

SKRIPSI

**TINJAUAN EFEKTIVITAS *CHECK DAM* TIPE SEGI EMPAT  
TERHADAP ALIRAN SEDIMEN PADA IRIGASI LUBUK JANGGAN  
KELURAHAN NGALAU  
KOTA PADANG PANJANG**



**Disusun Oleh:**

**ISKANDAR**

**17.10.002.22201.040**

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

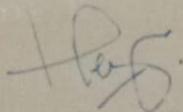
HALAMAN PENGESAHAN

TINJAUAN EFEKTIVITAS *CHECK DAM* TIPE SEGI EMPAT  
TERHADAP ALIRAN SEDIMEN PADA IRIGASI LUBUK JANGGAN  
KELURAHAN NGALAU  
KOTA PADANG PANJANG

Oleh

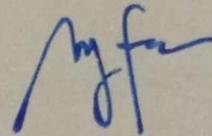
ISKANDAR  
171000222201040

Dosen Pembimbing I



Helga Yermadona, S.T., M.T.  
NIDN.1013098502

Dosen Pembimbing II



Febrimen Herista, S.T., M.T.  
NIDN. 1001026901

Dekan Fakultas Teknik  
UM Sumatera Barat



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

Ketua Program Studi  
Teknik Sipil

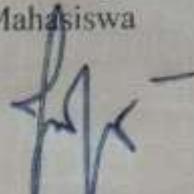


Ir. Surya Eka Priana., M.T., IPP  
NIDN. 1016026603

## LEMBAR PERSETUJUAN TIM PENGUJI

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

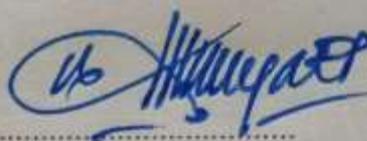
Bukittinggi, 26 Agustus 2021  
Mahasiswa




ISKANDAR  
171000222201040

Disetujui Tim Penguji Skripsi Tanggal 26 Agustus 2021

1. Ir. Surya Eka Priana, M.T., IPP.

1. 

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

2. 

Mengetahui,  
Ketua Program Studi Teknik Sipil



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

## LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : **ISKANDAR**

Tempat dan Tanggal Lahir : Kubu Nan V, 05 Januari 1980

NIM : 171000222201040

Judul Skripsi : Tinjauan Efektivitas *Check Dam* Tipe Segi Empat Terhadap Aliran Sedimen Pada Irigasi Lubuk Janggan Kelurahan Ngalau 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,



**ISKANDAR**  
**171000222201040**

## ABSTRAK

Sebuah perencanaan sesuatu konstruksi pengendalian sedimen (*Checkdam*) dalam mengurangi sedimentasi yang terjadi. Dam Pengendali (*Checkdam*) merupakan salah satu bangunan yang berperan dalam mengelola dasar sungai dan berfungsi sebagai pengendali aliran debris dengan cara menampung, menahan dan mengontrol aliran debris. Perencanaan ini dilaksanakan karena sangat dibutuhkan untuk mengairi kawasan pertanian. Disaat debit air di sengai naik, sedimen sangat banyak terbawa air mengendap. Dan kadang dinding saluran sering jebol dan aliran air putus ke persawahan. Itulah alasan bangunan check dam ini di buat. Angka *Froude* tertinggi terdapat pada bangunan segiempat dengan nilai  $Fr = 0,0036$  pada waktu  $(t) = 2$  menit dan kecepatan  $0,003$  m/s. Dari bilangan *Froude* diatas dapat diketahui bahwa semua bentuk checkdam memiliki aliran subkritis. Kecepatan aliran tidak mempengaruhi angka *Reynoldnya*. Angka *Reynold* tertinggi terdapat pada bangunan check dam tipe Segiempat dengan  $Re = 29$  dengan waktu 2 menit. Dari angka *Reynold* tersebut dapat diketahui bahwa semua bangunan memiliki pola aliran laminar. Angka tertinggi tegangan geser terdapat pada bangunan tipe segiempat dengan nilai  $4,41$  kg/m<sup>2</sup>. Angka tertinggi tegangan kritis terdapat pada bangunan tipe segiempat dengan nilai  $36,383$  kg/m<sup>2</sup>.

***Kata Kunci: Check Dam, Froude, Kecepatan Aliran, Reynold***

## ABSTRACT

A planning of a sediment control construction (*Checkdam*) in reducing the sedimentation that occurs. Control Dam (*Checkdam*) is one of the buildings that plays a role in managing the riverbed and functions as a debris flow controller by accommodating, holding and controlling the flow of debris. This planning was carried out because it was urgently needed to irrigate agricultural areas. Because when the water discharge in the river rose, a lot of sediment carried by the water settled. And sometimes the channel walls often burst and the water flow broke into the rice fields. That's the reason the check dam was built. The highest Froude number is found in a rectangular building with a value of  $Fr = 0.0036$  at time  $(t) = 2$  minutes and a speed of  $0.003$  m/s. From the Froude number above, it can be seen that all checkdam forms have a subcritical flow. The flow velocity does not affect the Reynolds number. The highest Reynolds number is found in the quadrilateral check dam building with  $Re = 29$  with a time of 2 minutes. From the Reynolds number, it can be seen that all buildings have a laminar flow pattern. The highest number of shear stress is found in rectangular type buildings with a value of  $4.41$  kg/m<sup>2</sup>. The highest number of critical stresses is found in rectangular type buildings with a value of  $36.383$  kg/m<sup>2</sup>.

***Keywords: Check Dam, Froude, Flow Velocity, Reynolds***

## KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Puji syukur kehadiran Allah SWT karena atas rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul **“Tinjauan Efektivitas Check Dam Tipe Segi Empat terhadap Aliran Sedimen pada Irigasi Lubuk Janggan Kelurahan Ngalau Kota Padang Panjang”**. Penulisan skripsi ini bertujuan untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam menyelesaikan Program Studi Teknik Sipil di Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat.

Penulisan skripsi ini tidak terlepas dari dukungan dan bantuan dari berbagai pihak, baik bantuan moral maupun materil. Oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. **Bapak Masril, ST.,MT.** selaku Dekan Fakultas Teknik UMSB.
2. **Bapak Ir. Surya Eka Priana, M.T., IPP** selaku Ketua Prodi Teknik Sipil.
3. **Ibu Helga Yermadona, S.Pd., MT.** selaku Dosen Pembimbing I skripsi yang telah memberikan bimbingan dan banyak memberikan masukan kepada penulis.
4. **Bapak Febrimen Herista, ST., MT** selaku Dosen Pembimbing II skripsi yang telah memberikan bimbingan dan banyak memberikan masukan kepada penulis.
5. Bapak/Ibu dosen serta staf Jurusan Teknik Sipil UMSB.
6. Orang tua, istri, anak saya (**Alisha Khaira dan Andini Lestari**) kakak dan adik yang telah memberikan dukungan moral, doa, dan kasih sayang.
7. Rekan-rekan Jurusan Teknik Sipil yang telah memberikan semangat dan dukungan kepada penulis untuk dapat menyelesaikan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih banyak terdapat kekurangan dan masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu dengan segala kerendahan hati penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari semua pihak. Akhir kata penulis ucapkan terima kasih.

Bukittinggi, 26 Agustus 2021

Penulis

## DAFTAR ISI

**HALAMAN JUDUL**

**HALAMAN PENGESAHAN**

**ABSTRAK** ..... i

**KATA PENGANTAR** ..... ii

**DAFTAR ISI** ..... iii

**DAFTAR TABEL** ..... v

**DAFTAR GAMBAR** ..... vi

**DAFTAR NOTASI** ..... viii

### **BAB I PENDAHULUAN**

1.1 Latar Belakang ..... 1

1.2 Rumusan Masalah ..... 1

1.3 Batasan Masalah ..... 2

1.4 Tujuan dan Manfaat Penelitian ..... 2

1.5 Sistematika Penulisan ..... 3

### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

2.1 Teori Umum ..... 4

2.2 Aliran ..... 6

2.2.1 Karakteristik aliran ..... 7

2.2.2 Tipe Aliran ..... 7

2.2.3 Sifat Aliran ..... 8

2.3 Sedimen ..... 11

2.3.1 Definisi Sedimen ..... 11

2.3.2 Karakteristik sedimen ..... 12

2.3.3 Permulaan gerak butir sedimen ..... 14

2.3.4 Mekanisme pergerakan sedimen ..... 17

|   |    |
|---|----|
| 2.4 Debris Flow .....                                     | 19 |
| 2.5 Sedimentasi .....                                     | 21 |
| 2.6 Bangunan pengendali sedimen ( <i>check dam</i> )..... | 22 |

### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

|                                   |    |
|-----------------------------------|----|
| 3.1 Lokasi Penelitian.....        | 26 |
| 3.2 Data Penelitian .....         | 26 |
| 3.3 Metode Analisis Data .....    | 26 |
| 3.4 Diagram Alir Penelitian ..... | 27 |

### **BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN**

|  |    |
|--|----|
| 4.1 Analisis Perhitungan .....                         | 28 |
| 4.1.1 Analisis Perhitungan Debit Lubuk Janggan.....    | 28 |
| 4.1.2 Analisis Perhitungan Bilangan Froude.....        | 28 |
| 4.1.3 Analisis Perhitungan Bilangan Reynold .....      | 30 |
| 4.1.4 Analisis Tegangan Geser dan Tegangan Kritis..... | 31 |

### **BAB V PENUTUP**

|                      |    |
|----------------------|----|
| 5.1 Kesimpulan ..... | 38 |
| 5.2 Saran.....       | 38 |

|                             |           |
|-----------------------------|-----------|
| <b>DAFTAR PUSTAKA .....</b> | <b>39</b> |
|-----------------------------|-----------|

### **LAMPIRAN**

#### **DAFTAR TABEL**

|  |    |
|--|----|
| Tabel 2.1 Klasifikasi ukuran butiran <i>American Geophysical Union</i> (AGU) ..... | 12 |
| Tabel 2.2 Klasifikasi Ukuran Partikel Sedimen.....                                 | 13 |
| Tabel 4.1 Rekapitulasi Perhitungan Debit Lubuk Janggan.....                        | 26 |
| Tabel 4.2 Rekapitulasi Bilangan <i>Froude</i> (Fr) dengan Tipe Segiempat .....     | 27 |
| Table 4.3 Rekapitulasi bilangan Reynolds (Re) dengan Tipe .....                    | 28 |
| Tabel 4.4 Rekapitulasi Perhitungan $\tau_0$ dengan Tipe Segiempat.....             | 30 |
| Tabel 4.5 Rekapitulasi Perhitungan $\tau_c$ dengan Tipe Segiempat .....            | 31 |
| Tabel 4.6 Hasil Perhitungan Lengkap Bilangan Froude dan Bilangan Reynold ..        | 35 |
| Tabel 4.7 Hasil Perhitungan Lengkap Tegangan Geser dan Tegangan Kritis .....       | 36 |

## DAFTAR GAMBAR

|   |    |
|---|----|
| Gambar 2.1 Aliran Turbulen dan Laminar .....                                      | 9  |
| Gambar 2.2 Pola penjalaran gelombang di saluran terbuka .....                     | 10 |
| Gambar 2.3 Permulaan Gerak Butir.....   | 12 |
| Gambar 2.4 Grafik Tegangan Geser .....  | 13 |
| Gambar 3.1 Lokasi Penelitian .....  | 24 |
| Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian .....  | 25 |
| Gambar 4.1 Grafik Hubungan Kecepatan Aliran dan Bilangan <i>Froude</i> (Fr) ..... | 27 |
| Gambar 4.2 Grafik Hubungan Kecepatan Aliran dan Reynold (Re) .....                | 29 |
| Gambar 4.3 Hubungan Kecepatan Aliran dengan Tegangan Geser ( $\tau$ )             |    |
| Gambar 4.4 Hubungan Kecepatan dengan Tegangan krisis ( $\tau_c$ ) .....           | 32 |



## DAFTAR NOTASI

|                |  |
|----------------|--|
| C              | = Konsentrasi sedimen                              |
| D <sub>s</sub> | = Diameter butiran sedimen (m)                     |
| F*             | = Dimensi tegangan geser                           |
| g              | = Gravitasi (m/dt <sup>2</sup> )                   |
| g              | = Gravitasi (m/dt <sup>2</sup> )                   |
| H              | = Kedalaman saluran (m)                            |
| h              | = kedalaman aliran (m)                             |
| I              | = Kemiringan saluran                               |
| Q              | = Debit sungai (m <sup>3</sup> /dtk)               |
| Q <sub>s</sub> | = Debit sedimen (t/hr)                             |
| r <sub>c</sub> | = Tegangan geser kritis (kg/m <sup>2</sup> )       |
| r <sub>o</sub> | = Tegangan geser (kg/m <sup>2</sup> )              |
| U*             | = Kecepatan geser (m/dt)                           |
| ρ <sub>s</sub> | = Berat jenis butiran sedimen (kg/m <sup>3</sup> ) |
| ρ <sub>w</sub> | = Berat jenis air (kg/m <sup>3</sup> )             |
| ρ <sub>w</sub> | = Berat jenis air (kg/m <sup>3</sup> )             |

# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Morfologi sungai merupakan hal yang menyangkut tentang geometri, jenis, sifat, dan perilaku sungai dengan segala aspek perubahannya dalam dimensi ruang, dan waktu, dengan demikian menyangkut sifat dinamik sungai dan lingkungannya yang saling berkaitan.

