bagian tertentu dari aliran. Misalnya, kunci mungkin memerlukan kondisi hulu

(hilir) superkritis, sedangkan pembatasan aliran di ujung hilir tikungan mungkin memerlukan aliran subkritis. Lompatan hidrolis menyediakan mekanisme (kebanyakan terputus-putus) untuk transisi antara dua jenis aliran.

Dari grafik q versus H_1 dan tinggi jatuh z , kecepatan (v_1) awal loncatan dapat ditemukan dari:

$$v_1 = \sqrt{2g(0,5H_1 + z)} \dots\dots\dots (2.9)$$

di mana: v_1 = kecepatan awal loncatan, m/dt

g = percepatan gravitasi, m/dt² ($\cong 9,8$)

H_1 = tinggi energi di atas ambang, m

z = tinggi jatuh, m.

Dengan $q = v_1y_1$, dan rumus untuk kedalaman konjugasi dalam loncat air adalah:

$$\frac{y_2}{y_u} = \frac{1}{2} (\sqrt{1+8Fr^2} - 1) \dots\dots\dots (2.10)$$

di mana : $Fr = \frac{v_1}{\sqrt{gy_u}} \dots\dots\dots (2.11)$

di mana :

y_2 = kedalaman air di atas ambang ujung, m

y_u = kedalaman air di awal loncat air, m

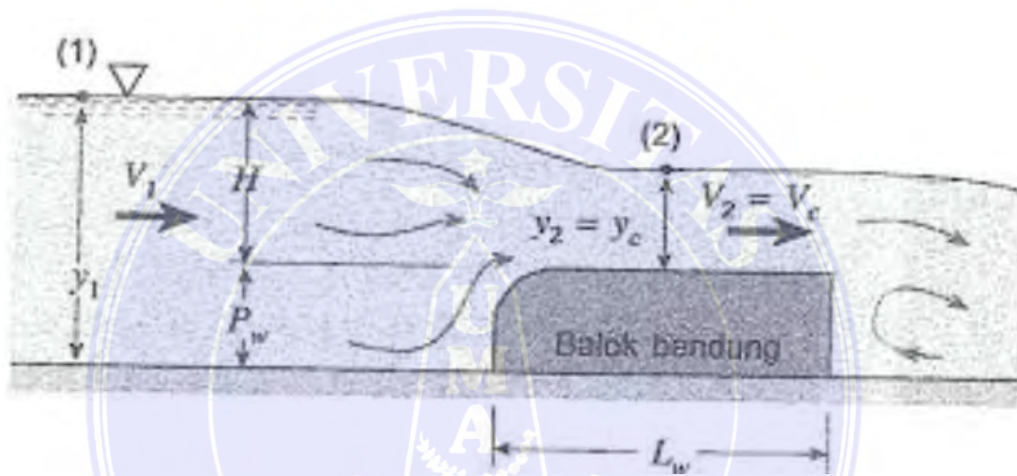
Fr = bilangan Froude

v_1 = kecepatan awal loncatan, m/dt

g = percepatan gravitasi, m/dt² ($\cong 9,8$)

Anda dapat menemukan dan memplot kedalaman konjugasi untuk setiap q . Untuk menjaga bendung dekat dengan dinding miring bendung dan di atas dasar, dasar harus diturunkan ke kedalaman di mana kedalaman air hilir setidaknya sama dengan kedalaman persimpangan.

Untuk arus bawah air, tidak ada disipasi energi yang diperlukan jika level air dasar lebih tinggi dari $2/3 H_1$ di atas bagian atas.



Gambar 2.10 Lompatan Hidrolik
(Sumber :Ven Te Chow , Ph.D, (1985), “Hidrolika Saluran Terbuka”)

Menurut bilangan Froude / Fr , dikelompokkan dalam perencanaan kolam sebagai berikut :

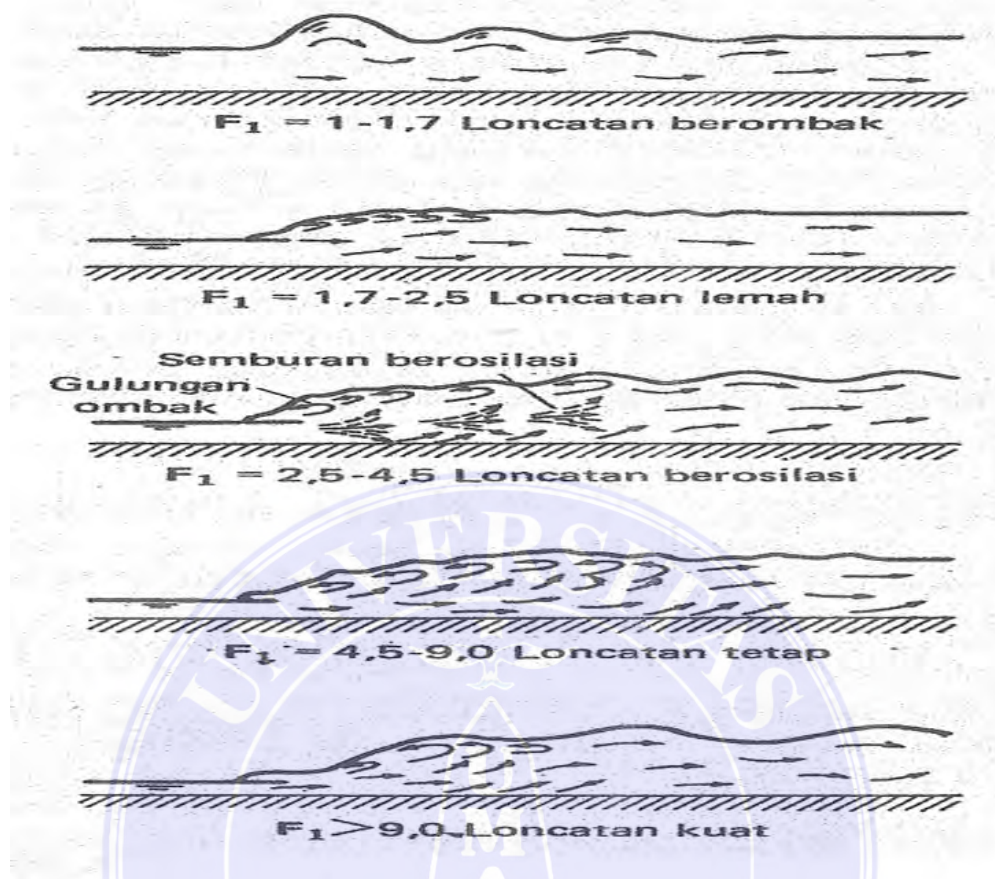
1. Untuk $Fr \leq 1,7$ tidak diperlukan kolam olak pada saluran tanah, bagian hilir harus terlindungi dari bahaya erosi dan saluran pasangan batu atau beton tidak perlu perlindungan khusus.
2. Jika $1,7 < Fr \leq 4,5$ Kemudian sampailah pada situasi yang sulit saat harus memilih kolam olak yang mana paling cocok. Loncatan air dilemparkan jauh

ke dalam kanal karena salurannya tidak berbentuk. Solusinya adalah membuat kolam olak yang dapat menciptakan turbulensi tinggi dengan bilangan Froude ini, atau coba tingkatkan kekuatan pusaran dengan menempatkan balok di depan kolam.

