

SKRIPSI

**ANALISIS VOLUME TAMPUNGAN SEDIMEN PADA MODEL
PENAHAN SEDIMEN TERBUKA DAN TERTUTUP**



Oleh :

DIKY WAHYUDI

105 81 11175 19

IRWAN L

105 81 111183 19

PROGRAM STUDI TEKNIK PENGAIRAN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR

2023



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

HALAMAN PERSETUJUAN

Tugas Akhir ini diajukan untuk memenuhi syarat ujian guna memperoleh gelar Sarjana Teknik (ST) Program Studi Teknik Pengairan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.

Judul Skripsi : **ANALISIS VOLUME TAMPUNGAN SEDIMEN PADA MODEL PENAHAN SEDIMEN TERBUKA DAN TERTUTUP**

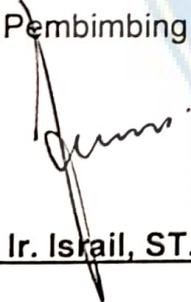
Nama : 1. DIKY WAHYUDI
2. IRWAN L

Stambuk : 1. 105 81 111175 19
2. 105 81 111183 19

Makassar, 1 Februari 2024

Telah Diperiksa dan Disetujui
Oleh Dosen Pembimbing;

Pembimbing I


Dr. Ir. Israil, ST., MT

Pembimbing II


Ir. Fauzan Hamdi, ST., MT., IPM

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Pengairan


Ir. M. Agus Salim, ST., MT
NBM. 947 993



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

PENGESAHAN

Skripsi atas nama Diky Wahyudi dengan nomor induk Mahasiswa 105 81 11175 19 dan Irwan L dengan nomor induk Mahasiswa 105 81 11183 19, dinyatakan diterima dan disahkan oleh Panitia Ujian Tugas Akhir/Skripsi sesuai dengan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar Nomor : 0001/SK-Y/22201/091004/2024, sebagai salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Pengairan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar pada hari Sabtu tanggal 27 Januari 2024.

Makassar, 20 Rabiul Awal 1445 H
01 Februari 2024 M

Panitia Ujian :

1. Pengawas Umum

a. Rektor Universitas Muhammadiyah Makassar

Prof. Dr. H. AMBO ASSE, M.Ag

b. Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

Prof. Dr. Eng. MUHAMMAD ISRAN RAMLI, ST., MT

2. Penguji

a. Ketua : Prof. Dr. Ir. H. Darwis Pangunseng, M.Si

b. Sekretaris : Dr. Marufah, SP., MP

3. Anggota

: 1. Dr. Ir. Hj. Numawaty, ST, MT, IPM

2. Dr. Fithriyah Arief Wangsa, ST., MT.

3. Ir. M. Agusalm, ST, MT

Mengetahui :

Pembimbing I

Dr. Ir. Israil, ST., MT

Pembimbing II

Ir. Fauzan Hamdi, ST., MT., IPM



Dekan Fakultas Teknik

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

NBM : 795 108

KATA PENGANTAR



Puji syukur tak terhingga kehadirat ALLAH SWT. Yang telah melimpahkan rahmat-nya sehingga penulis dapat menyusun skripsi tugas akhir ini dan dapat kami selesaikan dengan baik.

Proposal tugas akhir ini penulis susun sebagai salah satu persyaratan akademik yang harus ditempuh dalam rangka menyelesaikan program studi pada Jurusan Teknik Pengairan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar. Adapun judul tugas akhir penulis adalah “**Analisis Volume Tampungan Sedimen Pada Model Penahan Sedimen Terbuka Dan Tertutup**”.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan tugas akhir ini masih terdapat kekurangan didalamnya, adapun hal ini disebabkan karena penulis sebagai manusia biasa tidak lepas dari kesalahan dan kekurangan baik itu dari segi teknik penulisan dan lain sebagainya. Oleh karena itu, penulis menerima dengan sangat ikhlas dengan senang hati segala koreksi serta perbaikan guna penyempurnaan tulisan ini agar kelak dapat bermanfaat.

Skripsi tugas akhir ini dapat terwujud berkat adanya bantuan, arahan dan bimbingan dari berbagai pihak yang terlibat dalam pengerjaan tugas akhir ini. Oleh karena itu, dengan segala ketulusan dan kerendahan hati, penulis mengucapkan terima kasih dan penghargaan yang setinggi – tingginya kepada:

- 1) Bapak Prof. Dr. H. Ambo Asse, M.Ag sebagai Rektor Universitas Muhammadiyah Makassar.
- 2) Ibu Dr. Ir. Hj. Nurnawaty, S.T., MT., IPM sebagai Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
- 3) Bapak Ir. M. Aguslim, S.T., M.T., IPM sebagai Ketua Program Studi Teknik Pengairan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
- 4) Bapak Dr. Ir. Israil, S.T.,M.T selaku Pembimbing I, dan Bapak Ir. Fauzan Hamdi, S.T., MT., IPM Selaku Pembimbing II, yang banyak meluangkan waktu dalam membimbing kami.
- 5) Bapak dan Ibu Dosen serta para staf pengawai di Fakultas Teknik atas segala waktunya telah mendidik dan melayani penulis selama mengikuti proses belajar mengajar di Universitas Muhammadiyah Makassar.
- 6) Kedua orang tua yaitu Ayahanda dan Ibunda yang tercinta, kami mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya atas segala limpahan kasih sayang, do'a dalam setiap pembelajaran perjalanan hidup serta pengorbanannya terutama dalam bentuk materi untuk menyelesaikan kuliah kami.
- 7) Rekan Sepenelitian, Diky Wahyudi dan Irwan L atas *support*, bantuan dan kerja samanya hingga skripsi tugas akhir ini dapat terselesaikan dengan baik.
- 8) Saudara-saudaraku Mahasiswa Fakultas Teknik khususnya satu pembimbing dan Angkatan KOORDINAT 2019 yang dengan dukungan dan dorongan dalam keadaan apapun.

Semoga semua pihak di atas mendapat pahala yang berlipat ganda di sisi Allah SWT. Dan skripsi tugas akhir yang sederhana ini dapat bermanfaat bagi penulis, Rekan-rekan, masyarakat serta bangsa dan Negara, Aaminn.

“Billahi Fii Sabill Haq Fastabiqul Khaerat”.