Sungai adalah suatu saluran drainase yang terbentuk secara alamiah. Akan tetapi, disamping fungsinya sebagai saluran drainase, dan dengan adanya air yang mengalir didalamnya, sungai mengerus tanah dasarnya secara terus menerus sepanjang masa eksistensinya dan terbentuk lembah sungai. lembah sungai adalah tempat mengendapnya benda-benda sedimen yang dibawa arus sungai. Volume sedimen yang sangat besar yang dihasilkan dari reruntuhan tebing.

Apabila terjadi debit air yang besar dapat menimbulkan luapan dan tergerusnya dinding bagian luar belokan sungai dan terjadinya banjir. Banjir yang merupakan salah satu dari bencana alam bisa terjalin akibat dari pergantian area secara natural dan juga dapat terjalin akibat dari kesalahan serta kelalaian manusia. Bencana alam lainnya seperti kejadian aliran debris yang merupakan salah satu bencana alam yang membuat kerusakan luar biasa terhadap infrastruktur serta masyarakat.

Itulah yang terjadi di irigasi lubuk janggan Kelurahan Ngalau Kota Padang Panjang. Kelakuan masyarakat setempat yang membuang sampah sembarangan ke sungai Lubuak Janggan Kelurahan Ngalau Kota Padang Panjang, mengakibatkan banyaknya benda-benda sedimen yang terbawa hanyut oleh arus sungai seperti sampah-sampah plastik dan sebagainya. Maka sungai menjadi dangkal dan air meluap keluar.

Dengan permasalahan di atas penulis melakukan penelitian dalam melaksanakan tugas akhir yang berjudul “**Tinjauan Efektivitas *Check Dam* Tipe Segiempat Terhadap Aliran Sedimen Pada Irigasi Lubuk Janggan Kelurahan Ngalau Kota Padang Panjang**”

## 1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang dapat diambil dari latar belakang di atas adalah :

1. Bagaimana pengaruh karakteristik aliran terhadap bangunan kisi dam (*checkdam*) tipe segi empat ?

## 1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Sumber data yang diambil yaitu kecepatan aliran, kedalaman aliran, debit aliran, volume tampungan pengendali sedimen.
2. Sedimen yang dihitung adalah sedimen dasar pada bangunan *checkdam* irigasi Lubuk Janggan dengan tipe segiempat.

## 1.4 Tujuan Dan Manfaat Penelitian

### 1.4.1 Tujuan Penelitian

Tujuan dalam penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui pengaruh karakteristik aliran terhadap bangunan kisi (*checkdam*) tipe segi empat.

### 1.4.2 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Sebagai bahan pertimbangan dalam membuat bangunan penangkap sedimen.
2. Sebagai bahan informasi bangunan pengendali sedimen yang efektif bagi mahasiswa Teknik Sipil mengenai bangunan pengendali sedimen (*checkdam*).

## 1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dalam penulisan penelitian ini adalah :

### **BAB I PENDAHULUAN**

Bab ini memuat latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan dan manfaat penelitian serta sistematika penulisan.

## **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini memuat uraian secara teori tentang daerah aliran sungai, prediksi laju sedimen, hidrologi sungai, bangunan pengendali sedimen *checkdam*.

## **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

Bab ini berisi lokasi penelitian, metode penelitian, prosedur penelitian.

## **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

Menjelaskan hasil penelitian tinjauan efektifitas kisi *check dam* terhadap karakteristik *check dam*.

## **BAB V PENUTUP**

Bab ini berisikan kesimpulan dan saran dari hasil penelitian.

## **DAFTAR PUSTAKA**



## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Teori Umum

Data hidrologi adalah suatu kumpulan keterangan atau fakta mengenai fenomena hidrologi ( hydrologic phenomenon ), yang meliputi besarnya : curah hujan, temperatur, penguapan, lamanya penyinaran matahari, kecepatan angin, debit sungai, tinggi muka air sungai, kecepatan aliran, konsentrasi sedimen sungai akan selalu berubah terhadap waktu (Soewarno, 1995). Data hidrologi dianalisis untuk membuat keputusan dan menarik kesimpulan mengenai fenomena hidrologi berdasarkan sebagian data hidrologi yang telah dikumpulkan (Soewarno, 1995) Adapun langkah-langkah dalam analisis hidrologi adalah sebagai berikut: Perencanaan Daerah aliran Sungai (DAS) beserta luasnya; Analisis mengenai distribusi curah hujan dengan periode ulang T tahun; Analisis mengenai frekuensi curah hujan; Pengukuran dispersi; Pemilihan jenis sebaran; Uji kecocokan sebaran; Perhitungan debit banjir rencana berdasarkan besarnya curah hujan rencana diatas pada periode ulang T tahun untuk menentukan bangunan pengendali banjir.

Sungai merupakan sumber air yang menampung dan mengalirkan air serta material bahan yang dibawanya dari bagian hulu. Permasalahan yang sering terjadi di daerah hulu adalah masalah erosi yang menyebabkan terjadinya sedimentasi. Sedimentasi dapat menyebabkan pendangkalan sungai, saluran-saluran irigasi, muara-muara sungai di bagian hilir, mengurangi umur efektif waduk, dan dapat merusak penampang sungai serta bangunan teknik sipil di sepanjang sungai.

Daerah Aliran Sungai Daerah aliran Sungai (DAS) (*catchment, basin, watershed*) merupakan suatu daerah yang dibatasi oleh punggung-punggung gunung/pegunungan dyang Keterangan air hujan yang jatuh didaerah tersebut akan mengalir menuju sungai utama pada titik/Stasiun yang dituju (Triatmojo, 2008). Nama dari sebuah DAS ditandai dengan nama sungai yang bersangkutan dan dibatasi oleh titik kontrol, yang pada umumnya

merupakan Stasiun hidrometri. Oleh karena itu berarti sebuah DAS dapat merupakan bagian dari DAS lain (Harto, 1993). Dalam sebuah DAS kemudian dibagi dalam area yang lebih kecil menjadi sub DAS. Penentuan batas-batas sub DAS berdasarkan kontur, jalan dan rel KA yang ada dilapangan untuk menentukan aliran air. Karakteristik DAS yang berpengaruh besar pada aliran permukaan meliputi (Suripin, 2004) .

#### 1. Luas dan bentuk DAS

Laju dan volume aliran permukaan makin bertambah besar dengan bertambahnya luas DAS. Tetapi apabila aliran permukaan tidak dinyatakan sebagai jumlah total DAS terhadap aliran permukaan dapat ditunjukkan dengan memperhatikan hidrograf-hidrograf yang terjadi pada dua buah DAS yang bentuknya berbeda namun mempunyai luas yang sama dan menerima hujan dengan intensitas yang sama. Hal tersebut terjadi karena waktu konsentrasi DAS yang memanjang lebih lama dibandingkan dengan DAS yang melebar, sehingga terjadinya konsentrasi air di titik kontrol lebih lambat yang berpengaruh pada laju dan volume aliran permukaan. Faktor bentuk juga dapat berpengaruh pada aliran permukaan apabila hujan yang terjadi tidak serentak di seluruh DAS, tetapi bergerak dari ujung yang satu ke ujung lainnya. Pada DAS memanjang laju aliran akan lebih kecil karena aliran permukaan akibat hujan di hulu belum memberikan kontribusi pada titik kontrol ketika aliran permukaan dari hujan di hilir telah habis, atau mengecil. Sebaliknya pada DAS melebar, datangnya aliran permukaan dari semua titik di DAS tidak terpaut banyak, artinya air dari hulu sudah tiba sebelum aliran di titik kontrol mengecil/habis.

#### 2. Topografi

Tampakan rupa muka bumi atau topografi seperti kemiringan lahan, keadaan dan kerapatan parit atau saluran, dan bentuk-bentuk cekungan lainnya mempunyai pengaruh pada laju dan volume aliran permukaan DAS dengan kemiringan curam disertai parit atau saluran yang rapat akan menghasilkan laju dan volume aliran permukaan. DAS dengan kemiringan curam disertai parit atau saluran yang rapat akan

menghasilkan laju volume aliran permukaan yang lebih tinggi dibandingkan dengan DAS yang landai dengan parit yang jarang dan adanya cekung-cekungan. Pengaruh kerapatan parit, yaitu panjang parit per satuan luas DAS, pada aliran permukaan adalah memperpendek waktu konsentrasi, sehingga memperbesar laju permukaan.

### 3. Tata guna lahan

Pengaruh tata guna lahan pada aliran permukaan dinyatakan dalam koefisien aliran permukaan (C), yaitu bilangan yang menunjukkan perbandingan antara besarnya aliran permukaan dan besarnya curah hujan. Angka koefisien aliran permukaan ini merupakan salah indikator untuk menentukan kondisi fisik suatu DAS. Nilai C berkisar antara 0 sampai 1. Nilai C = 0 menunjukkan bahwa semua air hujan terintersepsi dan terinfiltrasi ke dalam tanah, sebaliknya untuk nilai C = 1 menunjukkan bahwa semua air hujan mengalir sebagai aliran permukaan.

## 2.2 Aliran

### 2.2.1 Karakteristik Aliran

Karakteristik aliran adalah gambaran spesifik mengenai aliran yang dicirikan oleh parameter yang berkaitan dengan topografi, tanah, geologi, vegetasi, penggunaan lahan, hidrologi, dan manusia.

Karakter aliran yang paling sesuai untuk mengendapkan partikel sedimen adalah aliran laminar dengan kecepatan yang rendah. Banyak cara dilakukan untuk mendapatkan pola aliran yang seperti ini., seperti merancang posisi *inlet* dan *outlet* (pearson *et.al*, 1995).

Aliran pada saluran terbuka merupakan aliran merupakan aliran yang mempunyai permukaan yang bebas. Permukaan bebas itu merupakan pertemuan dua fluida dengan kerapatan  $\rho$  (*Density*) yang berbeda. Biasanya pada saluran terbuka dua fluida itu adalah udara dan air dimana kerapatan udara jauh lebih kecil dari kerapatan air.

Aliran dalam suatu saluran dapat berupa aliran dalam saluran terbuka dan dapat pula berupa aliran dalam pipa. Kedua jenis aliran tersebut memiliki prinsip yang berbeda. Aliran melalui saluran terbuka

adalah aliran yang memiliki permukaan bebas sehingga memiliki tekanan udara walaupun berada dalam saluran tertutup. Adapun aliran dalam pipa merupakan aliran yang tidak memiliki permukaan bebas, karena aliran air mengisi saluran secara terus-menerus, sehingga tidak dipengaruhi oleh tekanan udara dan hanya dipengaruhi oleh tekanan hidrostatis. Banyak faktor yang berpengaruh terhadap pengendapan partikel dalam suatu aliran, tetapi yang terpenting adalah kecepatan endap dan karakteristik aliran (*Takamatsu Dan Naito, 1967*).

### 2.2.2 Tipe Aliran

Menguji suatu aliran pada aliran terbuka, haruslah dipahami tentang sifat aliran itu sendiri. Adapun tipe aliran pada saluran terbuka yakni dipengaruhi oleh adanya suatu permukaan bebas yang berkaitan dengan parameter-parameter aliran seperti kecepatan, kekentalan, gradient serta geometri saluran. Aliran saluran terbuka dapat digolongkan berdasarkan pada berbagai kriteria, salah satu kriteria utama adalah perubahan kedalaman aliran ( $h$ ) terhadap waktu ( $t$ ) dan terhadap tempat ( $s$ ).

1. Tipe aliran berdasarkan kriteria waktu yaitu :
  - a. Aliran tetap/mantap (*steady flow*) yaitu aliran di mana kedalaman air ( $h$ ) tidak berubah menurut waktu atau dianggap tetap dalam suatu interval waktu, dengan demikian kecepatan aliran pada suatu titik berubah terhadap waktu dan segala variable disepanjang saluran sungai.
  - b. Aliran tidak tetap/tidak mantap (*unsteady flow*) yaitu apabila kecepatan air ( $h$ ) berubah menurut waktu demikian pula kecepatannya berubah menurut waktu. Aliran ini terbagi dua yaitu: aliran seragam tidak tetap (*unsteady uniform flow*) dan aliran tidak tetap dan berubah-ubah (*unsteady varied flow*). Aliran ini hampir tidak pernah terjadi.