3. Untuk $Fr > 4.5$, ini menjadikannya kolam dengan biaya yang murah. Untuk kolam berendam serupa, tangga lebih panjang di ujungnya dan mungkin perlu digunakan dengan pasangan bata. Terlepas dari kondisi hidrolis, bilangan Froude dan kedalaman air, cekungan subsidence dapat ditentukan berdasarkan kondisi tanah dan tipe sedimen sebagai berikut:

- Bendung sungai yang membawa batu atau batu besar, dengan dasar yang relatif tahan gerusan, akan cocok menggunakan kolam olak tipe bak tenggelam. (sub merged bucket).
- Bendung sungai yang membawa batu-batuan besar, tetapi sungainya mengandung alluvium, memiliki dasar yang tahan abrasi, dan menggunakan kolam terjun tanpa balok atau bak cuci.
- Bendung di sungai yang hanya mengangkut material-material sedimen halus akan diperhitungkan dengan kolam loncat air yang diperpendek dan dipasang blok-blok halang.

Dalam banyak kasus aliran bawah sering terjadi beberapa jenis loncatan air seperti yang digambarkan dibawah ini:



Gambar 2.11 Tipe Loncatan Hidrolis

(Sumber :Ven Te Chow, Ph.D, (1985), “Hidrolika Saluran Terbuka”)

Ada macam-macam jenis dalam melakukan peredaman energy dengan menggunakan type Vlughter , Schoklitz sesuai dari hasil penelitiannya serta bisa diterapkan di beberapa perencanaan – perencanaan sesuai acuan RSNI T-04-2002 dapat digunakan antara lain adalah tipe-tipe MDO, MDS.

Peredam energi tipe MDO memiliki dasar datar dan ambang hilir seperti gigi ompong di bagian bawah ujung hilir dan bergaris. Di sisi lain, peredam energi tipe MDS memiliki dasar datar dan ambang hilir bergigi ompong di ujung hilir bawah, disatukan oleh bantalan air dan dilengkapi dengan tulang rusuk. Bantalan air yang dimaksud adalah ruang di atas tanah di mana lapisan air bertindak sebagai bantalan

untuk mencegah atau mengurangi dampak langsung dari batu bergulir pada lapisan tanah yang menyerap energi.

Sebelum melakukan desain menggunakan tipe ini kita perlu menentukan terlebih dahulu nilai – nilai parameter seperti:

- a. Tipe dari mercu bendung diperhitungkan menggunakan desain dengan bentuk bulat dengan satu / dua jari-jari.
- b. Permukaan tubuh bendung bagian hilir diperhitungkan dengan kemiringan menggunakan sudut miring 1: m ataupun tegak daripada kemiringan 1: 1.
- c. Tubuh bendung pada bagian mercu diberi peredam energy menggunakan lapisan dengan lapisan tahan aus.
- d. Elevasi dasar sungai atau saluran pada posisi hilir tubuh bendung diestimasi menggunakan pertimbangan kemungkinan terjadinya degradasi dasar sungai.
- e. Perencanaan Ketinggian muka air di bawah bendung ditentukan oleh ketinggian dasar sungai, dengan mempertimbangkan kemungkinan perubahan bentuk badan sungai.

Selain parameter, berikut kriteria desain yang disyaratkan yaitu :

- a. Tinggi air udik bendung tidak boleh lebih dari 4 m.
- b. Tinggi pembendungan (direncanakan dari elevasi mercu bendung hingga elevasi dasar sungai di hilir) tidak boleh lebih dari 10 m.

Untuk ketinggian air pada udik bendung di atas 4 meter dan/atau ketinggian bangunan di atas 10 meter, metode redaman energi MDO dan MDS dapat

digunakan jika model uji perlu memeriksa dimensi. meningkat.

Anda dapat memodifikasi penggunaan tipe MDO dan MDS dan mengembangkan lebih lanjut penggunaannya.

1. Dimensi Hidraulik peredam energy tipe MDO bisa dipasang dihilir tubuh bendung dengan syarat bidang miring harus lebih tegak dari perhitungan 1 : 1.
2. Tubuh bendung pada peredam energy tipe MDO dengan menggunakan pembilas untuk sedimen tipe undersluice tanpa merubah dimensi hidraulik peredam energy tipe MDO.

Data awal yang harus dilengkapi adalah :

1. Debit desain banjir harus direncanakan untuk tingkat keamanan bangunan air terhadap bahaya banjir.
2. Desain Pengerusan Debit, dapat ditentukan pada saat debit alur sudah penuh.
3. Kurva aliran sungai di bawah rencana pembangunan bendung diperoleh dari data hidrogeometri morfologi sungai.

Grafik-grafik yang digunakan dalam merencanakan desain hidraulik bendung dan kelengkapannya meliputi :

- a) Grafik mengalirkan yang melewati mercu bandung bisa diperhatikan didalam tabel MDO-1 dilampiran A1 (RSNI T-04-2002).
- b) Grafik untuk mengetahui bahaya kavitasi di hilir mecu bendung dapat dilihat dalam MDO - 1a dilampiran A2 (RSNI) T – 04 – 2002)
- c) Grafik untuk menentukan dimensi peredam energy tipe MDO dan MDS dapat dilihat dalam grafik MDO – 2 dan MDO – 3 pada lampiran A3 dan

A4 (RSNI T – 04 – 2002).

Rumus-rumus yang digunakan dalam desain hidraulik ini meliputi :

- Dimensi radius mercu bendung = $r : 1 \text{ m} \text{ r } 3 \text{ m}$.
- Menghitung kedalaman di atas ambang ujung (Y) dengan rumus :

$$Y = D = (Q / c \times l)$$

dengan c = lebar efektif bendung

- Menghitung parameter energy (E)

$$E = \frac{q}{\sqrt{g z^3}} \dots\dots\dots (2.12)$$

- Mencari nilai menggunakan grafik MDO 2 gambar A3 buku SNI 8063: 2015 : Tata cara desain hidraulik tubuh bendung tetap dengan peredam energy tipe MDO dan tipe MDS.
- Penentuan panjang lantai dasar (Ls)
Didapat dari grafik MDO 3
- Penentuan tinggi ambang lebar hilir (a dan b)

2.11 Pondasi

Pondasi adalah bagian dari sistem rekayasa yang memindahkan beban yang ditanggung oleh pondasi dan beratnya sendiri antara tanah dan batuan di bawahnya (Bowles, 1991).