Makassar,.....2023

Tim Penulis



DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah.....	3
C. Tujuan Peneletian	3
D. Manfaat Penelitian.....	3
E. Batasan Masalah	4
F. Sistematika Penulisan.....	4
BAB II.....	6
TINJAUAN PUSTAKA.....	6
A. Uraian Umum.....	6
1) Bangunan Pengendali Sedimen	6
2) Sedimen.....	8
3) Sifat Aliran	21
4) Metode Hidrolika.....	23
BAB III.....	28
METODE PENELITIAN	28
A. Lokasi dan Waktu Penelitian	28
B. Teknik pengambilan data.....	28
C. Model Ambang Penahan Sedimen	30
D. Model Saluran.....	30
E. Alat dan Bahan.....	31
F. Prosedur Penelitian.....	32
G. Metode Analisis	33
H. Alur Penelitian	34
BAB IV	35
HASIL DAN PEMBAHASAN	35
A. Analisis Hasil Perhitungan.....	35
1. Analisa Perhitungan Debit Aliran (Q)	35
2. Analisa Perhitungan Bilangan Froude (Fr).....	39

3. Analisa Perhitungan Bilangan Reynold (Re)	45
4. Analisa Perhitungan Volume Tampungan Sedimen	51
5. Analisa Penahan Sedimen tipe terbuka (<i>slit</i>) dan tipe tertutup	54
6. Penyebab Penahan Sedimen Tipe Terbuka Lebih Sedikit Menampung Volume Sedimen Dari Pada Penahan Sedimen Tipe Tertutup	54
BAB V	56
KESIMPULAN DAN SARAN	56
A. Kesimpulan	56
B. Saran	56
DAFTAR PUSTAKA	57
DOKUMENTASI	
LAMPIRAN	



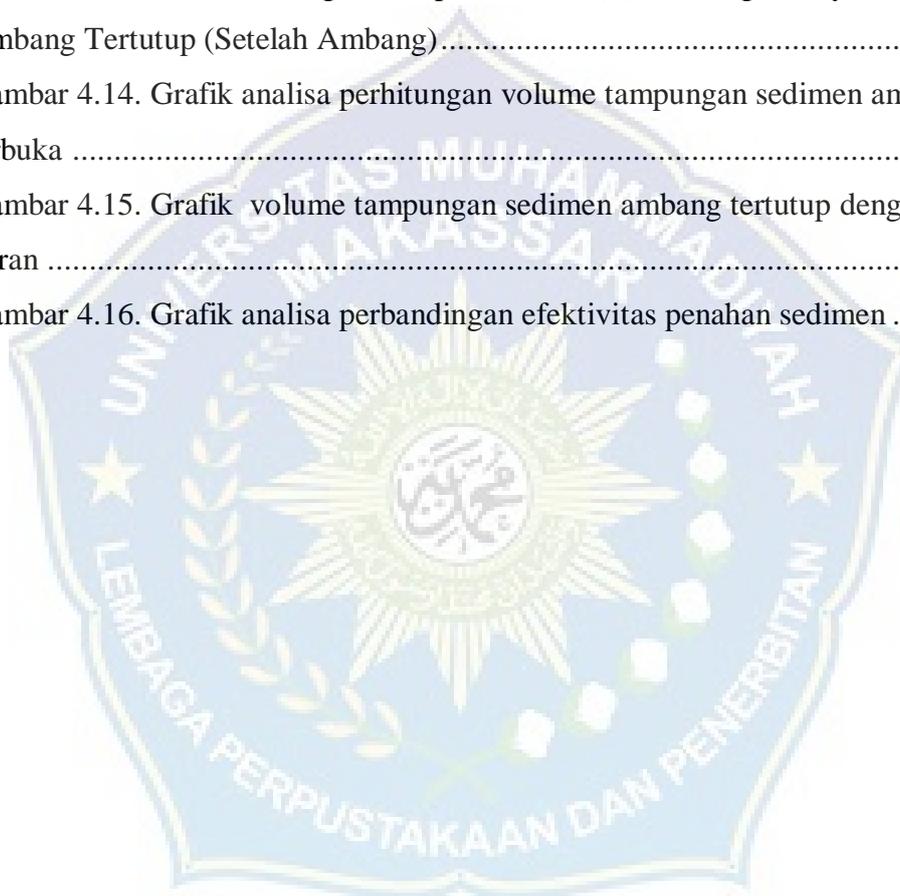
DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Klarifikasi ukuran butiran menurut <i>American Geophysical Union</i>	10
Tabel 2.2. Ukuran partikel sedimen.....	12
Tabel 4.1. Tabel Analisa Perhitungan Debit Aliran (Q) Running Kosong	36
Tabel 4.2. Tabel Analisa Perhitungan Debit Aliran (Q) Ambang Terbuka	37
Tabel 4.3. Tabel Analisa Perhitungan Debit Aliran (Q) Ambang Tertutup.....	38
Tabel 4.4. Tabel Analisa Perhitungan Bilangan Froude (Fr) Running Kosong	39
Tabel 4.5. Tabel Analisa Perhitungan Bilangan Froude (Fr) Ambang Terbuka (Sebelum Ambang)	40
Tabel 4.6. Tabel Analisa Perhitungan Bilangan Froude (Fr) Ambang Terbuka (Setelah Ambang)	41
Tabel 4.7. Tabel Analisa Perhitungan Bilangan Froude (Fr) Ambang Tertutup (Sebelum Ambang)	42
Tabel 4.8. Tabel Analisa Perhitungan Bilangan Froude (Fr) Ambang Tertutup (Setelah Ambang)	43
Tabel 4.9. Tabel Analisa Perhitungan Bilangan Reynold (Re) Running Kosong .	46
Tabel 4.10. Tabel Analisa Perhitungan Bilangan Reynold (Re) Ambang Terbuka (Sebelum Ambang)	47
Tabel 4.11. Tabel Analisa Perhitungan Bilangan Reynold (Re) Ambang Terbuka (Setelah Ambang)	48
Tabel 4.12. Tabel Analisa Perhitungan Bilangan Reynold (Re) Ambang Tertutup (Sebelum Ambang)	49
Tabel 4.13. Tabel Analisa Perhitungan Bilangan Reynold (Re) Ambang Tertutup (Setelah Ambang)	50
Tabel 4.14. Tabel Analisa Perhitungan volume sedimen ambang terbuka	51
Tabel 4.15. Tabel Analisa Perhitungan volume sedimen ambang tertutup.....	52