- c. Aliran seragam (*uniform flow*) yaitu aliran dimana segala variable seperti kedalaman, luas, debit, konstan disepanjang saluran sama.
- d. Aliran tidak seragam (*un-uniform flow*) yaitu aliran berubah-ubah (*varied flow*) disepanjang saluran terhadap kedalaman, luas, dan debit, yang terdiri dari: Aliran tetap berubah lambat laut (*gradually varied flow*) dan aliran tetap berubah dengan cepat (*rapidle varied flow*).

2. Tipe aliran berdasarkan kriteria tempat yaitu :

- a. Aliran seragam (*uniform flow*) yaitu: aliran dimana segala variable seperti kedalaman, luas penampang, dan debit konstan disepanjang saluran sama. Aliran ini terbagi dua yaitu:
  - 1) Aliran seragam tetap (*steady uniform flow*) yaitu aliran seragam yang tidak berubah terhadap waktu.
  - 2) Aliran seragam tidak tetap (*unsteady uniform flow*) yaitu aliran yang dapat pula berubah terhadap waktu apabila fruktiasi muka air terjadi dari waktu ke waktu namun tetap *parable* dengan dasar saluran.
- b. Aliran tidak seragam (*no uniform flow*) yaitu aliran dimana segala variabel seperti kedalaman, luas penampang, dan debit berubah di sepanjang saluran. Aliran ini disebut juga aliran berubah-ubah (*varied flow*) yaitu: aliran berubah lambat laut (*gradually varied flow*) dan aliran berubah dengan cepat.

### 2.2.3 Sifat Aliran

Sifat-sifat aliran saluran terbuka pada dasarnya ditentukan oleh adanya pengaruh kekentalan (*viscositas*) dan pengaruh gravitasi dalam perbandingannya dengan gaya-gaya kelembapan (*inersia*) dari aliran. Tegangan permukaan sebenarnya juga dapat berpengaruh pada sifat-

sifat aliran, namun dalam kebanyakan aliran tegangan permukaan tidak memegang peranan penting, oleh karena itu tidak diperhitungkan. Selanjutnya apabila berbanding antara pengaruh gaya-gaya kekentalan yang dipertimbangkan maka aliran aliran dapat dibedakan menjadi aliran laminar, aliran turbulen, dan aliran transisi. Parameter yang digunakan sebagai dasar untuk membedakan sifat aliran tersebut adalah suatu parameter yang tidak berdimensi yaitu bilangan *Reynold* (Re).

1. Sifat – sifat aliran berdasarkan pengaruh gaya kelembapan dengan gaya kekentalan

- a. Aliran laminar yaitu aliran dimana gaya-gaya kekentalan relatif lebih besar dibanding dengan gaya kelembapan sehingga kekentalan berpengaruh besar pada sifat aliran. Partikel aliran ini seolah-olah bergerak secara teratur mengikuti lintasan tertentu.
- b. Aliran turbulen yaitu apabila kecepatan aliran lebih besar daripada kekentalan dalam hal ini butiran butiran air bergerak menurut lintasan yang tidak teratur.
- c. Aliran transisi yaitu aliran peralihan dari laminar ke aliran turbulen dimana kekentalan relatif terhadap kecepatan.

Pengaruh kekentalan terhadap kelembapan dapat dinyatakan dengan bilangan Reynold dikenal juga dengan nama angka Reynold Angka ini menyatakan perbandingan gaya-gaya kelembapan dengan gaya-gaya kekentalan yaitu:

$$Re = \frac{v\bar{r}}{\mu} \quad (2.1)$$

Dimana :

Re=Angka Reynold

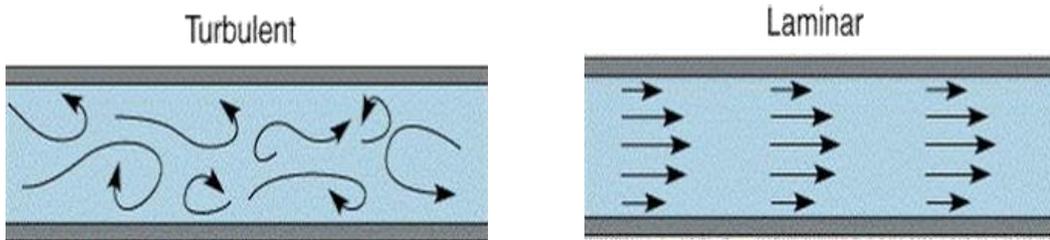
$\bar{v}$  = kecepatan rata-rata aliran (m/det)

$\mu$  =kekentalan (viscositas) kinematik cairan (m<sup>2</sup>/det)

kemudian dari berbagai percobaan dapat disimpulkan bahwa

untuk saluran terbuka :

- Re < 500 = aliran laminar
- 500 < Re < 12.500 = aliran transisi
- Re > 12.500 = aliran turbulen



Gambar 2.1 Aliran Turbulen dan Laminar

2. Sifat-sifat aliran berdasarkan perbandingan gaya kelembapan dengan gaya gravitasi
  - a. Aliran super kritis yaitu suatu aliran dimana kecepatan alirannya lebih besar daripada kecepatan gelombangnya.
  - b. Aliran kritis yaitu suatu aliran dimana kecepatan alirannya sama besar dengan kecepatan gelombangnya.
  - c. Aliran subkritis yaitu suatu aliran dimana kecepatan alirannya lebih kecil dari pada kecepatan gelombangnya.

Parameter yang membedakan ketiga aliran tersebut adalah parameter yang tidak berdimensi yang dikenal dengan angka Froude (Fr) yaitu angka perbandingan antara gaya kelembapan dan gaya gravitasi, dirumuskan sebagai berikut :

$$Fr = \frac{v}{\sqrt{g \cdot h}} \quad (2.2)$$

Dimana :

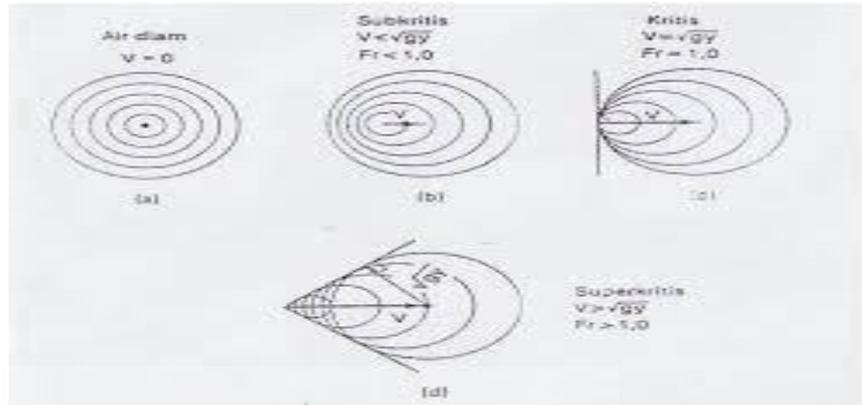
Fr = angka Froude

$\tilde{v}$  = kecepatan rata-rata aliran = kedalaman aliran

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

- a. Aliran Kritis apabila Fr = 1, dimana kecepatan aliran sama dengan kecepatan rambat gelombang

- b. Aliran Subkritis apabila  $Fr < 1$ , dimana kecepatan aliran lebih kecil dari kecepatan rambat gelombang
- c. Aliran Superkritis apabila  $Fr > 1$ , Dimana kecepatan aliran lebih besardaripada kecepatan rambat gelombang.



Gambar 2.2 Pola penjalaran gelombang di saluran terbuka  
(Bambang Triatmojo, 2008).

## 2.3 Sedimen

### 2.3.1 Definisi Sedimen

Asdak (2007), mendefinisikan Sedimen Yield (hasil sedimentasi) sebagai banyaknya sedimen yang dihasilkan dari proses erosi daerah tangkapan air pada suatu tempat dan waktu tertentu. Konsentrasi sedimen dalam suatu sungai menentukan kualitas fisik perairan. Ada dua elemen yang terkandung dalam muatan sedimen total :

1. Sedimen dasar (*Bedload*)
2. Sedimen melayang (*Suspended load*)

Hasil-hasil sedimentasi adalah sebagai berikut :

- a. Delta adalah endapan di muara sungai, baik yang bermuara ke danau maupun ke laut.
- b. *Flood plain* adalah dataran banjir di tepi-tepi sungai
- c. Tanggul adalah tumpukan sedimen di peti sungai yang berbentuk akibat banjir.
- d. Tombolo adalah tanggul pasir alami yang menghubungkan dataran pulau yang berbeda didekat pantai.
- e. Bukit pasir adalah gundukan pasir yang terdapat di pantai atau

- gurun sebagai hasil pengendapan material yang di angkut angin.
- f. Bar adalah gosong pasir yang terletak pada dasar sungai.

### 2.3.2 Karakteristik Sedimen

Ukuran partikel sedimen merupakan karakteristik sedimen yang dapat diukur secara nyata. *Abdul Ghani, dkk. (2012)* menggunakan klasifikasi berdasarkan ukuran *U.S Army Corps Engineer (USACE)* untuk analisa saringan sampel sedimen. *Syahrul Purnawan, Dkk. (2011)* menggunakan teknik analisis penyaringan dengan metode ayak basah yang menggunakan saringan sedimen bertingkat dengan diameter berbeda-beda.

Beberapa ahli hidrolika menggunakan klasifikasi ukuran butiran menurut *AGU (American Geophysical Union)* sebagai mana yang ditunjukkan pada table 1. *Ponco (1989)* menyatakan bahwa batu besar dapat diukur tersendiri atau dengan ayakan, dan pasir diukur dengan ayakan. Ayakan nomor 200 digunakan untuk memisahkan partikel pasir dari partikel yang lebih halus seperti lumpur dan lempung, sedangkan lumpur dan lempung dipisahkan dengan mengukur perbedaan kecepatan jatuhnya pada air dam.

Tabel 2.1 Klasifikasi ukuran butiran *American Geophysical Union* (AGU)

| Interval/range<br>(mm) | Nama  | Interval/range<br>(mm)         | Nama   |
|------------------------|---|--------------------------------|--|
| 4096-2048              | Batu Sangat Besar<br>(Very Large<br>Boulders)   | 1-1/2                          | Pasir Kasar<br>(Coarse Sand)                       |
| 2048-1024              | Batu Besar<br>(Large Boulders)                  | 1/2-1/4                        | Pasir Sedang<br>(Medium Sand)                      |
| 1024-512               | Batu Sedang<br>(Medium Boulders)                | 1/4-1/8                        | Pasir Halus<br>(Fine Sand)                         |
| 512-256                | Batu Kecil (Small<br>Boulders)                  | 1/8-1/16 (S/D<br>0.0625<br>mm) | Pasir Sangat Halus<br>(Very Fine Sand)             |
| 256-128                | Kerakal Besar<br>(Large Cobbles)                | 1/16-1/32                      | Lumpur Kasar<br>(Coarse Silt)                      |
| 128-64                 | Kerakal Kecil<br>(Small Cobbles)                | 1/32-1/64                      | Lumpur Sedang<br>(Medium Silt)                     |
| 64-32                  | Kerikil Sangat Kasar<br>(Very Coarse<br>Gravel) | 1/64-1/128                     | Lumpur Halus<br>(Fine Silt)                        |
| 32-16                  | Kerikil Kasar<br>(Coarse Gravel)                | 1/128-1/256                    | Lumpur Sangat<br>Halus (Very Fine<br>Silt)         |
| 16-8                   | Kerikil Sedang<br>(Medium Gravel)               | 1/256-1/512                    | Lempung Kasar<br>(Coarse Clay)                     |
| 8-4                    | Kerikil Halus<br>(Fine Gravel)                  | 1/512-1/1024                   | Lempung Sedang<br>(Medium Clay)                    |
| 4-2                    | Kerikil Sangat Halus<br>(Very Fine Gravel)      | 1/1024-1/2048                  | Lempung Halus<br>(Fine Clay)                       |
| 2-1                    | Pasir Sangat Kasar (Very<br>Coarse Sand)        | 1/2048-1/4096                  | Lempung Sangat<br>Halus (Very Fine<br>Clay) Koloid |

Sumber : Garde & Raju, 1985

Dengan mengasumsikan konsentrasi sedimen disemua bagian panjang melintang sama, maka Asdak (2007) menyatakan :

$$Q_s = 0,0864 \times C \times Q \quad (2.3)$$

Keterangan :

$Q_s$  = Debit sedimen (t/hr)

$C$  = Konsentrasi sedimen

$Q$  = Debit sungai ( $m^3/dtk$ )

Menurut ukurannya sedimen dapat dikelompokkan menjadi beberapa jenis yaitu :