Bowles (1991) menjelaskan bahwa sebuah pondasi harus mampu memenuhi beberapa persyaratan stabilitas dan deformasi, seperti :

1. Kedalaman harus berada di bawah daerah perubahan volume musiman yang disebabkan oleh pembekuan, pencairan, dan pertumbuhan tanaman.
2. Kedalaman harus memadai untuk menghindarkan pergerakan tanah lateral dari bawah pondasi, khusus untuk pondasi tapak dan rakit.
3. Sistem harus aman terhadap penggulingan, rotasi, menggelinciran atau pergeseran tanah.
4. Sistem harus aman terhadap korosi atau kerusakan yang disebabkan oleh bahan berbahaya yang terdapat di dalam tanah.
5. Sistem harus cukup mampu beradaptasi terhadap beberapa perubahan geometri konstruksi atau lapangan selama proses pelaksanaan dan mudah dimodifikasi jika perubahan diperlukan.
6. Metode pemasangan pondasi harus seekonomis mungkin.
7. Pergerakan tanah keseluruhan (umumnya penurunan) dan pergerakan diferensial harus dapat ditolerir oleh elemen pondasi dan elemen bangunan atas.
8. Pondasi dan konstruksinya harus memenuhi syarat standar untuk perlindungan lingkungan.

Pada umumnya jenis pondasi dapat digolongkan menjadi 2 tipe, yaitu pondasi dangkal dan pondasi dalam.

1. Pondasi Dangkal (*Shallow Foundation*)

Pondasi dangkal adalah pondasi yang tidak memerlukan penggalian yang dalam karena letak tanah yang keras tidak jauh dari permukaan tanah. Ada beberapa contoh untuk pondasi dangkal yang dapat kita

ketahui.

2. Pondasi Dalam (*Deep Foundation*)

Pondasi dalam adalah pondasi yang memerlukan pemancangan atau pengeboran dalam karena letak tanah kerasnya yang jauh dari permukaan tanah dasar. Beberapa contoh dari pondasi dalam adalah pondasi tiang pancang, *bore pile*, dan pondasi sumuran. Dalam penelitian ini jenis pondasi yang digunakan adalah pondasi tiang pancang.

2.11.1 Pondasi Tiang Pancang

Penggunaan pondasi tiang pancang sebagai pondasi bangunan apabila tanah yang berada dibawah dasar bangunan tidak mempunyai daya dukung (*bearing capacity*) yang cukup untuk memikul berat bangunan dan bebannya, atau apabila tanah keras yang mempunyai daya dukung yang cukup untuk memikul berat bangun dan bebannya letaknya sangat dalam (Sardjono, 1998).

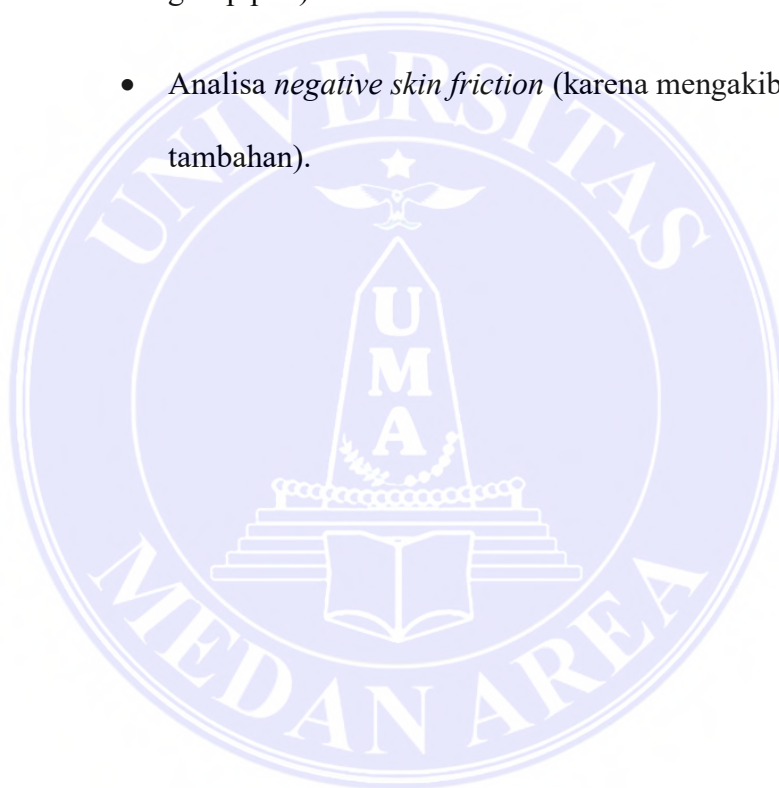
Umunya pondasi tiang pancang digunakan untuk :