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Contoh pengendalian sedimen (potongan melintang)	6
Gambar 2.2. Bangunan Check Dam tipe terbuka. (sumber Subarkah, 2005)	7
Gambar_2.2. Bangunan Check Dam tipe tertutup. (sumber Subarkah, 2005).....	8
Gambar 3.1 Bentuk Penampang Segiempat	29
Gambar 3.2 Ilustrasi metode pengambilan data kecepatan aliran (V) menggunakan Current Meter.	29
Gambar 3.3 . Sketsa bentuk penahan sedimen	30
Gambar 3.4. Sketsa bentuk saluran uji laboratorium.....	30
Gambar 3.5. Sketsa denah saluran.....	31
Gambar 3.6. Tampak samping saluran	31
Gambar 3.7. Alur Penelitian.....	34
Gambar 4.1. Grafik hubungan kecepatan aliran (V) dan Debit (Q) Running Kosong	36
Gambar 4.2. Grafik hubungan kecepatan aliran (V) dan Debit (Q) Ambang Terbuka	37
Gambar 4.3. Grafik hubungan kecepatan aliran (V) dan Debit (Q) Ambang Tertutup.....	38
Gambar 4.4. Grafik hubungan kecepatan aliran (V) dan Angka Froude (Fr) Running Kosong	40
Gambar 4.5. Grafik hubungan kecepatan aliran (V) dan Angka Froude (Fr) Ambang Terbuka (Sebelum Ambang)	41
Gambar 4.6. Grafik hubungan kecepatan aliran (V) dan Angka Froude (Fr) Ambang Terbuka (Setelah Ambang)	42
Gambar 4.7. Grafik hubungan kecepatan aliran (V) dan Angka Froude (Fr) Ambang Tertutup (Sebelum Ambang).....	43
Gambar 4.8. Grafik hubungan kecepatan aliran (V) dan Angka Froude (Fr) Ambang Tertutup (Setelah Ambang).....	44
Gambar 4.9. Grafik hubungan kecepatan aliran (V) dan Angka Reynold (Re) Running Kosong	46

Gambar 4.10. Grafik hubungan kecepatan aliran (V) dan Angka Reynold (Re) Ambang Terbuka (Sebelum Ambang)	47
Gambar 4.11. Grafik hubungan kecepatan aliran (V) dan Angka Reynold (Re) Ambang Terbuka (Setelah Ambang)	48
Gambar 4.12. Grafik hubungan kecepatan aliran (V) dan Angka Reynold (Re) Ambang Tertutup (Sebelum Ambang).....	49
Gambar 4.13. Grafik hubungan kecepatan aliran (V) dan Angka Reynold (Re) Ambang Tertutup (Setelah Ambang).....	50
Gambar 4.14. Grafik analisa perhitungan volume tampungan sedimen ambang terbuka	52
Gambar 4.15. Grafik volume tampungan sedimen ambang tertutup dengan debit aliran	53
Gambar 4.16. Grafik analisa perbandingan efektivitas penahan sedimen	54



BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Air merupakan salah satu jenis zat seperti fluida yang sangat penting bagi kehidupan manusia. Tahanan fluida terhadap perubahan bentuk sangat kecil sehingga fluida dapat dengan mudah mengikuti bentuk ruang/tempat yang membatasinya. Fluida dapat dibedakan zat cair dan gas.

Sedimen adalah material atau pecahan dari batuan, mineral dan material organik yang terbawa hanyut dan bergerak mengikuti arah aliran air sungai. Sedimen dapat di bedakan menjadi muatan dasar (*bed load*) dan muatan melayang (*suspended load*). Muatan dasar bergerak secara bergulir, meluncur dan meloncat - loncat (*jumping*) diatas permukaan dasar sungai.

Metode pengendalian sedimen menggunakan bangunan pengendali sedimen telah menuai banyak kesuksesan dalam mengendalikan sedimen di dunia, seperti contohnya di Eropa pengguna Sabo Dam pertama kali adalah Perancis pada tahun 1860, Kemudian Austria pada tahun 1882. Di Asia, Negara pengguna Sabo Dam pertama adalah Jepang yang mulai membuat peraturan mengenai pengendalian air, yaitu Sungai, Sabo Dam dan reboisasi. Peraturan tersebut diperkenalkan pada tahun 1896. Metode pembangunan Sabo Dam sebagai pengendali sedimen ini di harapkan mampu mengurangi tingginya laju sedimentasi. Sedangkan Sabo Dam yang ada di Indonesia berada pada waduk Mrica yang ada pada Kabupaten Lumajang,

Kemudian di lereng Gunung Merapi, yang berfungsi menahan aliran massa dari lahar.

Penentuan bentuk-bentuk penahan sedimen untuk bangunan pengendali sedimen bentuk tertutup maupun terbuka yaitu tergantung kondisi di lapangan, Metode penggunaan bentuk penahan sedimen terbuka yaitu mengalirkan kembali material, terutama pasir dan kerikil ke daerah hilir ketika aliran normal untuk menjaga keseimbangan sedimen agar tidak terjadi degradasi dasar sungai, Sedangkan penggunaan metode bentuk penahan sedimen tertutup yaitu menahan dan menampung permanen sebagian material ketika aliran debris berlangsung, sehingga kecepatan mengecil dengan demikian daya rusak aliran juga berkurang.

Pengujian perbandingan efektifitas bentuk-bentuk penahan sedimen ini bertujuan untuk mengetahui perbandingan untuk kinerja bangunan pengendali sedimen bentuk terbuka dan tertutup dari volume sedimen yang tertahan menggunakan uji Laboratorium dengan cara membuat ambang berbentuk penahan sedimen sesuai dengan bentuk penahan sedimen yang ingin diteliti untuk mengetahui perbandingan efisiensi bentuk penahan sedimen setelah melalui uji Laboratorium.

Dengan adanya latar belakang seperti diatas, maka penulis melakukan penelitian tentang **“Analisis Sedimen Pada Model Penahan Sedimen Terbuka Dan Tertutup ”**.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah, maka rumusan masalah pada penelitian ini adalah :

- 1) Berapa besar volume tampungan sedimen pada model penahan sedimen terbuka dan tertutup?
- 2) Bagaimana perbandingan efektivitas penahan sedimen terbuka dan tertutup?

C. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang sudah diterangkan diatas, tujuan penelitian ini adalah untuk:

- 1) Untuk mengetahui berapa besar volume tampungan sedimen pada dua bentuk penahan sedimen terbuka (*slit*) dan tertutup.
- 2) Untuk membandingkan efektivitas dari dua bentuk penahan sedimen terbuka (*slit*) dan tertutup.

D. Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat kita peroleh dari penelitian ini adalah:

- 1) Menambah ilmu dan pengetahuan bagi peneliti tentang Efektivitas, macam-macam bentuk penahan sedimen.
- 2) Sebagai sumber informasi ataupun referensi yang memungkinkan untuk penelitian selanjutnya.

E. Batasan Masalah

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

- 1) Penelitian ini dilaksanakan di laboratorium Hidrolika Teknik Pengairan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
- 2) Penelitian ini di fokuskan pada berapa volume sedimentasi yang tertahan dari dua bentuk penahan sedimen yaitu bentuk tertutup dan terbuka.
- 3) Penelitian ini menggunakan penampang Segiempat.
- 4) Penelitian ini tidak menganalisis fisik bangunan.
- 5) Pada penelitian ini tidak melakukan penelitian jenis tanah.
- 6) Pada penelitian ini tidak melakukan penelitian tentang Erosi
- 7) Pada penelitian ini tidak melakukan penelitian tentang aliran Debris
- 8) Pada penelitian ini tidak melakukan penelitian tentang Hidrologi

F. Sistematika Penulisan

Penulisan ini merupakan susunan yang serasi dan teratur oleh karena itu dibuat dengan komposisi bab-bab mengenai pokok-pokok uraian sehingga mencakup pengertian tentang apa dan bagaimana, jadi sistematika penulisan diuraikan sebagai berikut:

Bab I, Dalam bab ini menguraikan tentang latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, Batasan masalah, dan sistematika penulisan.

Bab II, Menguraikan tentang teori umum dan teori khusus yang digunakan dalam melakukan penelitian

Bab III, Menguraikan tentang lokasi dan waktu studi, jenis penelitian dan sumber data, tahapan percobaan model fisik, analisis data, serta bagan alur studi penelitian.

Bab IV, Merupakan bab yang menguraikan tentang tahap penelitian yang dilaksanakan yaitu, hasil percobaan model fisik, analisis hasil dan pembahasan.

Bab V, Merupakan bab yang berisi tentang kesimpulan yang diperoleh dari hasil penelitian, serta saran-saran dari penulis yang berkaitan dengan faktor pendukung dan faktor penghambat yang dialami selama penelitian ini berlangsung, yang tentunya diharapkan agar penelitian ini berguna untuk ilmu aplikasi rekayasa khususnya bangunan air dan dapat dijadikan acuan untuk penelitian selanjutnya.

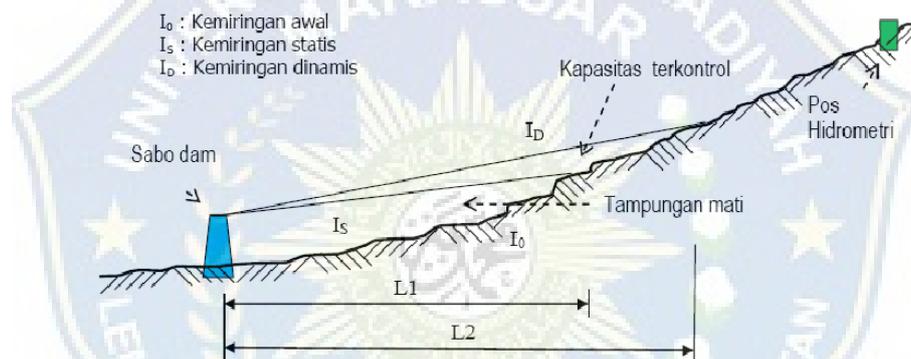
BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Uraian Umum

1) Bangunan Pengendali Sedimen

Bangunan pengendali sedimen adalah bangunan yang dibuat melintang sungai yang berfungsi untuk menghambat kecepatan aliran permukaan dan menangkap sedimen yang dibawa aliran air sehingga kedalaman dan kemiringan sungai berkurang (*Suripin, 2001*).



Gambar 2.1 Contoh pengendalian sedimen (potongan melintang)
Sumber: *Khoirul Murod (2002)*

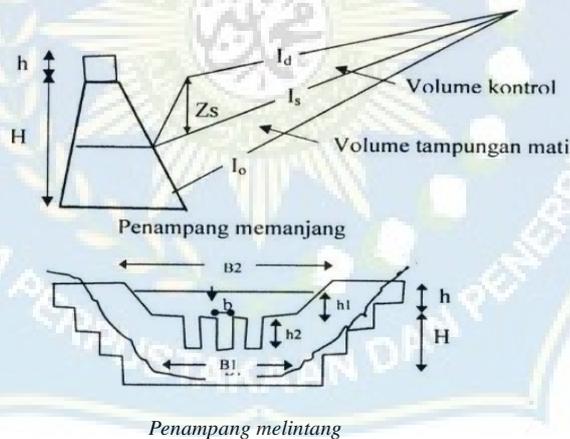
2) Bangunan pengendali sedimen

a) Check Dam

Bangunan Check Dam merupakan salah satu bangunan pengendali sedimen yang cukup penting. Bangunan Check Dam sudah banyak di bangun dan sangat terkenal pada banyak negara seperti Jepang, Italia, China, Nepal, Venezuela, Swiss, Indonesia dan lain-lain. Oleh karena itu pemahaman tentang perilaku Check Dam sebagai bangunan pengendali sedimen yang sangat diperlukan. (*Mizuyama, 2008*)

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

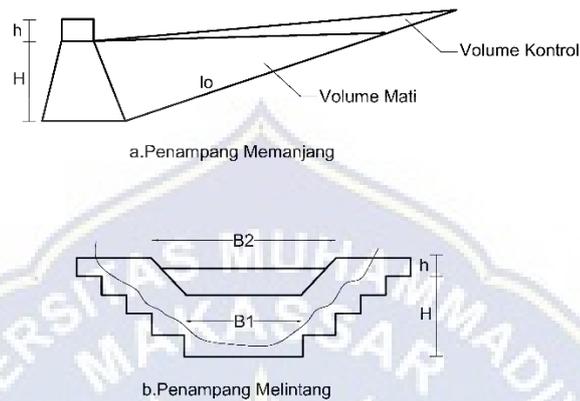
Check Dam dapat dibagi menjadi 2 (dua) model yaitu model terbuka dan tertutup. Check Dam model terbuka dapat dibedakan dalam beberapa bentuk, seperti model beam, model slit dan model grid, Check dam model ini dapat berfungsi untuk menahan aliran debris melalui tangkapan pada bukaan akibat material besar dan panjang yang saling mengunci selama terjadi banjir atau aliran debris. Namun sedimen akan melimpas bila aliran sudah mengecil. (Subarkah, 2005)