Tabel 2.2 Klasifikasi Ukuran Partikel Sedimen

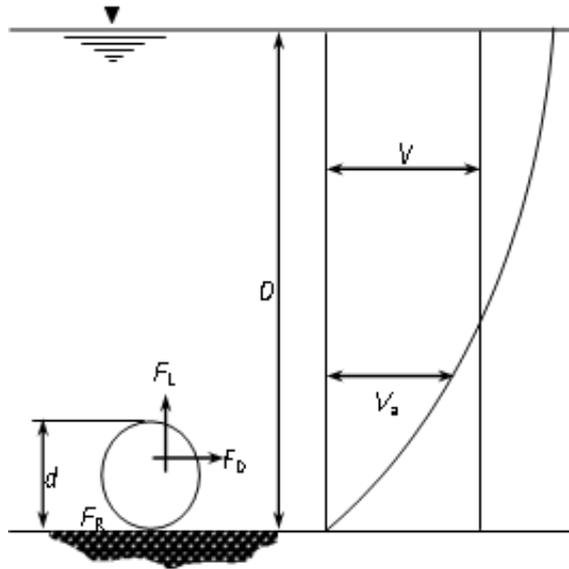
| Jenis Sedimen | Ukuran Partikel (mm) |
|---------------|----------------------|
| Liat          | <0,0039              |
| Abu           | 0,0039 – 0,0625      |
| Pasir         | 0,0625 – 2,00        |
| Pasir besar   | 2,00 – 64            |

Sumber : Asdak (2007)

### 2.3.3 Permulaan Gerak Butir Sedimen

Gaya yang bekerja pada suatu partikel sedimen bundar (*spherical*) pada dasar saluran terbuka dapat dilihat pada gambar 5, hampir setiap kriteria permulaan gerak butir diturunkan dari pendekatan tegangan geser ataupun kecepatan arus. Gaya yang bekerja pada butiran sedimen (*non kohesif*) dalam air :

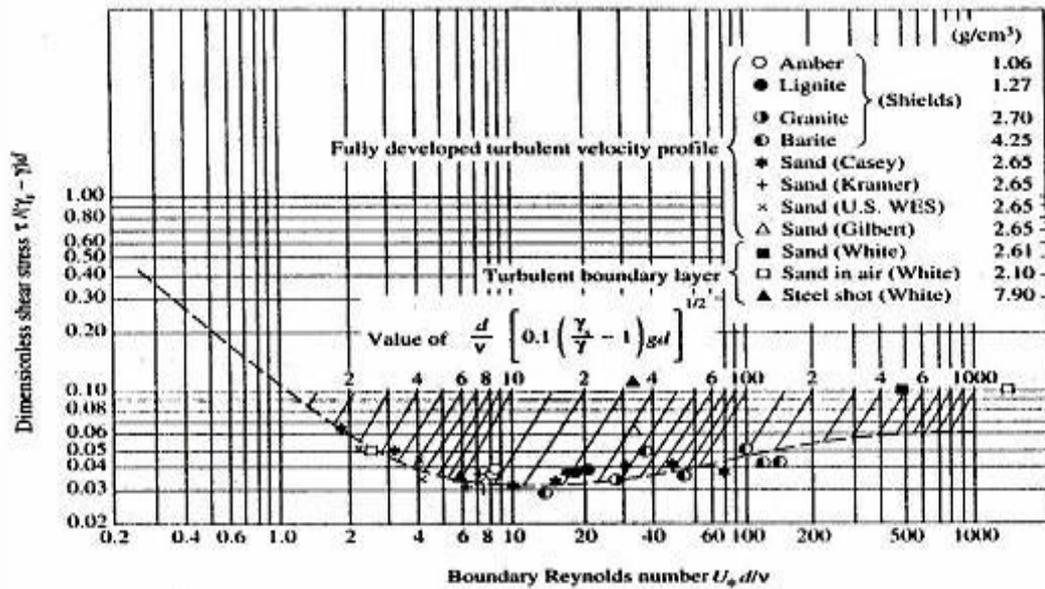
1. Gaya berat di air (*submerged weight,  $W_s$* )
2. Gaya yang menahan (*resistance force,  $F_s$* )
3. Gaya angkat (*lift force,  $F_L$* )
4. Gaya seret (*drag force,  $F_D$* )



Gambar 2.3 Permulaan Gerak Butir

Teori permulaan gerak dengan pendekatan tegangan geser menurut Shield, 1936 dapat dilihat pada grafik di Gambar 6. Secara umum sangat sulit untuk menghitung secara analitik berapa besar gaya-gaya yang bekerja pada partikel sedimen, sehingga dengan melakukan analisis dimensi dari beberapa parameter sehingga dapat membuat diagram permulaan gerak dengan pendekatan tegangan geser.

Faktor yang berpengaruh dalam penetapan permulaan gerakan butir antara lain adalah tegangan geser, perbedaan rapat masa air dengan rapat massa sedimen, diameter partikel, angka kekentalan kinetik dan grafitasi bumi.



Gambar 2.4 Grafik Tegangan Geser ( Rubawi, 2017)

Data ukuran butir partikel sedimen banyak digunakan untuk berbagai keperluan. Metode yang digunakan untuk menganalisa ukuran butiran yaitu dengan cara ayakan. Dengan cara ayakan ini digunakan satu set ayakan dan pengukuran dilakukan dengan 2 cara meliputi : cara ayakan kering, digunakan bila contoh/sampel terdiri dari pasir lepas sehingga tidak menggumpal. Cara ayakan basah, digunakan bila contoh/sampel banyak mengandung fraksi – fraksi halus sehingga sukar untuk dipisahkan (Soewarno, 1991).

Tegangan Geser Dasar, Permulaan gerak butiran sedimen dasar merupakan awal mula angkutan sedimen. Salah satu faktor yang menyebabkan permulaan gerak sedimen adalah kecepatan. Kecepatan efektif untuk menggerakkan butiran dinyatakan dalam rumus berikut :

$$U_* = (g \cdot h \cdot I)^{0,5} \quad (2.4)$$

Keterangan

$U_*$  = Kecepatan geser (m/dt)

$g$  = Gravitasi (m/dt<sup>2</sup>)

$h$  = kedalaman aliran (m)

$I$  = Kemiringan saluran

Kecepatan geser tersebut digunakan untuk menentukan bilangan *Reynolds* yang terjadi. Rumus bilangan *Reynolds* adalah sebagai berikut :

$$Re = \frac{u \times D}{\nu} \quad (2.5)$$

Keterangan :

Re = Bilangan *Reynolds*

U\* = Kecepatan geser (m/dt)

D = Kedalaman aliran (m)

V = Viskositas (m<sup>2</sup>/dt)

Setelah bilangan *Reynolds* didapatkan, selanjutnya digunakan untuk menentukan dimensi tegangan geser (F\*) dengan menggunakan diagram *Shields*. Rumus dimensi tegangan geser adalah sebagai berikut :

$$F^* = \frac{r_c}{(\rho_s - \rho_w) D_s} \quad (2.6)$$

Keterangan :

F\* = Dimensi tegangan geser

r<sub>c</sub> = Tegangan geser kritis (kg/m<sup>2</sup>)

ρ<sub>s</sub> = Berat jenis butiran sedimen (kg/m<sup>3</sup>)

ρ<sub>w</sub> = Berat jenis air (kg/m<sup>3</sup>)

D<sub>s</sub> = Diameter butiran sedimen (m)

Sedangkan tegangan geser yang terjadi dapat dicari dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$r_o = \rho_w \times g \times H \times I \quad (2.7)$$

Keterangan :

r<sub>o</sub> = Tegangan geser (kg/m<sup>2</sup>)

g = Gravitasi (m/dt<sup>2</sup>)

ρ<sub>w</sub> = Berat jenis air (kg/m<sup>3</sup>)

H = Kedalaman saluran (m)

I = Kemiringan dasar saluran

Setelah semua sudah didapatkan hasilnya maka dapat dilihat pergerakannya pada ketentuan di bawah ini apabila :

$r_o > r_c$  maka butiran bergerak

$r_o = r_c$  maka butiran mulai bergerak (kondisi kritis)

$r_o < r_c$  maka butiran diam

#### 2.3.4 Mekanisme Pergerakan Sedimen

Sungai adalah jalur permukaan aliran diatas permukaan bumi yang selain mengalirkan air, juga mengangkut sedimen yang terbendung dalam air sungai tersebut. Gerakan butiran tanah atau butiran pasir secara individual akibat tertimpa titik-titik hujan atau mendorong aliran air dalam alur-alur kecil tersebut gerakan fluvial (*fluvial movement*). Gaya gaya yang menyebabkan bergeraknya butiran kerikil yang terdapat diatas permukaan dasar sungai dan gaya geser serta gaya angkat yang dihasilkan oleh kekuatan air sungai.

Gerakan massa sedimen adalah gerakan air bercampur masa sedimen dengan konsentrasi yang sangat tinggi, di sungai arus deras, di daerah lereng-lereng pegunungan atau gunung berapi. Gerakan sedimen ini disebut sedimen luruh yang biasanya dapat terjadi didalam alur sungai arus deras (*torrent*) yang kemiringan dari  $15^\circ$ .

Bahan utama sedimen luruh biasanya terdiri dari pasir atau lumpur yang bercampur kerikil dan batu-batu dari berbagai proporsi dan ukuran. Ukuran batu-batu yang terdapat pada sedimen luruh sangat bervariasi mulai dari beberapa cm sampai m. Sedimen luruh yang bahannya berasal dari pelapukan batuan yang sebagian besar berupa pasir disebut lumpur luruh (*san flow*) yang sebagian besar berupa lumpur disebut lumpur luruh (*mud flow*). Selain itu sedimen luruh yang bahannya berasal dari letusan gunung berapi disebut banjir lahar dingin atau hanya dengan sebutan banjir lahar.

Mekanisme pengangkutan butir-butir tanah yang dibawa dalam air yang mengalir dapat digolongkan menjadi beberapa bagian sebagai berikut :

1. Wash Load Transport atau angkutan sedimen cuci, yaitu bahan *wash load* berasal dari pelapukan lapisan pelapukan lapisan permukaan tanah yang menjadi lepas beberapa debu-debu halus selamamusim kering ini, selanjutnya di bawa masuk kesungai baik oleh angin maupun oleh air hujan yang turun pertama pada musim hujan, sehingga jumlah sedimen pada awal musim hujan lebi, sehingga jumlah sedimen pada awal musim hujan lebih banyak dibandingkan dengan keadaan lain.
2. Suspended load transport atau angkutan sedimen layang. Yaitu butir-butir tanah bergerak melayang dalam air. Gerakan butir-butir tanah ini terus menerus di kompresir oleh gerak turbulensi aliran sehingga butir-butir tanah bergerak melayang di atas saluran. Bahan *suspended load* terjadi dari pasir halus yang bergerak akibat pengaruh turbulensi aliran, debit, dan kecepatan aliran. Semakin besar debit maka semakin besar pula angkutan *suspended load*.
3. Saltation load transport atau angkutan sedimen loncat, yaitu pergerakan butir-butir tanah yang bergerak dalam aliran air antara pergerakan *suspended load* dan *bed load*. Butir-butir tanah bergerak secara terus menerus meloncat-loncat (*skip*) dan melambung (*bounce*) sepanjang saluran tanpa menyentuh dasar saluran.
4. *Bed load transport* atau angkutan sedimen dasar, yaitu merupakan angkutan butir-butir tanah yang berupa pasir kasar (*Coarse sand*) yang bergerak secara menggelinding (*rolling*), mendorong dan menggeser (*pushing and sliding*) terus menerus pada dasar aliran yang pergerakannya dipengaruhi oleh adanya gaya seret (*drag force*) gerakan ini kadang-kadang dapat sampai jarak tertentu yang ditandai bercampurnya butiran partikel tersebut bergerak kearahhilir (soewarno, 1991)

## 2.4 Debris Flow

Aliran debris adalah aliran air sungai dengan konsentrasi sedimen tinggi pada sungai dengan kemiringan sangat curam. Aliran sungai ini seringkali membawa batu-batu besar dan batang-batang pohon. Kecepatan aliran debris dengan sedimen material kasar mempunyai kecepatan 2-20 m/dtk (*Varnes, 1978*). Aliran debris didefinisikan sebagai gerakan massa berupa bahan anorganik dan organik kasar bercampur aliran air yang mengalir cepat pada saluran curam yang sudah ada (*Van Dine, 1996*).

Aliran debris terdiri dari bahan halus (pasir, debu dan liat), bahan kasar (batu, kerikil dan batu) yang bercampur dengan aliran air yang mengalir dengan kecepatan tinggi. Aliran debris bergerak menuruni lereng bergelombang ke bawah secara gravitasi, biasanya terjadi setelah keruntuhan material tebing secara tiba-tiba (*Cardoso dan Landa, 2011*).

Dengan kecepatan yang demikian, aliran ini mampu mengangkat bongkahan batu besar dan mampu menggeser konstruksi jembatan dan pemukiman yang dilaluinya. Sumber Aliran Debris yaitu :

- a. Hujan yang deras
- b. Longsor
- c. Letusan gunung berapi
- d. Gempa bumi

PWRI Sabo Technical Centre dalam Sugeng Wiratno (2006) mengklasifikasikan aliran debris kedalam dua tipe aliran yaitu :

1. Aliran debris tipe batuan (sand-gravel type debris flow) yaitu aliran debris yang banyak mengandung kerikil dan batubatuan besar.
2. Aliran debris tipe lumpur (mud-flow type debris flow) yang sering disebut sebagai mud flow, yaitu aliran debris yang banyak mengandung pasir, kerikil dan batu-batuan kecil kadang-kadang disertai batuan besar.