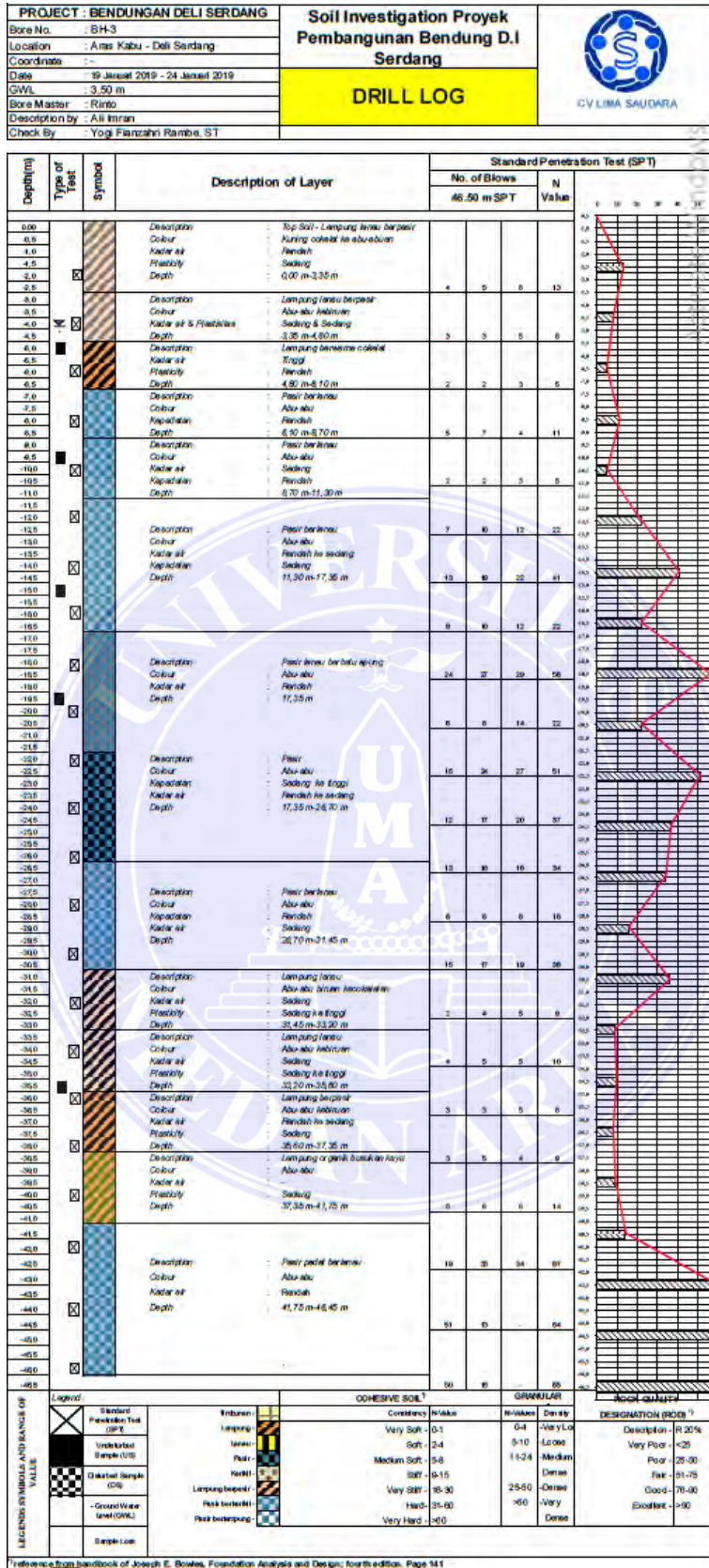
1. Mentransfer beban bangunan di atas air atau di tanah lunak ke lapisan penahan beban yang kuat.
2. Untuk mengangkat bangunan yang mengalami gaya ke atas karena tekanan hidrostatik atau momen guling.
3. Mengendapkan endapan tak berkoheesi yang bebas di dalam tanah
4. Untuk membantu pondasi bangunan yang permukaan tanahnya mudah terkena erosi. Dibantu oleh penempatan pondasi tiang pancang, kegagalan gelincir akibat erosi dan beban horisontal akan

teratasi.

5. Untuk menahan gaya-gaya horizontal dan gaya yang arahnya miring. Dalam merencanakan pondasi tiang pancang dibutuhkan data-data sebagai berikut :

- Data tanah dimana bangunan akan didirikan.
- Daya dukung tiang pancang sendiri (baik single pile atau group pile).
- Analisa *negative skin friction* (karena mengakibatkan beban tambahan).





Gambar 2.12 Bore Hole 3 Tiang Pancang diameter 30 cm
Sumber : Balai Wilayah Sungai Sumatera II

2.12 Gaya-gaya Yang Berpengaruh

a. Gaya angkat (*Uplift Pressure*)

Perhitungan tekanan uplift atau gaya ke atas, didasarkan pada teori rembesan jalur, yang mengasumsikan bahwa permukaan horizontal memiliki hambatan aliran (penetrasi) tiga kali lebih rendah daripada permukaan vertikal. Ini dapat digunakan untuk menghitung gaya tekan ke atas di bawah bangunan dengan membagi perbedaan energi di dalam bangunan dengan panjang relatif di sepanjang pondasi.

Digambarkan dalam bentuk rumus, ini berarti bahwa gaya angkat pada suatu titik x di sepanjang dasar bangunan dapat dirumuskan seperti dibawah ini:

$$P_x = H_x - \frac{L_x}{L} \Delta H \dots\dots\dots (2.13)$$

dimana:

P_x = Merupakan Gaya angkat titik x (t).

L = Merupakan panjang bidang bangunan dan tanah bawah (m).

L_x = Jarak panjang bidang dari hulu hingga sumbu x (m).

ΔH = Beda tinggi energi (m).

H_x = Tinggi energi pada posisi hulu bendung (m).

Dari hasil L dan L_x merupakan suatu jarak relatif untuk diperhitungkan menurut care Lane, tergantung kepada arah bidang tersebut. Bidang yang

membentuk sudut 45° atau lebih terhadap bidang horisontal dianggap vertikal.

b. Gaya Akibat Berat Sendiri

Gaya ini berasal dari berat sendiri struktur hidrolik yang direncanakan. Jumlahnya tergantung pada bahan yang digunakan.

Berat volume jenis-jenis material/bahan bangunan bisa dilihat pada Tabel 2.1. dibawah ini.

Tabel 2.2. *Berat Volume Bahan Bangunan*

| No. | Bahan Bangunan | Berat Volume (ton/m ³) |
|-----|---------------------|------------------------------------|
| 1 | Beton bertulang | 2.40 |
| 2 | Beton biasa, tumbuk | 2.20 |
| 3 | Baja tulangan | 7.85 |
| 4 | Pasangan batukali | 2.10 |

Sumber: Buku Teknik Sipil

Berat sendiri bangunan dihitung dengan rumus:

$$W_i = \gamma_c \times V_i \dots\dots\dots (2.14)$$

Dimana:

W_i = Berat sendiri bangunan pada segmen i (ton)

γ_c = Berat volume bahan bangunan (ton/m³)

V_i = Volume bangunan pada segmen i (m³)

b. Gaya Akibat Tekanan Air (Gaya Hidrostatik)

Tekanan air statik, diperhitungkan dengan rumus:

$$P_h = \frac{1}{2} \gamma_w \cdot H^2 \dots\dots\dots (2.15)$$

Dimana:

P_h = Gaya horizontal akibat tekanan air normal (ton)

γ_w = Berat volume air (ton/m³)

H = Tinggi muka air terhadap dasar bangunan (m)

c. Gaya Akibat Tekanan Tanah

Gaya ini berasal dari tanah yang mendorong dan menahan bangunan. Gaya tekan disebut gaya aktif dan gaya menahan disebut gaya pasif. Besarnya tekanan tanah ini adalah:

$$P_a = \frac{1}{2} \cdot \gamma_t \cdot H^2 \cdot K_a \dots\dots\dots (2.16)$$

$$P_p = \frac{1}{2} \cdot \gamma_t \cdot H^2 \cdot K_p \dots\dots\dots (2.17)$$

dimana:

p_a = Tekanan tanah aktif.

p_p = Tekanan tanah pasif.

γ_t = berat jenis tanah.

H = tinggi muka tanah.