Gambar 2.2. Bangunan Check Dam tipe terbuka (slit). (sumber Subarkah, 2005)

Check Dam model tertutup dapat berfungsi secara efektif untuk mrngendalikan aliran debris jika daerah tampungannya dalam keadaan belum terisi sedimen, Namun seringkali Check Dam model ini kurang efektif menahan sedimen karena keterbatasan permeabilitas dan ruang tampungnya yang sempit. Mempertahankan kapasitas tampungan yang efektif akan membutuhkan upaya

pengerukan dan penggalian dasar sungai diruang tampungan sedimen sehingga menurunkan nilai kelayakan teknis dan ekonomis (*mizuyama, 2008; Osti dan Egashira, 2008*).



Gambar 2 2. Bangunan Check Dam tipe tertutup. (*sumber Subarkah, 2005*)

b) Sabo Dam

Sabo Dam Bangunan Sabo Dam merupakan suatu konstruksi bangunan air yang fungsinya sebagai penahan, penampung dan pengendali sedimen yang larut pada aliran sungai sehingga sedimen tersebut tidak mengganggu kinerja Dam yang ada. (*JICA,1998*)

3) Sedimen

a) Karakteristik Sedimen

Sedimen adalah material atau pecahan dari batuan, mineral dan material organik yang terbawa hanyut dan bergerak mengikuti arah aliran air sungai. Sedimen dapat dibedakan menjadi muatan dasar (bed load) dan muatan melayang (suspended load). Muatan dasar bergerak secara bergulir, meluncur dan meloncat-loncat diatas permukaan dasar sungai. Sedangkan muatan layang

yang mempunyai ukuran kurang dari 0,1 mm bergerak secara melayang mengikuti arah aliran sungai. Alterasi dasar sungai (naik turunnya permukaan air sungai) dapat terjadi karena bergeraknya muatan dasar, suspended load tidak berpengaruh pada alterasi dasar sungai tetapi dapat mengendap pada dasar waduk atau muara sungai (*Suyono, 1994*).

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

Sedimen tahunan (yield sediment) yang terjadi pada Dam Sampean Baru sebesar 184,812 m³/tahun (Linggarjati, 2011). Sehingga dari hasil tersebut dapat dijadikan sebagai data patokan pembuatan bangunan pengendali sedimen. Check Dam (Sabo Dam) merupakan salah satu solusi yang dapat dilakukan guna mengendalikan sedimentasi sungai (*Takahashi, 2007*).

Sedimen dihasilkan dari terbawanya permukaan tanah oleh energi air yang disebut dengan erosi. Besarnya energi hujan, kemiringan lahan, penutupan

lahan, jenis tanah serta pengolahan tanah yang ada mempengaruhi besarnya sedimen yang masuk ke dalam sungai. Sedimen tersebut juga akan terjadi dibangun rekayasa salah satunya bendungan. Sedimen di dalam waduk secara terus menerus akan mengendap dan mempengaruhi lama serta besarnya tampungan bendungan tersebut sesuai desain yang sudah direncanakan. Apabila jumlah sedimen yang masuk ke dalam tampungan lebih besar dibanding kapasitas waduknya, maka usia guna waduk akan berkurang dari usia guna yang telah direncanakan (Ma'wa, 2011).

Adapun beberapa klarifikasi ukuran butiran hingga mencapai ukuran dari 1/2048 mm hingga 4096 mm menurut *American Geophysical Union* dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 2.1 Klarifikasi ukuran butiran menurut *American Geophysical Union*

Interval/large (mm)	Nama	Interval/range (mm)	Nama
4096-2048	Batu sangat besar (very Large Boulders)	1/2 - 1/4	Pasir sedang (medium sand)
2048 - 1024	Batu besar (large boulders)	1/4 - 1/8	Pasir halus (fine sand)
1024 - 512	Batu sedang (medium boulders)	1/8 - 1/16 (s/d 0.0625 mm)	Pasir sangat halus (very fine sand)
512 - 256	Batu kecil (small boulders)	1/16 - 1/32	Lumpur kasar (coarse silt)
256 - 128	Kerikil besar	1/32 - 1/64	Lumpur sedang (medium silt)
128 - 64	Kerikil kecil (small cobbles)	1/64 - 1/128	Lumpur halus (fine silt)

64 – 32	kerikil sangat kasar (very coarse gravel)	1/128 – 1/256	Lumpur sangat halus (very fine silt)
32 – 16	Kerikil kasar (coarse gravel)	1/256 – 1/512	Lumpur kasar (coarse clay)
16- 8	Kerikil sedang (medium gravel)	1/512 – 1/1024	Lumpur sedang (medium clay)
8- 4	Kerikil halus (fine gravel)	1/1024 – 1/2048	Lempung halus (fine clay)
4 -2	Kerikil sangat halus (very gravel) fine	1/2048 – 1/4096	Lempung sangat halus (very fine clay kaloid)
2 - 1	Pasir sangat kasar (very fine sand)		
1 – 1/2	Pasir kasar (coarse sand)		

Sumber: Garde & Raju, 1985

Dengan mengasumsikan konsentrasi sedimen disemua bagian Panjang melintan sama, maka Asdak (2007) menyatakan :

$$Q = 0,0 \times C \times Q \dots\dots\dots 1$$

Keterangan :

$$Q = D \text{ se } \left(\frac{to}{ha} \right)$$

$$C = k \text{ se}$$

$$Q = d \text{ s } \left(\frac{m^3}{d} \right)$$

Menurut ukuran sedimen dapat dikelompokkan menjadi beberapa jenis seperti pada.