Aliran debris mempunyai karakteristik sebagai berikut (Sugeng Wiratno, 2006) :

1. Aliran debris mengalir dengan kecepatan tinggi 5-10 m/dtk untuk sand-gravel type debris flow dan 10-20 m/dtk untuk mud-flow type debris flow.
2. Aliran debris di bagian depan disebut kepala aliran (head) sedangkan di bagian belakang disebut ekor aliran (tail).
3. Aliran debris yang mengangkut bahan rombakan baik berupa bebatuan dengan berbagai ukuran maupun batang-batang kayu. Bagian depan aliran pada umumnya terdiri dari batuan besar dan batang-batang kayu sehingga mempunyai daya rusak tinggi.
4. Aliran debris terjadi secara mendadak hingga sulit diperkirakan sebelumnya dan tanpa tanda-tanda. Sulit memberi informasi peringatan sedini mungkin pada masyarakat untuk menghindar.

Aliran debris bergerak dari tempat ketinggian yang mengalir di dasar sungai yang merupakan gerakan kolektif dari material campuran batu, kerikil, pasir, maupun kayu yang bergerak bersama-sama akibat gaya berat kumpulan materialnya. Cahyono, J. (2012) dan Takahashi (2007) menyatakan bahwa aliran debris adalah aliran air yang bercampur dengan berbagai macam material batu, pasir, kayu yang bergerak akibat pengaruh gaya gravitasi sehingga mempunyai daya mobilitas yang besar.

Berdasarkan penelitian sebelumnya (Takahashi, 2007) diperoleh informasi mengenai karakteristik aliran debris, sebagai berikut:

- a. Bagian depan aliran debris terdiri dari batu-batu berukuran besar dengan kandungan sedikit air, mengalir menyerupai mesin pengebor serta ketebalan alirannya meningkat sangat cepat.
- b. Bagian depan aliran debris tersebut hanya berlangsung beberapa detik, kemudian diikuti aliran lumpur yang lama kelamaan mengecil seiring dengan turunnya debit aliran.
- c. Kecepatan terbesar terjadi di bagian tengah aliran.

Analisis mekanika aliran debris memerlukan perhitungan gaya-gaya yang bekerja dalam aliran debris. Oleh karena aliran debris terdiri dari partikel kasar dengan konsentrasi yang tinggi bercampur air atau lumpur halus, maka gaya-gaya yang bekerja dalam aliran disebabkan oleh, antara lain:

1. Tumbukan antar partikel-partikel kasar.
2. Olakan partikel kasar bercampur lumpur halus.
3. Kelekatan antar partikel-partikel karena konsentrasi partikel-partikel kasar lebih tinggi dibandingkan partikel-partikel yang lebih disekitarnya.
4. Perubahan cairan interstisial (air campur lumpur halus yang sangat kental) menjadi partikel-partikel padat dan air
5. Gerakan partikel-partikel padat dalam cairan.

## 2.5 Sedimentasi

Sedimentasi adalah suatu proses penampungan, penggelindingan, penyeretan atau pemercikan jarak-jarak tanah hasil pemecahan dan telah terlepas disaluran tubuh tanahnya, menemouh rentang jarak tertentu sampai tertahan di tempat pengendapan (*Yang, 1996; Wulandari, 1999*).

Erosi dan sedimen merupakan proses terlepasnya butiran tanah dari induknya dari suatu tempat terangkutnya material tersebut oleh gerakan air atau angin kemudian diikuti oleh pengendapan material yang terjadi di tempat lain (*Bersumber Jurnal Teknik Sipil Universitas Hasanuddin*).

Sedimentasi dan erosi adalah dua hal yang sangat berkaitan erat. Erosi dan sedimentasi dapat disebabkan oleh beberapa factor yaitu, air dan glitser. Beberapa dampak sedimentasi yang merupakan akibat dari erosi antara lain :

1. Di sungai, pengendapan sedimen didasar sungai menyebabkan naiknya dasar sungai, kemudian menyebabkan tingginya muka air sehingga sering terjadi banjir.
2. Di waduk, pengendapan sedimen di waduk dapat mengurangi volume tampungannya
3. Di saluran, saluran irigasi yang di penuh sedimen tentu membutuhkan

biaya yang tidak sedikit untuk melakukan proses pengerukan.

4. Di bendungan atau pintu air, pintu-pintu air yang dipenuhi sedimen akan berakibat sulitnya mengoperasikan pintu air itu sendiri.

Dari proses sedimentasi hanya sebagian sedimen yang diangkut keluar dari daerah irigasi, sedangkan yang lain mengendap di lokasi tertentu dari saluran. (Suhartono, 2011)

## 2.6 Bangunan Pengendali Sedimen (*Check dam*)

Bangunan *Check dam* merupakan salah satu bangunan pengendali sedimen yang cukup penting. Bangunan *check dam* sudah banyak dibangun dan sangat terkenal pada banyak negara seperti Jepang, Italia, China, Nepal, Venezuela, Swiss, Indonesia dan lain-lain. Oleh karena itu, pemahaman tentang perilaku cek dam sebagai bangunan pengendali sedimen sangat diperlukan.

*Check dam* dapat juga berfungsi untuk mengurangi debit dari aliran debris dan untuk memantapkan dasar sungai oleh material sedimen yang terkandung dalam aliran debris (Garcia dkk., 2007; Luan dkk., 2010; Mizuyama, 2008; Osti dkk., 2007; Zeng dkk., 2009).

*Check dam* dapat di bagi atas 2 (dua) jenis yaitu jenis tertutup dan jenis terbuka. *Check dam* tertutup dibangun dengan menggunakan material beton. *Check dam* tipe tertutup dapat berfungsi secara efektif untuk mengendalikan aliran debris jika daerah tampungannya dalam keadaan belum terisi sedimen (Mizuyama dkk, 1995; Mizuyama dkk, 2000; Shrestha dkk, 2007). Namun seringkali *Check dam* tipe ini kurang efektif menahan sedimen karena keterbatasan permeabilitas dan ruang tampungan yang sempit. Mempertahankan kapasitas tampungan yang efektif akan membutuhkan upaya pengerukan dan penggalian dasar sungai di ruang tampungan sedimen sehingga menurunkan nilai kelayakan teknis dan ekonomis (Mizuyama, 2008; Osti dkk, 2007; Osti dan Egashira, 2008).

*Check dam* tipe terbuka dapat dibedakan dalam beberapa bentuk, seperti tipe beam, tipe slit dan tipe grid (Armanini dan Lacher, 2001; Lien, 2003; Wu dan Chan, 2003). *Check dam* tipe ini dapat berfungsi untuk

menahan aliran debris melalui tangkapan pada bukaan akibat material besar dan panjang yang saling mengunci selama terjadi banjir atau aliran debris. Namun sedimen akan melimpas bila aliran sudah mulai mengecil.

Banyak peneliti seperti Armanini dan Larcher (2001), Mizuno dkk (2000), Hirouchi dkk (2009), Shibuya dkk (2009), dan yang lainnya telah membuat experiment dengan model *Check dam* tipe terbuka dalam flume. Namun pemahaman tentang cek dam terbuka masih terus dipelajari. Pengujian terhadap *Check dam* terbuka bukan hanya terhadap kemampuan menahan sedimen, tetapi juga terhadap kemampuan untuk melakukan pembilasan dan pengosongan secara mandiri pada daerah tampungan. Hal ini sangat berpengaruh terhadap pemeliharaan lingkungan sungai dimana *Check dam* dibangun.

Analisis data dalam penelitian ini dilakukan dengan cara sebagai berikut :

1. Perhitungan Koefisien Debit (Q)

$$Q = A \cdot V \quad (2.8)$$

2. Perhitungan Angka Froude (Fr)

$$Fr = \frac{v}{\sqrt{g \cdot h}} \quad (2.9)$$

3. Perhitungan Bilangan Reynold (Re)

$$Re = \frac{v(2 \cdot r_o)}{\nu} \quad (2.10)$$

4. Perhitungan Tegangan Geser ( $r_o$ ) dan Tegangan Kritis ( $r_c$ )

- a. Perhitungan Tegangan Geser ( $r_o$ )

$$r_o = \rho_w \cdot g \cdot H \cdot I \quad (2.11)$$

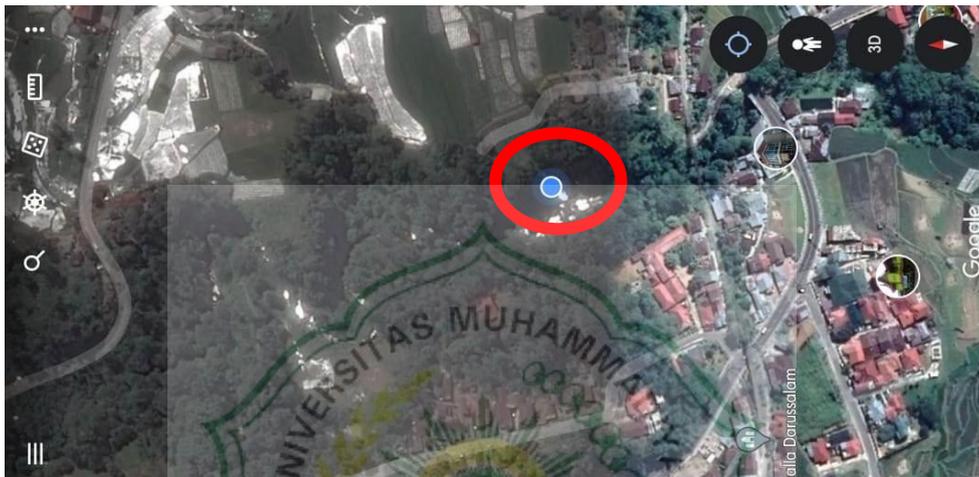
- b. Perhitungan Tegangan Kritis ( $r_c$ )

$$F_* = \frac{c_c}{(\rho_s - \rho_w) \cdot D_s} \quad (2.12)$$

## BAB III METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1 Lokasi Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada pekerjaan Irigasi Lubuk Janggan Kelurahan Ngalau Kota Padang Panjang, Sungai DAS Talang Padang Panjang.



Gambar 3.1 Lokasi Penelitian  
Sumber : *Google Maps* (19 Maret 2021)

### 3.2 Data Penelitian

Tipe riset yang digunakan merupakan Eksperimental, dimana keadaan tersebut terbuat serta diatur oleh periset dengan mengacu pada literatur-literatur yang berkaitan dengan riset tersebut, dan terdapatnya kontrol dengan tujuan buat menyelidiki terdapat tidaknya ikatan karena akibat dan berapa besar ikatan karena akibat tersebut dengan membagikan perlakuan-perlakuan tertentu pada sebagian kelompok eksperimental serta menyelidiki kontrol buat perbandingan.

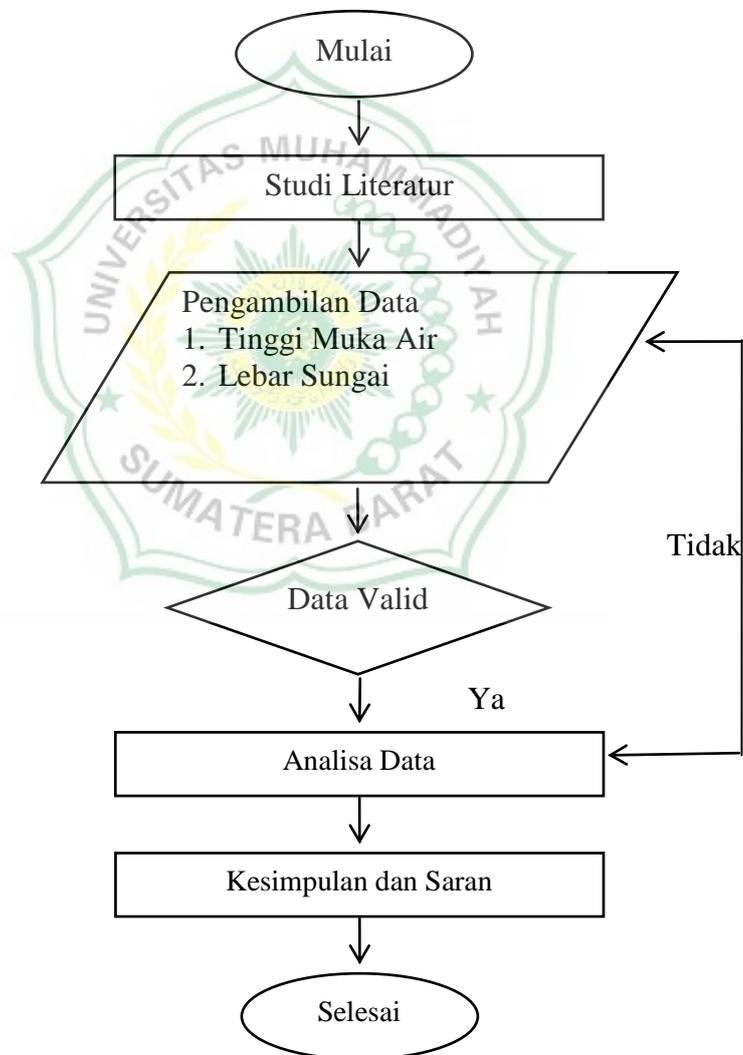
### 3.3 Metode Analisis Data

Data lapangan yang didapat dijadikan sebagai bahan untuk menganalisa terhadap penelitian yang relevan dan mendukung menganalisa hasil penelitian sesuai tujuan dan sasaran penelitian.