K_a = koefisien tekanan tanah aktif = $\tan^2 (45-\phi/2)$

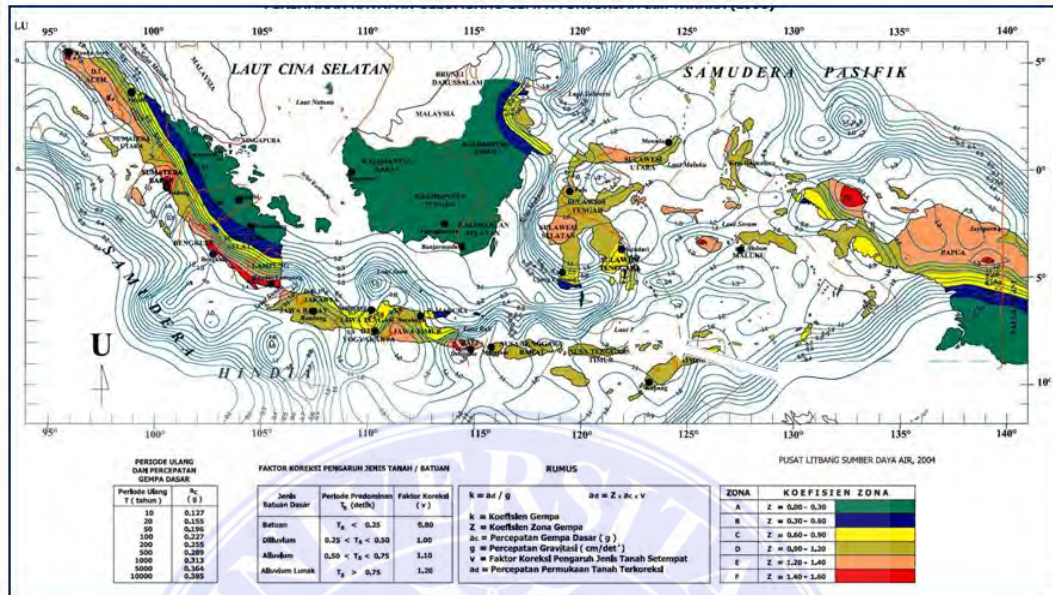
K_p = koefisien tekanan tanah pasif = $\tan^2 (45+\phi/2)$

d. Gaya Sebagai Akibat Gempa

Faktor utama pemilihan parameter desain seismik untuk struktur hidrolik bergantung pada kondisi geologi dan seismik di sekitar struktur hidrolik. Bukti geologi aktivitas seismik tercermin dalam lipatan, celah, patahan, dan struktur geologi lainnya. Penggunaannya tergantung pada jenis bangunan, masa pakai, lokasi, dan sifat tanah dan batuan di lokasi bangunan.

Pada saat merancang struktur struktur bangunan seperti gedung, bendung, bendungan dan jembatan di wilayah Indonesia, pengaruh beban gempa tidak dapat dipisahkan. Hal ini disebabkan banyaknya sumber seismik potensial dan percepatan batuan dasar yang berbeda.

Dibawah ini akan disajikan peta zonasi gempa di Indonesia:



Gambar 2.13. Peta Zona Gempa Indonesia dan Lokasi Daerah Penelitian Sumber: Puslitbang SDA, 2004

Berdasarkan investigasi ini, perhitungan angka percepatan gempa dasar dan koefisien gempa desain akan mengacu pada Peta Zonasi Gempa Indonesia menurut Puslitbang Sumber Daya Air, tahun 2004 dengan menerapkan persamaan-persamaan sebagai berikut:

$$a_d = Z \cdot a_c \cdot v \quad \dots \dots \dots (2.18)$$

$$K_o = \frac{a_d}{g} \quad \dots \dots \dots (2.19)$$

$$K_h = \alpha \cdot K_o \quad \dots \dots \dots (2.20)$$

Dimana :

- ad = percepatan gempa maksimum terkoreksi di permukaan tanah (gal)
- ac = percepatan gempa dasar (gal ; 1 gal = 1 cm/detik²)
- z = koefisien zona gempa (lihat Peta Zona Gempa)
- Ko = koefisien gempa tergantung periode ulangnya T
- v = koefisien koreksi pengaruh jenis tanah setempat
- Kh = koefisien gempa rencana dari struktur di permukaan
- g = percepatan gravitasi (980 cm/detik²)
- α = faktor koreksi jenis struktur bangunan (untuk tipe urugan, nilai α = 0,5; sedangkan untuk struktur beton dan baja α = 1).

Daerah pekerjaan di Kabupaten Serdang, masuk Zona C, dimana mempunyai koefisien zona $z = 0,6 - 0,90$; percepatan gempa dasar ac untuk periode ulang 100 tahun = 0,227 cm/det², factor koreksi pada alluvium (v) = 1.10. maka ad percepatan gempa perencanaan terkoreksi adalah

$$ad = 0,90 \times 0,227 \times 1,10 = 0,225 \text{ gal.}$$

$$\text{Maka koefisien gempa (Ko)} = ad/g = 0,225/0,981 = 0,23$$

Gaya sebagai akibat gempa sama dengan berat sendiri bangunan dikalikan koefisien gempa dan titik beratnya juga sama dengan titik berat bangunan dan arahnya horisontal menekan bangunan.

$$K = k_1 \cdot \Sigma W \dots\dots\dots (2.21)$$

dimana:

K = gaya akibat gempa.

k_1 = koefisien gempa.

ΣW = berat sendiri bangunan.

2.12.1 Kombinasi Pembebanan

Kombinasi pembebanan berlaku apabila Kondisi Tetap dan Kondisi Sementara.

Gaya-gaya yang bekerja pada kondisi tetap adalah:

- Gaya berat sendiri Bangunan
- Tekanan air statik, dalam kondisi air normal
- Tekanan tanah
- Gaya Gempa

b. Gaya-gaya yang bekerja pada kondisi sementara adalah:

- Gaya berat sendiri Bangunan
- Tekanan air statik, dalam kondisi air banjir
- Tekanan tanah
- Beban hidup
- Beban Angin
- Gaya Gempa

2.12.2 Stabilitas Terhadap Bahaya Penggulingan (*Overturning*)

Kontrol Terhadap Bahaya Penggulingan (*Overturning*)

$$SF_{Guling} = \frac{\Sigma M_t}{\Sigma M_g} > 1,50 \quad \dots\dots\dots (2.22)$$

dimana:

ΣM_t = Momen vertikal di titik guling atau momen yang menahan.

ΣM_g = Momen horisontal di titik guling atau momen yang menggulingkan.

2.12.3 Stabilitas Terhadap Bahaya Penggeseran (*Sliding*)

Kontrol Terhadap Bahaya Penggeseran (*Sliding*)

$$SF_{Geser} = \frac{\Sigma V \cdot f}{\Sigma H} > 1,50 \dots\dots\dots (2.23)$$

dimana:

ΣV = Gaya vertikal total yang menekan bangunan.

f = Koefisien geseran antara tanah dasar dengan pondasi

ΣH = Gaya horisontal total yang menekan bangunan.