Tabel 2 2. Ukuran partikel sedimen

Jenis sedimen	Ukuran partikel (<i>mm</i>)
Liat	<0.0039
Abu	0.0039-0.0625
Pasir	0.0625-2.00
Pasir besar	2.00-64

Sumber : Asdak (2007)

Endapan sedimen tersebut apabila semakin lama semakin terakumulasi jumlahnya, maka akan menimbulkan pendangkalan pada waduk dan muara sungai yang selanjutnya akan berakibat terhadap berkurangnya umur rencana waduk. Banyaknya angkutan bahan endapan tergantung dari besarnya erosi tanah yang terjadi. Semakin banyak jumlah bahan sedimen yang terangkut menunjukkan makin besar tingkat erosi tanah yang terjadi dalam daerah aliran sungai yang bersangkutan. Asdak (2007)

b) Faktor-faktor Terjadinya Sedimentasi

Menurut (SNI 8066:2015), Sedimen dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor sebagai berikut :

1. Kecepatan aliran

Kecepatan aliran sungai/saluran terbuka dapat ditentukan dengan cara mengukur langsung atau dengan cara tidak langsung. Kecepatan aliran maksimal pada tengah alur sungai, bila sungai membelok maka kecepatan maksimal ada pada daerah *cut of slope* (terjadi erosi). Pengendapan terjadi bila kecepatan sungai menurun atau bahkan hilang.

2. *Gradien* / kemiringan lereng sungai

Bila air mengalir dari sungai yang kemiringan lerengnya curam ke dataran yang lebih rendah maka kecepatan air berkurang dan tiba-tiba hilang sehingga menyebabkan pengendapan pada dasar sungai.

3. Debit aliran

Debit adalah volume air yang mengalir melalui suatu penampang melintang sungai atau saluran terbuka persatuan waktu. Proses pengukuran dan perhitungan kecepatan, kedalaman dan lebar aliran serta luas penampang basah untuk menghitung debit sungai atau saluran terbuka.

c) Muatan Sedimen

Proses sedimentasi meliputi proses erosi, angkutan (transportasi), pengendapan (*deposition*), dan pemadatan (*compaction*) dari sedimen itu sendiri. Dimana proses ini berjalan sangat kompleks, dimulai dari jatuhnya hujan yang menghasilkan energi kinetik yang merupakan permulaan dari proses erosi. Begitu tanah menjadi partikel halus lalu menggelinding bersama aliran, sebagian tertinggal di atas tanah sedangkan bagian lainnya masuk ke sungai terbawa aliran menjadi angkutan sedimen (*Soewarno, 1991*).

Kapasitas angkutan sedimen pada penampang memanjang sungai adalah besaran sedimen yang lewat penampang tersebut dalam satuan waktu tertentu. Terjadinya penggerusan, pengendapan atau mengalami angkutan seimbang perlu diketahui kuantitas sedimen yang terangkut dalam proses tersebut. Sungai disebut dalam keadaan seimbang jika kapasitas sedimen yang masuk pada suatu penampang memanjang sungai sama dengan kapasitas sedimen yang keluar dalam

satuan waktu tertentu. Pengendapan terjadi dimana kapasitas sedimen yang masuk lebih besar dari kapasitas sedimen seimbang dalam satuan waktu. Sedangkan penggerusan adalah suatu keadaan dimana kapasitas sedimen yang masuk lebih kecil dari kapasitas sedimen seimbang dalam satuan waktu (Saud, 2008).

Menurut (Mulyanto, 2007 dalam Rahmadhani, 2015) ada beberapa macam angkutan sedimen yang terjadi di dalam alur sungai yaitu *suspended load* atau sedimen layang dan *bed load* atau sedimen dasar.

1. Sedimen dasar (*Bed load*)

Muatan Sedimen dasar (*bed load*) adalah partikel-partikel kasar yang bergerak sepanjang dasar sungai secara keseluruhan. Adanya sedimen muatan dasar ditunjukkan oleh gerakan partikel di dasar sungai, Gerakan itu dapat bergerak, menggelinding, bergeser, atau meloncat-loncat tetapi tidak pernah lepas dari dasar sungai. Gerakan ini kadang-kadang dapat sampai jarak tertentu dengan ditandai bercampurnya butiran partikel bergerak kearah hilir. (Mulyanto, 2007 dalam Rahmadhani, 2015)

(Mulyanto, 2007 dalam Rahmadhani, 2015), Menyatakan Angkutan sedimen dasar adalah partikel-partikel kasar yang bergerak sepanjang dasar sungai dan gerakannya tidak pernah lepas dari dasar sungai. Partikel ini bergerak sampai jarak tertentu, bahkan sampai di bagian muara sungai. Berikut ini adalah rumus untuk menghitung debit angkutan sedimen dasar:

$$Q = v \times B \times H \dots\dots\dots (2)$$

$$Q_b = Q \times (C_t / 1000 / B) \dots\dots\dots(3)$$

Dimana :

Q = Debit Aliran (m^3/s)

V = Kecepatan Aliran (m/s)

B = Lebar Saluran (m)

H = Tinggi Muka Air (m)

Q_b = Angkutan sedimen dasar ($kg/m.s$)

C_t = Konsentrasi angkutan sedimen (ppm)

2. Sedimen layang (*Suspended Load*)

Menurut (Mulyanto, 2007 dalam Rahmadhani, 2015), Muatan sedimen melayang (*suspension load*) dapat dipandang sebagai material dasar (*bedmaterial*) yang melayang didalam aliran sungai dan terdiri dari butiran-butiran pasir halus yang senantiasa didukung oleh air dan hanya sedikit interaksinya dengan dasar sungai karena selalu terdorong ke atas oleh turbulensi aliran. Partikel sedimen melayang bergerak melayang di dalam aliran sungai apabila aliran itu turbulen, tetapi apabila aliran sungai itu laminar maka konsentrasi sedimennya akan berkurang dari waktu ke waktu dan akhirnya mengalir, sama seperti halnya apabila keadaan aliran sungai itu tidak mengalir, seperti misalnya alirannya menggenang. Akan tetapi pada umumnya aliran sungai adalah turbulen, oleh karena itu tenaga gravitasi partikel-partikel sedimen dapat ditahan oleh gerakan turbulensi aliran, putaran arus (*eddies*) membawa gerakan partikel ke atas dan tidak mengendap. Muatan sedimen melayang dibagi menjadi tiga keadaan, yaitu:

- a. Apabila tenaga gravitasi sedimen lebih kecil dari pada tenaga atur bulensi aliran maka dasar sungai akan terkikis dan akan terjadi penggerusan (*degradasi*) pada dasarsungai.
- b. Apabila tenaga gravitasi sedimen lebih besar dari pada tenaga turbulensi aliran maka partikel sedimen akan mengendap dan akan terjadi pendangkalan (*agradasi*) pada dasar sungai.
- c. Apabila tenaga gravitasi sedimen sama dengan tenaga turbulensi aliran maka akan terjadi keadaan seimbang (*equilibrium*) dan partikel sedimen itu akan konstan terbawa aliran sungai ke arah hilir.

d) Volume tampungan

Berdasarkan data BBWS Pompengan Jeneberang menghitung volume tampungan berdasarkan garis kontur, dimulai dari garis kontur paling bawah sampai kontur teratas yang menjadi tampungan air pada kondisi normal maupun banjir. Dengan garis kontur yang berupa polygon tertutup, dengan software card dapat dihitung luasnya. Bila ada pulau atau gundakan maka luasnya dikurangi dengan luas dari kontur yang elevasinya sama dari pulau atau gundukan tersebut.

Berdasarkan daftar elevasi dan luas dan dapat dihitung volume ruang dengan rumus limas terpancung sebagai berikut :

$$v = (A_1 + A_2 + (A_1 \times A_2)^{0.5}) \times H/3 \dots\dots\dots(4)$$

v = Volume Tampungan (m³)

A_1 dan A_2 = Luas bawah dan luas atas (k²)

H = Tinggi atau beda elevasi luas atas dan luas bawah (m)

e) Tampungannya sedimen

Tampungannya mati disediakan untuk menampung sedimen yang berasal dari air yang mengandung sedimen yang mengendap di check dam, karena hanya sebagian kecil dari sedimen yang melewati bendungan. Volume tampungannya mati ini sama dengan volume sedimen yang diharapkan selama umur rencana dari waduk yang biasanya diambil 100 tahun. (Soewarno, 1991)

f) Kajian efektifitas

Menurut *pius A. Partanto* dan *M. Dahlan al barry*, “efektifitas berasal dari kata efek yang artinya pengaruh yang ditimbulkan oleh sebab, akibat/dampak”. Efektif yang artinya berhasil, sedangkan efektifitas menurut bahasa berarti ketepatan guna, hasil guna, menunjang tujuan, Juga efektifitas adalah keadaan berpengaruh, dapat membawa dan berhasil guna (usaha,tindakan).” Secara umum teori efektifitas berorientasi pada tujuan, sebagai mana *etzioni* mengatakan keefektivan adalah derajat dimana organisasi mencapai tujuannya. Lebih jelas mengenai pengertian “efektif” dapat kita peroleh dari kamus bahasa Indonesia, yaitu: “kegiatan yang memberikan hasil yang memuaskan dengan memanfaatkan waktu dan cara dengan sebaik-baiknya. Dengan demikian. “efektifitas” pada dasarnya menunjukkan kepada suatu ukuran perolehan yang memiliki kesesuaian antara hasil yang dicapai dengan hasil yang diharapkan, sebagaimana telah terlebih dahulu ditetapkan.

Berdasarkan beberapa pendapat para ahli diatas, dapat disimpulkan bahwa efektifitas adalah hal yang bersangkutan paut dengan keberhasilan, manfaat

dan seberapa target (kuantitas, kualitas, dan waktu). Yang telah dicapai dari suatu perlakuan yang diterapkan kepada subjek penelitian. Dapat dihitung dalam persamaan:

$$Y = V_{terb} + V_{tert} \dots\dots\dots(5)$$

$$Y = V_{Stot}$$

$$Y = \frac{Vh}{v} = Y \times 100 \dots\dots\dots(6)$$

Dimana :

Y = Efektifitas Tampung

V_{terb} = Volume Sedimen terbuka

V_{tert} = Volume Sedimen tertutup

V_{stol} = Volume Sedimen Total

g) Aliran

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, Aliran pada saluran terbuka merupakan aliran yang mempunyai permukaan yang bebas. Permukaan

bebas itu merupakan pertemuan dua fluida dengan kerapatan ρ (density) yang berbeda. Biasanya pada saluran terbuka dua fluida itu adalah udara dan air dimana kerapatan udara jauh lebih kecil dari kerapatan air. (*Takamatsu dan Naito, 1967*)

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. Tipe Aliran

Menurut (*Osborne Reynolds, 1884*), 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).

a. Tipe Aliran Berdasarkan Kriteria Waktu yaitu:

- 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
- Aliran tidak tetap/tidak mantap (unsteady flow) yaitu apabila kecepatan air (h) berubah menurut waktu demikian pula kecepataannya 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.
- Aliran seragam (uniform flow) yaitu aliran dimana segala variable seperti kedalaman, luas, debit, konstan disepanjang saluran sama.
- 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 laun (gradually varied flow) dan aliran tetap berubah dengan cepat (rapidly varied flow).

b. Tipe Aliran Berdasarkan Kriteria tempat yaitu:

- Aliran seragam (uniform flow) yaitu: aliran dimana segala variable seperti kedalaman, luas penampang, dan debit konstan disepanjang saluran sama.
- Aliran tidak seragam (non uniform flow) yaitu aliran dimana segala variable 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.

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 di bedakan 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*). (*Osborne Reynolds, 1884*)

- a. Sifat-sifat aliran berdasarkan pengaruh gaya kelembapan dengan gaya kekentalan menurut (*Osborne Reynolds, 1884*), adalah sebagai berikut :
- Aliran laminar yaitu aliran dimana gaya-gaya kekentalan relative lebih besar disbanding dengan gaya kelembapan sehingga kekentalan berpengaruh besar pada sifat aliran. Partikel aliran ini seolah-olah bergerak secara teratur mengikuti lintasan tertentu.
 - Aliran turbulen yaitu apabila kecepatan aliran lebih besar daripada kekentalan dalam hal ini butiran butiran air bergerak menurut lintasan yang tidak teratur.

- Aliran transisi yaitu aliran peralihan dari laminar ke aliran turbulen dimana kekentalan relative 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:

$$R = \frac{V(2.r)}{\nu} \dots\dots\dots(7)$$

Dimana :

Re = Angka Reynold

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

μ = kekentalan (viscositas) kinematik cairan (m²/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

b. Sifat-sifat aliran berdasarkan perbandingan gaya kelembapan dengan gaya gravitasi menurut. (*Chow, 1959*) :

- Sifat-sifat aliran berdasarkan perbandingan gaya kelembapan dengan gaya gravitasi.
- Aliran kritis yaitu suatu aliran dimana kecepatan alirannya sama besar dengan kecepatan gelombangnya.