Analisis data dalam penelitian ini dilakukan dengan cara sebagai berikut :

1. Perhitungan Koefisien Debit (Q)
2. Perhitungan Angka Froude (Fr)
3. Perhitungan Bilangan Reynold (Re)
4. Perhitungan Tegangan Geser ( $r_o$ ) dan Tegangan Kritis ( $r_c$ )
  - a. Perhitungan Tegangan Geser ( $r_o$ )\
  - b. Perhitungan Tegangan Kritis ( $r_c$ )

### 3.4 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian

## BAB IV

### ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Analisis Perhitungan

##### 4.1.1 Analisis Perhitungan Debit

Debit dalam hidrologi adalah laju alir volumetrik air dengan sejumlah sedimen padatan, mineral terlarut, dan bahan biologis yang ikut bersama air melalui luas penampang melintang tertentu.

$$Q = C1. C2. A. V. 1000$$

$$Q = 0,9 \times 0,8 \times 0,008 \times 0,003 \times 1000 \\ = 0,01728 \text{ m}^3/\text{s}$$

Hasil dari rekapitulasi analisis perhitungan debit Lubuk Janggan dapat dilihat pada tabel 4.1.

Tabel 4.1 Rekapitulasi Analisis Perhitungan Debit Lubuk Janggan

| No. | Kecepatan (v) (m/s) | Luas Penampang (A)(m <sup>2</sup> ) | Debit (Q) (m <sup>3</sup> /s) |
|-----|---------------------|-------------------------------------|-------------------------------|
| P1  | 0.003               | 0.008                               | 0.01728                       |
| P2  | 0.003               | 0.018                               | 0.03888                       |
| P3  | 0.003               | 0.024                               | 0.05184                       |
| P4  | 0.003               | 0.024                               | 0.05184                       |
| P5  | 0.003               | 0.027                               | 0.05832                       |
| P6  | 0.003               | 0.027                               | 0.05832                       |
| P7  | 0.003               | 0.021                               | 0.04536                       |
| P8  | 0.003               | 0.018                               | 0.04536                       |
| P9  | 0.003               | 0.018                               | 0.03888                       |
| P10 | 0.003               | 0.008                               | 0.01728                       |

Sumber: Hasil Perhitungan 2021

##### 4.1.2 Analisis Perhitungan Bilangan *Froude*

Bilangan *Froude* diartikan sebagai kecepatan rata-rata di bagi akar gravitasi dan kedalaman air. Hasil rekapitulasi bilangan *Froude* (Fr)

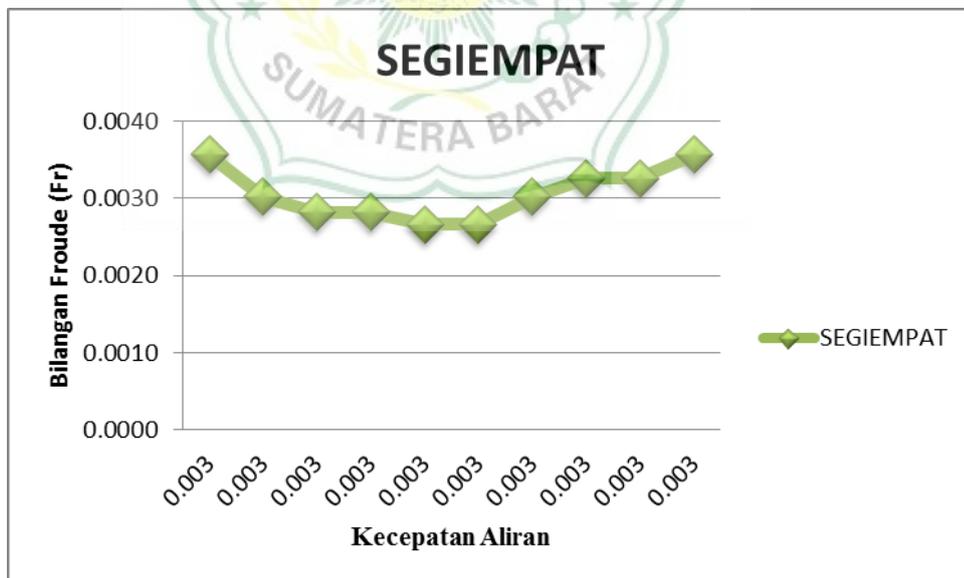
dari bentuk segiempat, debit dan waktu dapat dilihat pada tabel 4.2.

Tabel 4.2 Rekapitulasi Bilangan *Froude* (Fr) Tipe Segiempat

| No  | Segiempat        |                | Keterangan       |
|-----|------------------|----------------|------------------|
|     | Kecepatan<br>(v) | Froude<br>(Fr) |                  |
| P1  | 0.003            | 0.0036         | Aliran Subkritis |
| P2  | 0.003            | 0.0030         | Aliran Subkritis |
| P3  | 0.003            | 0.0028         | Aliran Subkritis |
| P4  | 0.003            | 0.0028         | Aliran Subkritis |
| P5  | 0.003            | 0.0027         | Aliran Subkritis |
| P6  | 0.003            | 0.0027         | Aliran Subkritis |
| P7  | 0.003            | 0.0030         | Aliran Subkritis |
| P8  | 0.003            | 0.0033         | Aliran Subkritis |
| P9  | 0.003            | 0.0033         | Aliran Subkritis |
| P10 | 0.003            | 0.0036         | Aliran Subkritis |

Sumber: Hasil Perhitungan 2021

Berikut adalah grafik hubungan kecepatan aliran (v) dan bilangan Froude pada gambar 4.1.



Gambar 4.1 Grafik Hubungan Kecepatan Aliran dan Bilangan *Froude* (Fr)

Sumber: Hasil Perhitungan 2021

Dari grafik 4.1 dapat disimpulkan bahwa angka Froude tertinggi terdapat pada bangunan segiempat dengan nilai  $Fr = 0,0036$  dengan waktu  $(t) = 2$  menit. Dari bilangan Froude diatas dapat diketahui bahwa semua bentuk checkdam memiliki aliran Subkritis.

#### 4.1.3 Analisis Perhitungan Bilangan Reynolds

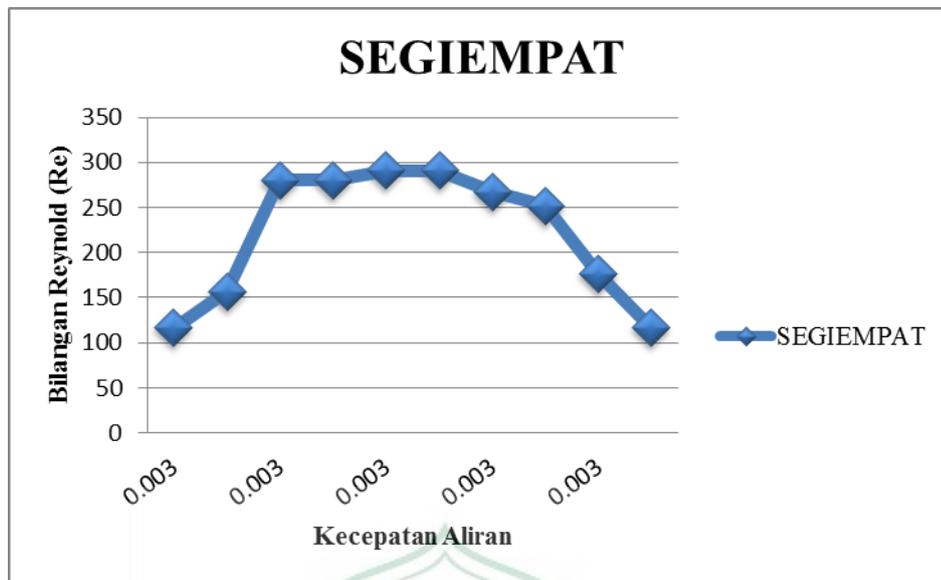
Aliran pada saluran terbuka pada dasarnya ditentukan oleh keadaan atau perilaku yang mempengaruhi kekentalan dan gravitasi. Pengaruh kekentalan (viscosity) aliran dapat bersifat laminer, turbulen, dan transisi yang tergantung pada pengaruh kekentalan relative. Hasil rekapitulasi bilangan Reynolds (Re) dari bentuk segiempat, debit dan waktu dapat dilihat pada tabel 4.3.

Table 4.3 Rekapitulasi Bilangan Reynolds (Re) dengan Tipe Segiempat

| No  | Segiempat     |              | Keterangan     |
|-----|---------------|--------------|----------------|
|     | Kecepatan (v) | Reynold (Re) |                |
|     | (m/s)         |              |                |
| P1  | 0.003         | 116          | Aliran Laminar |
| P2  | 0.003         | 156          | Aliran Laminar |
| P3  | 0.003         | 280          | Aliran Laminar |
| P4  | 0.003         | 280          | Aliran Laminar |
| P5  | 0.003         | 291          | Aliran Laminar |
| P6  | 0.003         | 291          | Aliran Laminar |
| P7  | 0.003         | 267          | Aliran Laminar |
| P8  | 0.003         | 252          | Aliran Laminar |
| P9  | 0.003         | 176          | Aliran Laminar |
| P10 | 0.003         | 116          | Aliran Laminar |

Sumber: Hasil Perhitungan 2021

Berikut adalah grafik 4.3 hubungan kecepatan aliran (v) dan bilangan Reynold.



Gambar 4.2 Grafik Hubungan Kecepatan aliran dan Reynold (Re)  
Sumber: Hasil Perhitungan 2021

Dari grafik diatas dapat disimpulkan bahwa nilai bilangan reynold tertinggi terdapat pada bangunan *check dam* type Segiempat dengan  $Re = 291$  dengan waktu 2 menit. Dari angka reynold tersebut dapat diketahui bahwa semua bangunan memiliki pola aliran Laminar.

#### 4.1.4 Analisis tegangan geser ( $\tau_0$ ) dan tegangan kritis ( $\tau_c$ )

Pergerakan sedimen dimaksudkan untuk mengetahui pergerakan sedimen akibat fluktuasi debit, menganalisa pergerakan sedimen akibat fluktuasi debit dengan menggunakan rumus yang telah dibahas pada tinjauan pustaka.

$$\begin{aligned}
 &\text{Perhitungan tegangan geser dasar } (\tau_0) \\
 &= \rho_w \times g \times h \times I \\
 &= 1000 \times 9,81 \times 0,050 \times 0,005 \\
 &= 2,45 \text{ kg/m}^2
 \end{aligned}$$

Perhitungan tegangan geser kritis ( $\tau_c$ )

Dari grafik Shield = 0,12 tegangan geser kritis dapat dilihat pada lampiran.

$$\begin{aligned} &= 0,12 \times (\rho_s - \rho_w) \times g \times S \\ &= 0,12 \times (2650 - 1000) \times 9,81 \times 0,005 \\ &= 20,213 \text{ kg/m}^2 \end{aligned}$$

Perhitungan Kecepatan Geser Kritis ( $U_{*c}$ ):

$$\begin{aligned} U_{*c} &= (h \times I \times g)^{1/2} \\ U_{*c} &= (0,050 \times 0,005 \times 9,81)^{1/2} \\ U_{*c} &= 0,0012 \text{ m/det} \end{aligned}$$

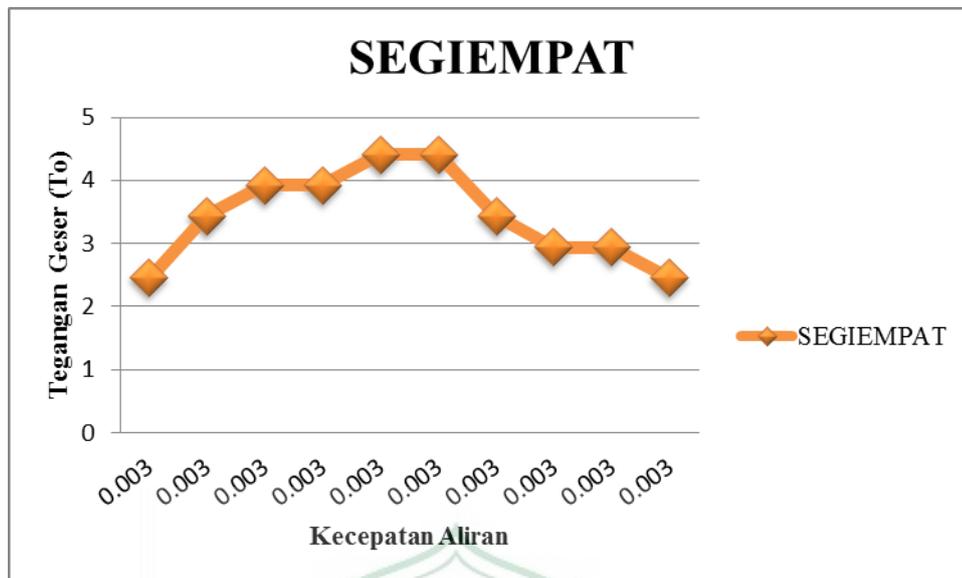
Untuk perhitungan selanjutnya dapat dilihat pada lampiran, dan untuk rekapitulasi hasil  $\tau_o$  dan  $\tau_c$  dapat dilihat pada tabel 4.4.