2.12.4 Stabilitas Terhadap Daya Dukung Tanah (*settlement*)

Kontrol Terhadap Daya Dukung Tanah (*settlement*)

$$\sigma_{12} = \frac{\Sigma V}{BL} \left(1 \pm \frac{6e}{B} \right) < q_{all} \dots\dots\dots (2.24)$$

$$e = \left| \frac{\sum M_t - \sum M_g}{\sum V} - \frac{B}{2} \right| < \frac{B}{6} \dots\dots\dots (2.25)$$

dimana:

$\sum M_t$ = Momen vertikal di titik guling atau momen yang menahan.

$\sum M_g$ = Momen horisontal di titik guling atau momen yang menggulingkan.

$\sum V$ = Gaya vertikal total yang menekan bangunan.

e = Eksentrisitas bangunan (m).

B = Lebar pondasi bangunan (m).

L = Panjang bangunan, untuk pondasi menerus diambil 1 m.

Atau $\sigma_{\max} = \frac{\sum V}{3dL} < q_{\text{all}}$, dimana $d = B/2 - e$ (2.26)

$$e = \left| \frac{\sum M_t - \sum M_g}{\sum V} - \frac{B}{2} \right| > \frac{B}{6}$$

Perhitungan daya dukung tanah (q_{ult}):

$$q_{ult} = \alpha C N_c + \gamma_{\text{sat}} D N_q + \beta B N_\gamma \dots\dots\dots (2.27)$$

Dimana:

α, β = Faktor berdasarkan bentuk bidang pondasi (Lihat **Tabel 2.3.**)

C = Kohesi tanah dasar (t/m^2)

γ_{sat} = Berat volume tanah jenuh (t/m^3)

D = Kedalaman pondasi (m)

B = Lebar pondasi (m)

N_c, N_q, N_γ = Koefisien daya dukung tanah, nilainya tergantung nilai ϕ ,

(Lihat **Tabel 2.4.**)

Daya dukung tanah ijin (q_{all}) :

$$q_{all} = \frac{q_{ult}}{SF} \dots\dots\dots (2.28)$$

Dimana:

q_{ult} = Daya dukung tanah ultimate (t/m^2)

SF = Faktor keamanan, diambil 3

Tabel 2.3 Faktor Bentuk Pondasi

| Faktor Bentuk | Bentuk Pondasi | | | |
|---------------|----------------|---------------|-----------------|-----------|
| | Menerus | Bujur Sangkar | Persegi | Lingkaran |
| α | 1.0 | 1.3 | 1 +0.3 (B/L) | 1.3 |
| β | 0.5 | 0.4 | 0.5 - 0.4 (B/L) | 0.3 |

Sumber : Buku Teknik Sipil, Ir. Sunggono KH, 1984

Tabel 2.4 Koefisien Daya Dukung Tanah

| ϕ | Nc | Nq | N γ | ϕ | Nc | Nq | N γ |
|--------|-------|-------|------------|--------|-------|-------|------------|
| 15 | 10.98 | 3.94 | 2.65 | 28 | 25.80 | 14.72 | 16.72 |
| 16 | 11.63 | 4.34 | 3.06 | 29 | 27.86 | 16.44 | 19.34 |
| 17 | 12.34 | 4.77 | 3.53 | 30 | 30.14 | 18.40 | 22.40 |
| 18 | 13.10 | 5.26 | 4.07 | 31 | 32.67 | 20.63 | 25.99 |
| 19 | 13.93 | 5.80 | 4.68 | 32 | 35.49 | 23.16 | 30.22 |
| 20 | 14.83 | 6.40 | 5.39 | 33 | 38.64 | 26.09 | 35.19 |
| 21 | 15.82 | 7.07 | 6.20 | 34 | 42.16 | 29.44 | 41.06 |
| 22 | 16.88 | 7.82 | 7.13 | 35 | 46.12 | 33.30 | 48.03 |
| 23 | 18.05 | 8.66 | 8.20 | 36 | 50.59 | 37.75 | 56.31 |
| 24 | 19.32 | 9.60 | 9.44 | 37 | 55.63 | 42.92 | 66.19 |
| 25 | 20.72 | 10.66 | 10.88 | 38 | 61.35 | 48.93 | 78.03 |
| 26 | 22.25 | 11.85 | 12.54 | 39 | 67.87 | 55.96 | 92.25 |
| 27 | 23.94 | 13.20 | 14.47 | 40 | 75.31 | 64.20 | 109.41 |

Sumber: Buku Teknik Sipil, Ir. Sunggono KH, 1984

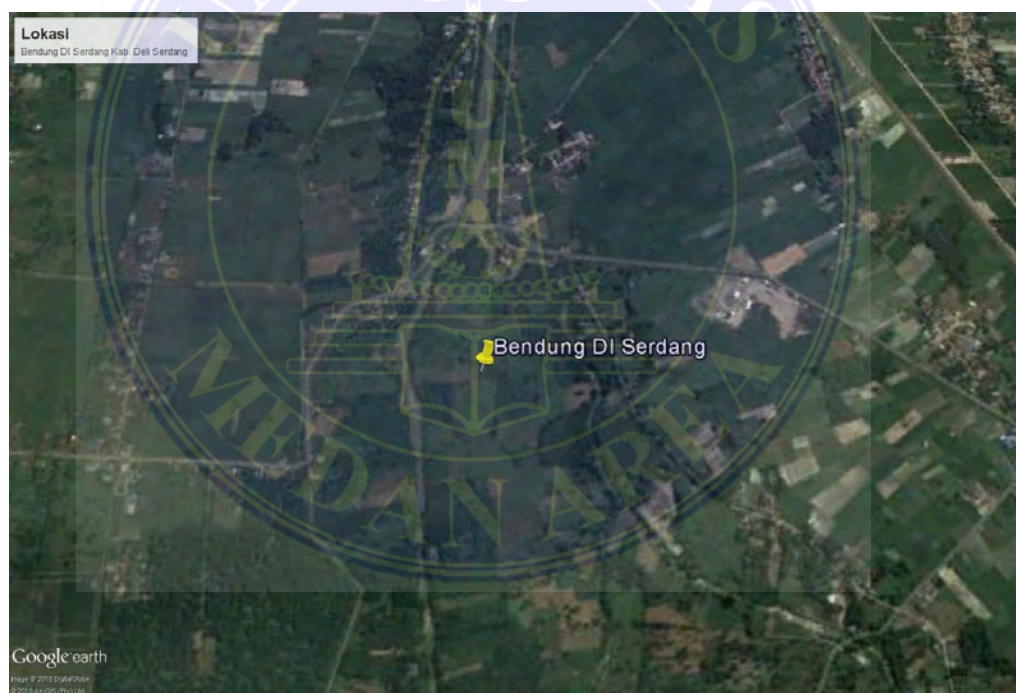
BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Lokasi Pekerjaan Pembangunan Bendung D.I. Serdang Kab. Deli Serdang berada di Provinsi Sumatera Utara pada 2 (dua) Desa yaitu Desa Aras Kabu dan Desa Tumpatan Nibung dapat ditempuh melalui jalan provinsi dan kabupaten \pm 22 Km dari Kota Medan. Luas Areal DAS adalah sebagai berikut :

- Luas Daerah Irigasi Serdang adalah 4.276,01 Ha.
- Luas Daerah Irigasi Batang Kuis adalah 900,53 Ha.