Tabel 4.4 Rekapitulasi Perhitungan  $\tau_o$  dengan Tipe Segiempat

| No  | Segiempat     |          |
|-----|---------------|----------|
|     | Kecepatan (V) | $\tau_o$ |
|     | (m/s)         |          |
| P1  | 0.003         | 2.45     |
| P2  | 0.003         | 3.43     |
| P3  | 0.003         | 3.92     |
| P4  | 0.003         | 3.92     |
| P5  | 0.003         | 4.41     |
| P6  | 0.003         | 4.41     |
| P7  | 0.003         | 3.43     |
| P8  | 0.003         | 2.94     |
| P9  | 0.003         | 2.94     |
| P10 | 0.003         | 2.45     |

Sumber: Hasil Perhitungan 2021

Berikut adalah grafik 4.3 hubungan antara Kecepatan aliran ( $v$ ) dan tegangan geser ( $\tau_0$ ) dengan waktu 2 menit pengaliran.



Gambar 4.3 Hubungan Kecepatan Aliran Dengan Tegangan Geser ( $\tau_0$ )  
Sumber: Hasil Perhitungan 2021

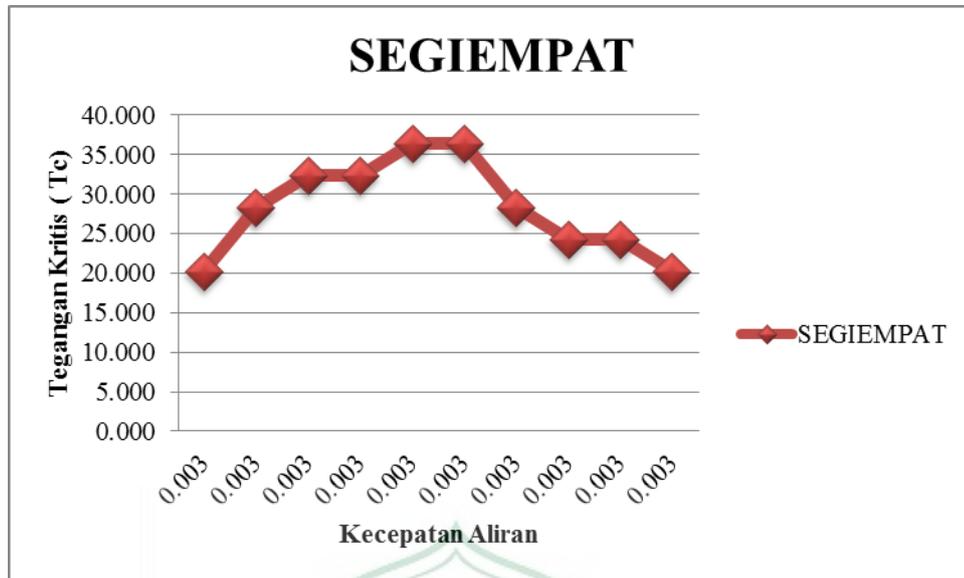
Dari grafik di atas dapat disimpulkan bahwa angka tertinggi tegangan geser terdapat pada bangunan type segiempat dengan nilai  $4,41 \text{ kg/m}^2$ .

Tabel 4.5 Rekapitulasi Perhitungan  $\tau_c$  dengan segiempat

| No  | Segiempat            |        |
|-----|----------------------|--------|
|     | Kecepatan<br>( $v$ ) | $T_c$  |
|     | (m/s)                |        |
| P1  | 0.003                | 20.213 |
| P2  | 0.003                | 28.298 |
| P3  | 0.003                | 32.340 |
| P4  | 0.003                | 32.340 |
| P5  | 0.003                | 36.383 |
| P6  | 0.003                | 36.383 |
| P7  | 0.003                | 28.298 |
| P8  | 0.003                | 24.255 |
| P9  | 0.003                | 24.255 |
| P10 | 0.003                | 20.213 |

Sumber : Hasil Perhitungan 2021

Berikut adalah grafik 4.4 hubungan antara Kecepatan aliran ( $v$ ) dan tegangan kritis ( $\tau_c$ ) dengan waktu 2 menit pengaliran.



Gambar 4.4 Hubungan kecepatan dengan tegangan kritis ( $\tau_c$ )  
Sumber: Hasil Perhitungan 2021

Dari grafik di atas dapat disimpulkan bahwa angka tertinggi tegangan kritis terdapat pada bangunan type segiempat dengan nilai 36,383 kg/m<sup>2</sup>.

Hasil perhitungan lengkap dari tabel 4.6.

1. Kecepatan

Kecepatan adalah hasil dari lebar penampang per waktu, maka:

$$\begin{aligned}
 V &= l/t \\
 &= 0,3 / 120 \\
 &= 0.003 \text{ m/s}
 \end{aligned}$$

2. Luas Penampang

Pada aliran ini terdapat beberapa penampang yaitu penampang berbentuk segitiga dan trapesium, maka:

$$\begin{aligned}
 A &= (a \times t)/2 \\
 &= (0,3 \times 0,05) / 2 \\
 &= 0,008 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

3. Debit

Debit dalam hidrologi adalah laju alir volumetrik air dengan sejumlah sedimen padatan, mineral terlarut, dan bahan biologis yang ikut bersama air melalui luas penampang melintang, maka:

$$\begin{aligned} Q &= C1. C2. A. V. 1000 \\ Q &= 0,9 \times 0,8 \times 0,008 \times 0,003 \times 1000 \\ &= 0,01728 \text{ m}^3/\text{s} \end{aligned}$$

4. Keliling basah

Keliling basah adalah panjang garis pertemuan antara cairan dan batas penampang melintang saluran yang tegak lurus dengan arah saluran, maka:

$$\begin{aligned} P &= 2h (\sqrt{1+z^2}) \\ &= 2 \times 0,05 (\sqrt{1+1,5^2}) \\ &= 0,180 \text{ m} \end{aligned}$$

5. Jari-Jari Hidrolis

Jari-jari hidrolis adalah luas penampang dibagi keliling basah. Kedalaman hidrolis dari suatu penampang aliran adalah luas penampang dibagi lebar permukaan, maka:

$$\begin{aligned} R &= P/A \\ &= 0,180 / 0,008 \\ &= 0,04 \text{ m} \end{aligned}$$

6. Bilangan Froude

Bilangan Froude diartikan sebagai kecepatan rata-rata di bagi akar gravitasi dan kedalaman air, maka:

$$\begin{aligned} F_r &= \frac{v}{\sqrt{g \cdot h}} \\ &= 0,003 / \sqrt{9,8 \times 0,05} \\ &= 0,0036 \end{aligned}$$

## 7. Bilangan Reynold

Aliran pada saluran terbuka pada dasarnya ditentukan oleh keadaan atau perilaku yang mempengaruhi kekentalan dan gravitasi. Pengaruh kekentalan (viscosity) aliran dapat bersifat laminar, turbulen, dan transisi yang tergantung pada pengaruh kekentalan relative, maka:

$$\begin{aligned} R_e &= v.r/\mu \\ &= (0,003 \times 0,04) / 0,893 \times 10^{-6} \\ &= 116 \end{aligned}$$



Tabel 4.6 Hasil Perhitungan Lengkap Bilangan Froude dan Reynold

| No. | Waktu (t ) | Kecepatan (v) | Luas Penampan g (A) | Tinggi muka Air (h) | Debit (Q)           | Keliling Basah(P) | Jari Jari Hidrolis ( R ) | Suhu (C°) | Viskositas 10                     | Froude (Fr) | Ket              | Reynold (Re) | Keterangan     |
|-----|------------|---------------|---------------------|---------------------|---------------------|-------------------|--------------------------|-----------|-----------------------------------|-------------|------------------|--------------|----------------|
|     | (s)        | (m/s)         | (m <sup>2</sup> )   | (m)                 | (m <sup>3</sup> /s) | (m)               | (m)                      |           | <sup>-6</sup> m <sup>2</sup> /det |             |                  |              |                |
| P1  | 120        | 0.003         | 0.008               | 0.05                | 0.01728             | 0.180             | 0.04                     | 25        | 0.893                             | 0.0036      | Aliran Subkritis | 116          | Aliran Laminar |
| P2  | 120        | 0.003         | 0.018               | 0.07                | 0.03888             | 0.322             | 0.06                     | 25        | 0.893                             | 0.0030      | Aliran Subkritis | 156          | Aliran Laminar |
| P3  | 120        | 0.003         | 0.024               | 0.08                | 0.05184             | 0.240             | 0.10                     | 25        | 0.893                             | 0.0028      | Aliran Subkritis | 280          | Aliran Laminar |
| P4  | 120        | 0.003         | 0.024               | 0.08                | 0.05184             | 0.240             | 0.10                     | 25        | 0.893                             | 0.0028      | Aliran Subkritis | 280          | Aliran Laminar |
| P5  | 120        | 0.003         | 0.027               | 0.09                | 0.05832             | 0.260             | 0.10                     | 25        | 0.893                             | 0.0027      | Aliran Subkritis | 291          | Aliran Laminar |
| P6  | 120        | 0.003         | 0.027               | 0.09                | 0.05832             | 0.260             | 0.10                     | 25        | 0.893                             | 0.0027      | Aliran Subkritis | 291          | Aliran Laminar |
| P7  | 120        | 0.003         | 0.021               | 0.07                | 0.04536             | 0.220             | 0.10                     | 25        | 0.893                             | 0.0030      | Aliran Subkritis | 267          | Aliran Laminar |
| P8  | 120        | 0.003         | 0.018               | 0.06                | 0.04536             | 0.200             | 0.09                     | 25        | 0.893                             | 0.0033      | Aliran Subkritis | 252          | Aliran Laminar |
| P9  | 120        | 0.003         | 0.018               | 0.06                | 0.03888             | 0.286             | 0.06                     | 25        | 0.893                             | 0.0033      | Aliran Subkritis | 176          | Aliran Laminar |
| P10 | 120        | 0.003         | 0.008               | 0.05                | 0.01728             | 0.180             | 0.04                     | 25        | 0.893                             | 0.0036      | Aliran Subkritis | 116          | Aliran Laminar |

Sumber : Hasil Perhitungan 2021

Tabel 4.7 Hasil Perhitungan Lengkap Tegangan Geser dan Tegangan Kritis

| No. | Debit (Q)<br>(m <sup>3</sup> ) | Waktu (t)<br>(s) | Kecepatan<br>(v) (m/s) | Tinggi<br>muka Air<br>(h) (m) | Kecepatan<br>Geser (v <sub>s</sub> )<br>(m/s) | Diameter<br>Butiran<br>(d) (m) | $\rho_s$ | $\rho_w$ | Viskositas<br>10 <sup>-6</sup><br>m <sup>2</sup> /det | Reynold<br>(Re*) | $\tau_0$ (N/kg) | Grafik<br>shield | $\tau_c$ | u+c    |
|-----|--------------------------------|------------------|------------------------|-------------------------------|---|--------------------------------|----------|----------|---|------------------|-----------------|------------------|----------|--------|
| P1  | 0.0135                         | 120              | 0.003                  | 0.050                         | 0.001225                                      | 0.005                          | 2650     | 1000     | 0,893   | 116              | 2.45            | 0.12             | 20.213   | 0.0012 |
| P2  | 0.0324                         | 120              | 0.003                  | 0.070                         | 0.001715                                      | 0.005                          | 2650     | 1000     | 8.93  | 156              | 3.43            | 0.17             | 28.298   | 0.0017 |
| P3  | 0.0432                         | 120              | 0.003                  | 0.080                         | 0.00196                                       | 0.005                          | 2650     | 1000     | 8.93  | 280              | 3.92            | 0.19             | 32.340   | 0.0020 |
| P4  | 0.0432                         | 120              | 0.003                  | 0.080                         | 0.00196                                       | 0.005                          | 2650     | 1000     | 8.93  | 280              | 3.92            | 0.19             | 32.340   | 0.0020 |
| P5  | 0.0486                         | 120              | 0.003                  | 0.090                         | 0.002205                                      | 0.005                          | 2650     | 1000     | 8.93  | 291              | 4.41            | 0.22             | 36.383   | 0.0022 |
| P6  | 0.0486                         | 120              | 0.003                  | 0.090                         | 0.002205                                      | 0.005                          | 2650     | 1000     | 8.93  | 291              | 4.41            | 0.22             | 36.383   | 0.0022 |
| P7  | 0.0378                         | 120              | 0.003                  | 0.070                         | 0.001715                                      | 0.005                          | 2650     | 1000     | 8.93  | 267              | 3.43            | 0.17             | 28.298   | 0.0017 |
| P8  | 0.0324                         | 120              | 0.003                  | 0.060                         | 0.00147                                       | 0.005                          | 2650     | 1000     | 8.93  | 252              | 2.94            | 0.14             | 24.255   | 0.0015 |
| P9  | 0.0324                         | 120              | 0.003                  | 0.060                         | 0.00147                                       | 0.005                          | 2650     | 1000     | 8.93  | 176              | 2.94            | 0.14             | 24.255   | 0.0015 |
| P10 | 0.0135                         | 120              | 0.003                  | 0.050                         | 0.001225                                      | 0.005                          | 2650     | 1000     | 8.93  | 116              | 2.45            | 0.12             | 20.213   | 0.0012 |

Sumber: Hasil Perhitungan 2021



Hasil perhitungan lengkap dari tabel 4.7.