Gambar 3.1 Layout D.I. Serdang Kab. Deli Serdang

(Sumber : Google Earth)

3.2 Metode Pengambilan Data

Data-data yang diperlukan dalam merencanakan bangunan utama dalam suatu jaringan irigasi adalah sebagai berikut :

3.2.1 Data Topografi

Disini penulis bermaksud melakukan analisis perhitungan irigasi di daerah irigasi Serdang seluas 4.276 ha. Elevasi tertinggi sawah adalah +4.921. Peta lokasi sungai skala 1: 5.000 sudah termasuk dalam lampiran

3.2.2 Data Hidrologi

Data hidrologi adalah data aliran sungai, termasuk data banjir, yang mencakup beberapa periode ulang, curah hujan, jenis tanah, dan vegetasi DAS. Data hidrologi yang diketahui termasuk dalam rencana ini adalah debit desain sebesar 614,03 m³/detik selama 100 tahun.

3.2.3 Data Morfologi

Data morfologi diperlukan untuk menentukan kandungan semen (baik muatan dasar maupun padatan tersuspensi) yang mencegah perambatan ke dalam jaringan saluran irigasi. Mengacu pada Buku KP-02 Kriteria Perencanaan – Bangunan Utama diasumsikan bahwa 0,5 % dari debit sadapan adalah berupa lumpur yang harus diendapkan di kantong lumpur. Data morfologi meliputi distribusi ukuran butir, perubahan yang terjadi pada dasar sungai horizontal dan vertikal, dan kimia sedimen.

3.2.4 Data Geologi

Data geologi berupa kondisi umum permukaan tanah, kondisi geologi lapangan, kedalaman formasi keras, patahan, permeabilitas tanah, bahaya seismik, parameter yang digunakan pada daerah yang bersangkutan.

3.2.5 Data Mekanika Tanah

Data mekanika tanah yang dibutuhkan adalah: Sumber bahan pondasi, bahan konstruksi, bahan pengisi, batu untuk rangka langit-langit, agregat untuk beton, batu belah untuk rangka, dan parameter tanah yang akan digunakan.

3.2.6 Standar Untuk Perencanaan

Standar perencanaan yang digunakan berupa peraturan dan standar yang telah ditetapkan secara nasional, seperti Kriteria Perencanaan Bagian Perencanaan Jaringan Irigasi (KP-01), Perencanaan Bangunan Utama (KP-02), Saluran (KP-03), Bangunan (KP-04), dan Petak Tersier (KP-05).

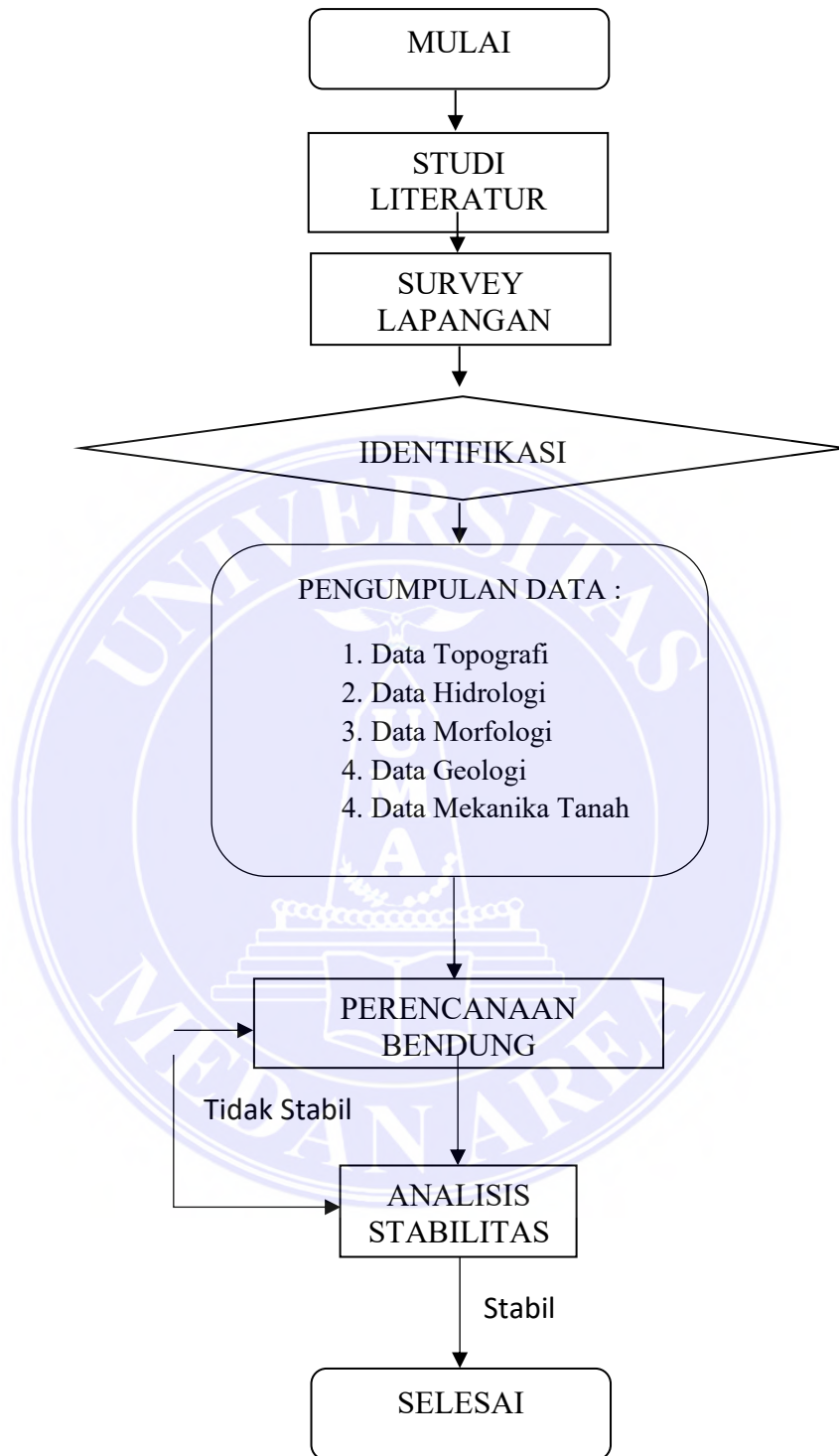
3.3 Metode Penyusunan Penulisan

Sebagai langkah awal sebelum menyelesaikan penulisan ini, terlebih dahulu kami akan menyusun metodologi untuk menentukan urutan pelaksanaan tugas akhir.