1. Tegangan geser ( $\tau_0$ )

Pergerakan sedimen dimaksudkan untuk mengetahui pergerakan sedimen akibat fluktuasi debit, menganalisa pergerakan sedimen akibat fluktuasi debit, maka:

$$\begin{aligned} \text{Tegangan geser dasar } (\tau_0) &= \rho_w \times g \times h \times I \\ &= 1000 \times 9,81 \times 0,050 \times 0,005 \\ &= 2,45 \text{ kg/m}^2 \end{aligned}$$

2. Perhitungan tegangan geser kritis ( $\tau_c$ )

Dari grafik Shield = 0,12 tegangan geser kritis dapat dilihat pada lampiran.

$$\begin{aligned} &= 0,12 \times (\rho_s - \rho_w) \times g \times S \\ &= 0,12 \times (2650 - 1000) \times 9,81 \times 0,005 \\ &= 20,213 \text{ kg/m}^2 \end{aligned}$$

3. Perhitungan Kecepatan Geser Kritis ( $U_{*c}$ ):

$$\begin{aligned} U_{*c} &= (h \times I \times g)^{1/2} \\ U_{*c} &= (0,050 \times 0,005 \times 9,81)^{1/2} \\ U_{*c} &= 0,0012 \text{ m/det} \end{aligned}$$

## BAB V PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan data yang diperoleh dari hasil penelitian dapat disimpulkan :

1. Angka Froude tertinggi terdapat pada bangunan segiempat dengan nilai  $Fr = 0,0036$  dengan waktu ( $t$ ) = 2 menit. Dari bilangan Froude diatas dapat diketahui bahwa semua bentuk checkdam memiliki aliran subkritis.
2. Angka Reynold tertinggi terdapat pada bangunan *check dam* type Segiempat dengan  $Re = 291$  dengan waktu 2 menit. Dari angka reynold tersebut dapat diketahui bahwa semua bangunan memiliki pola aliran laminar.
3. Angka tertinggi tegangan geser terdapat pada bangunan type segiempat dengan nilai  $4,41 \text{ kg/m}^2$ .
4. Angka tertinggi tegangan kritis terdapat pada bangunan type segiempat dengan nilai  $36,383 \text{ kg/m}^2$ .

### 5.2 Saran

1. Penelitian tentang *check dam* ini perlu dikembangkan lagi dengan menambahkan variasi kecepatan dan waktu.
2. Penelitian selanjutnya diharapkan menambahkan tipe *check dam* seperti tipe hexagonal dan tipe lingkaran supaya adanya perbandingan dari setiap tipe *check dam*.
3. Pada penelitian selanjutnya dilakukan pada bentuk berbeda dengan satu debit harus sama perlakuannya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Afriyana, R., & Sudarsono, H. (2020). Nalisis Manajemen Konstruksi Proyek Pembangunan Check Dam Sungai Cikamiri Kabupaten Garut. *Jurnal Konstruksi*, 6(7).
- Madiastuti, S., Sutopo, Y., Sutarto, A., & Utomo, K. S. (2020). Analisis Stabilitas Bangunan Sabo Dam Ge-C13 Kali Gendol Merapi. *Jurnal Teknik Sipil*, 9(1), 40-46.
- Nugroho, A. C., Mudhofar, H., Sangkawati, S., & Kurniani, D. (2015). Perencanaan Check Dam Galeh Kabupaten Temanggung. *Jurnal Karya Teknik Sipil*, 4(4), 13-20.
- Parwita, I. G. L. M., Mudhina, M., Intara, I. W., & Sudiasa, I. W. (2019). Evaluasi Teknis Kinerja Bangunan Pengendali Lahar Tukad Unda Pasca Erupsi Gunung Agung Tahun 2017. *Construction and Material Journal*, 1(1), 53-67.
- Pratiwi, R. D. S. (2016). *Perencanaan Sabo Dan Tipe Terbuka (Tipe Lubang) Sebagai Bangunan Pengendali Sedimen Gunung Semeru Di Sungai Mujur Kabupaten Lumajang* (Doctoral dissertation, Institut Teknologi Sepuluh Nopember).
- Putra, B. A., Andawayanti, U., & Cahya, E. N. (2019). Studi Kelayakan Kinerja Bangunan Pengendali Sedimen (Check Dam) Di Kali Serinjing Desa Puncu Kabupaten Kediri Provinsi Jawa Timur. *Jurnal Mahasiswa Jurusan Teknik Pengairan*, 2(2), 69.
- Susilowati, S., Pratama, L. A., Kurniani, D., & Darsono, S. (2014). Perancangan Check Dam Pramuka Untuk Mengatasi Sedimentasi Di Banjir Kanal Barat Kota Semarang. *Jurnal Karya Teknik Sipil*, 3(1), 194-202.
- Taufiq, M., & Haribowo, R. (2019). Aplikasi Model Avswat 2000 Untuk Analisa Sedimentasi Dan Penentuan Lokasi Bangunan Pengendali Sedimen Di Das Logung. *Jurnal Mahasiswa Jurusan Teknik Pengairan*, 2(2), 19.
- Udiana, I. M. (2011). Model Perencanaan Bangunan Sabo Untuk Pengendalian Aliran Debris (Debris Flow). *Jurnal Teknik Sipil*, 1(1), 28-40.
- Uthami, M. D., & Sudarsono, H. (2020). Manajemen Konstruksi Proyek Check Dam Sungai Cideres Kabupaten Majalengka. *Jurnal Konstruksi*, 6(1).
- Wulandari, D. A., Ulfiana, D., & Parmantoro, P. N. Analisis Aplikasi Kantong Lumpur pada Sungai Sebagai Upaya Pengendalian Sedimentasi Waduk. *Media Komunikasi Teknik Sipil*, 26(2), 229-236.

## LAMPIRAN

### A Debit Maksimum Tahunan pada Sungai Talang

| Thn  | Debit Harian Maksimum Tahunan (m <sup>3</sup> /detik) |       |       |        |       |       |       |       |       |       |       |       | Q<br>Maks                 |
|------|---|-------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---------------------------|
|      | Jan   | Feb   | Mar   | Apr    | Mei   | Jun   | Jul   | Ags   | Sep   | Okt   | Nov   | Des   | (m <sup>3</sup> /det<br>) |
| 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

### A. 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<br>= 10,2 m STA 201+400 |
| Lebar pelimpah (B1)                      | = 8 m                                      |
| Debit banjir (Q)                         | = 705,327 m <sup>3</sup> /detik            |
| Kecepatan Aliran yg melalui pelimpah (V) | = 2,135 m <sup>3</sup> /detik              |
| koefisien pelimpah (C)                   | = 0,5                                      |
| Koefisien gesekan titik bendung (f)      | = 0,6                                      |
| koefisien keamanan (n)                   | = 2,5                                      |
| $\gamma_{air}$                           | = 1,0 t/m <sup>3</sup>                     |
| $\gamma_{beton}$                         | = 2,4 t/m <sup>3</sup>                     |
| scouring didepan mercu ( $\Delta t$ )    | = 1,5 m                                    |
| nilai N-SPT                              | = 7 (STA 0+200), 8 (STA 201+400)           |

### B. 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   | <b>2,312</b> |       |       |

Sumber : hasil analisis

**C. Lampiran Tinggi Jagaan pada Pelimpah**

|                                      |      |          |           |           |            |
|--------------------------------------|------|----------|-----------|-----------|------------|
| Debit desain (m <sup>3</sup> /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*

**D. Lampiran Penentuan lebar mercu**

|                        |  |                             |
|------------------------|--|-----------------------------|
| <b>Lebar mercu (b)</b> | <b>1,50 m – 2,00 m</b>                                   | <b>3,00 m – 4,00 m</b>      |
| 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*

**E. Lampiran Gaya-gaya yang bekerja**

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

Sumber : *Pd T-12-2004-A*

**F. Lampiran Daya Dukung Tanah yang Diijinkan dan Koefisien Geser**

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

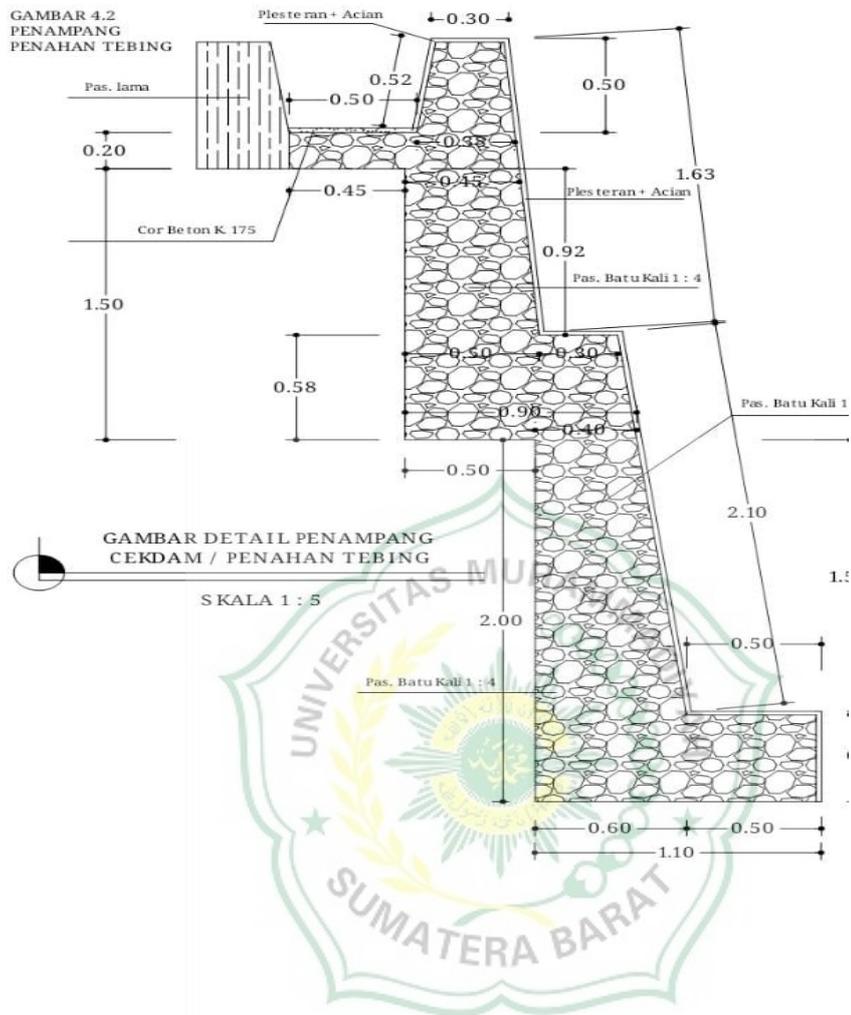
Sumber : *Pd T-12-2004-A*

**G. Lampiran Angka Keamanan yang Disarankan**

| Klasifikasi pondasi |                                   | Daya dukung tanah ( $t/m^2$ ) | Koefisien geser | Kekuatan tekan bebas ( $t/m^2$ ) | Nilai N-SPT |
|---------------------|-----------------------------------|-------------------------------|-----------------|----------------------------------|-------------|
| Batuan 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     |



## Gambar Penampang Chek Dam



## Dokumentasi di lapangan