Metodologi adalah suatu cara atau langkah untuk memecahkan suatu masalah dengan menyelidiki, mengumpulkan, mencatat dan menganalisis semua data yang diperoleh. Metodologi merupakan langkah awal dalam menciptakan penelitian ilmiah yang memerlukan persiapan yang sistematis. Metodologi penyusunan penulisan ini adalah mengenai "*Analisis Perhitungan Bangunan Bendung Untuk Daerah Irigasi Serdang Kabupaten Deli Serdang*". secara umum dapat diuraikan menjadi:

- Survey dan investigasi pendahuluan
- Pengumpulan data
- Perhitungan Perencanaan Bendung
- Analisis Stabilitas Bendung

3.4. Kerangka Berpikir



Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian

Sumber : Hasil Perencanaan

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Adapun kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini yaitu:

a. Dipilih perencanaan menggunakan bendung gerak dengan pintu sorong dikarenakan fungsi bendung daerah irigasi serdang diharapkan bukan hanya untuk menaikkan atau mengatur muka air, akan tetapi juga berfungsi sebagai pengendali banjir kota Medan. Oleh karena itu dipilihlah bendung gerak dengan pintu sorong agar pada saat muka air banjir pintu dapat dengan leluasa dibuka agar dapat mengatasi banjir kota Medan.

b. Hasil perhitungan stabilitas konstruksi bendung Gerak Serdang menunjukkan bendung kuat terhadap :

- Gaya Angkat (*Uplift Pressure*)

Pada potongan B (Titik 29), besarnya tekanan uplift adalah sebesar 5.91 t, tinggi garis hidraulik gradientnya adalah $6,053 - 4.831 = 1.222$ m, berat lantai per meter dengan tebal 2.00 m = $2.00 \times 2.4 = 4.80$ ton, maka berat lantai ditambah gradien hidraulik adalah (asumsi $\gamma_w = 1 \text{ t/m}^3$). $G_1 = 4.80 \text{ t} + (1.222 \times 1) = 6.022 \text{ t} > U_{29} = 5.91 \text{ t}$. Dari perhitungan di atas, maka tebal lantai kolam olak untuk bangunan bendung gerak Serdang cukup kuat.

- Gaya Guling (*Overtuning*)

Syarat Faktor Keamanan SF Guling $> 1,5$

Kondisi pembebanan Tetap $5,19 > 1,5$ aman

Kondisi pembebanan Sementara $5,23 > 1,5$ aman

- Gaya Geser (*Sliding*)

Syarat Faktor Keamanan SF Guling $> 1,5$

Kondisi pembebanan Tetap $1,71 > 1,5$ aman

Kondisi pembebanan Sementara $1,73 > 1,5$ aman

- Daya Dukung Tanah (*Settlement*)

Syarat Faktor Keamanan $e < B/6 < q_{ijin}$

Kondisi pembebanan Tetap $1,41 < 3,14 < 835,07$ aman

Kondisi pembebanan Sementara $1,38 < 3,14 < 835,07$ aman

Hasil perhitungan stabilitas konstruksi bendung Gerak Serdang menunjukkan bendung kuat terhadap gaya angkat, guling, geser, dan daya dukung tanahnya.

- Elevasi muka air minimum yang diperlukan adalah + 6,47 m berdasarkan kebutuhan elevasi irigasi. Maka untuk elevasi muka air normal Bendung Serdang ditetapkan + **6,50 m**;
- Direncanakan dengan 6 pintu yang lebarnya masing-masing 9 m dan tinggi bukaan pintu 6 m. Tinggi bukaan mengaliri debit banjir rencana dengan periode ulang 100 tahun = 614,03 m³/dtk adalah 6,00 m;
- Kolam olak pada bangunan Bendung gerak Serdang menggunakan type kolam olak MDO. Dengan panjang = 17,5 m.
- Jenis pondasi yang digunakan adalah pondasi tiang pancang dikarenakan agar lebih hemat biaya, pelaksanaan lebih mudah, dan waktu pelaksanaanya relatif lebih cepat. Rencana tiang pancang dengan jarak baris 9 baris dan jarak kolom 29 kolom.

5.2 Saran

Disarankan pada perekaman tinggi air secara otomatis (AWLR) yang langsung sehingga dapat mengirim data langsung ke pusat agar lebih cepat penanganannya saat banjir.



DAFTAR PUSTAKA

- Agus Maryono. (2016). *Reformasi Pengelolaan Sumber Daya Air*. Yogyakarta : Gadjah Mada University Press
- Binsar Maruli Sihaloho. (2018). *Analisis Stabilitas Bendung Gerak Pada Proyek Pembangunan Bendung Sei Padang D.I. Bajayu Tebing Tinggi Sumatera Utara*. Medan : Teknik Sipil. Universitas Medan Area.
- Chow,VT. 1989. *Hidrolika Saluran Terbuka*. Erlangga, Jakarta.
- Direktorat Jenderal Pengairan, 2002. *Standar Perencanaan Irigasi (KP.01-05, Departemen Pekerjaan Umum*.
- Direktur Jenderal Cipta Karya, 2013. *Panduan Pengelolaan Drainase Secar Terpadu Berwawasan Lingkungan (Ecodrain)*. Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Cipta Karya.
- Joko Mulyono, Chainur Fauzi. (2017). *Setengah Abad HCV, Bendungan IR.H. Djuanda*. PT. Gading Media Utama, Jakarta.
- Fajry Widyanto. (2015). *Redesain Bendung Gerak Sembayat Dengan Menggunakan Pintu Radial*. Surabaya : Teknik Sipil. Institut Teknologi Sepuluh Nopember
- Robby diansah, 2012: *Kajian Ulang stabilitas geser dan guling parafet di sungai grindulu kabupaten pacitan*. Universitas Negeri Yogyakarta.
- Robert J. Kodoatie. 2009. *Hidrolika Terapan : Hidrolika Saluran Terbuka dan Pipa*. Andi. Yogyakarta.
- Siagian Trisnafia,dkk. Oktober 2012: *Evaluasi Hidrolis Bendung Lama Terhadap Rencana Bendung Baru Pada Bendung Timbang Lawan Di Kabupaten Langkat*. Departemen Teknik Sipil, Universitas Sumatera Utara.