- Aliran subkritis yaitu suatu aliran dimana kecepatan alirannya lebih kecil daripada kecepatan gelombangnya.

Chow (1959) dalam buku open channel hydraulich, Energi spesifik dalam suatu penampang saluran dinyatakan sebagai energy air pada setiap penampang saluran, diperhitungkan terhadap dasar saluran. Energy spesifik adalah energi relatif terhadap dasar saluran. Besarnya energy ini adalah :

$$Fr = \frac{v}{\sqrt{g.h}} \dots\dots\dots(8)$$

Dimana :

Fr = angka Froude

\tilde{v} = kecepatan rata-rata aliran

h = kedalaman aliran

g = gaya gravitasi (m/det²)

Sehingga :

- Aliran Kritis apabila Fr = 1, dimana kecepatan aliran sama dengan kecepatan rambat gelombang.
- Aliran Subkritis apabila Fr < 1, dimana kecepatan aliran lebih kecil dari kecepatan rambat gelombang.
- Aliran Superkritis apabila Fr > 1, Dimana kecepatan aliran lebih besar daripada kecepatan rambat gelombang.

4) Metode Hidrolika

a. Luas Penampang Basah

Menurut (Chow, 1992), Luas penampang basah adalah luas

penampang melintang aliran yang tegak lurus arah aliran. Adapun beberapa rumus luas penampang basah, sesuai dengan bentuknya :

1. Penampang segiempat

$$A = b \times h \dots\dots\dots (9)$$

Dimana :

A = Luas penampang (m²)

b = Lebar (m)

h = Kedalaman (m)

2. Penampang Trapesium

$$A = b.h + m.h^2 \dots\dots\dots (10)$$

Dimana :

A = Luas penampang (m²)

b = Lebar (m)

h = Kedalaman (m)

m = Kemiringan

3. Penampang Segitiga

$$A = m.h^2 \dots\dots\dots (11)$$

Dimana :

m = Kemiringan

h = Kedalaman (m)

b. Kecepatan Aliran

Kecepatan aliran disebabkan tekanan pada muka air akibat adanya perbedaan fluida antara udara dan air juga akibat gaya gesekan pada dinding saluran (dasar maupun tebing saluran) maka kecepatan aliran pada suatu potongan melintang saluran tidak seragam. (Chow 1992)

(Chow 1992), Current meter kecepatan aliran (V) didapat dari pengukuran current meter (tipe propeller atau tipe prise). Hubungan antara putaran per detik (N) dari alat ukur ini dengan kecepatan air dinyatakan dalam persamaan sebagai berikut:

$$V = a(N) + b \dots\dots\dots (12)$$

$$N = \frac{r}{t} \dots\dots\dots (13)$$

Dimana :

a dan b = Konstanta yang di dapat dari kalibrasi alat.

N = Banyaknya putaran propeller per detik.

r = Jumlah putaran baling = baling current meter

t = Waktu (detik)

Alat ini dilengkapi penghitung elektromik yang menunjukkan putaran baling- baling. Dengan adanya kalibrasi, maka alat ini dapat langsung digunakan dimana banyaknya putaran perdetik dan dicatat dalam alat tinggal masukkan dalam rumus.

Rumus kecepatan aliran dapat diketahui sesuai dengan tipe current meter.

1. PC.No. 88 – 51, jika :

$$N < 3,9 \text{ maka } V = 0,0593 N + 0,0131 \text{ (m/det)} \dots\dots\dots(14)$$

$$N < 3,19 \text{ maka } V = 0,0526 N + 0,0345 \text{ (m/det)} \dots\dots\dots(15)$$

2. PC. No. 2-85-11, jika :

$$N < 0,50 \text{ maka } V = 0,4533 N + 0,0106 \text{ (m/det)} \dots\dots\dots(16)$$

$$N < 0,50 \text{ maka } V = 0,4905 N + 0,008 \text{ (m/det)} \dots\dots\dots(17)$$

c. Debit Aliran

Debit aliran adalah laju aliran air (dalam bentuk volume air) yang melewati suatu penampang melintang sungai sungai persatuan waktu. Dalam sistem satuan S1 besarnya debit dinyatakan dalam satuan meter kubik per detik (m^3/det) (Asdak, 2007), Pengukuran debit aliran dilapangan pada dasarnya dilakukan melalui empat kategori (Asdak, 2007):

1. Pengukuran volume air sungai.
2. Pengukuran debit dengan cara mengukur kecepatan aliran dan menentukan luas penampang melintang sungai dan menggunakan rumus:

$$(Q=V \times A) \dots\dots\dots(18)$$

Dimana:

$$Q = \text{debit aliran (m}^3/\text{det)}$$

$$V = \text{kecepatan aliran (m/det)}$$

$$A = \text{luas penampang (m}^2\text{)}$$

3. Mengukur debit dengan menggunakan bahan kimia (pewarna) yang di alirkan dalam aliran sungai (*substance tracing method*).

4. Pengukuran debit dengan membuat bangunan pengukur seperti *wier* (aliran air lambat) atau *flume* (aliran air cepat).



BAB III

METODE PENELITIAN

A. Lokasi dan Waktu Penelitian

Adapun lokasi penelitian ini di laksanakan di laboratorium Hidrolika Teknik Pengairan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar, penelitian ini dilaksanakan pada bulan September 2023.

B. Teknik pengambilan data

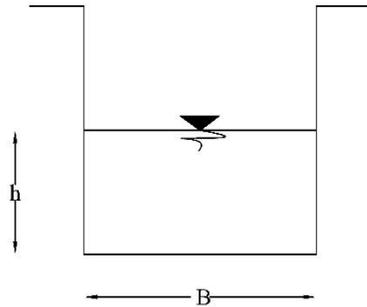
Tahap pengambilan data ini untuk memperoleh data-data yang akan di gunakan sebagai berikut:

1. Data primer

Data primer adalah data dengan mengadakan pengamatan langsung di Laboratorium. Teknik pengumpulan data primer yang dilakukan dalam penulisan tugas akhir ini yaitu:

- Data Luas penampang basah (A)

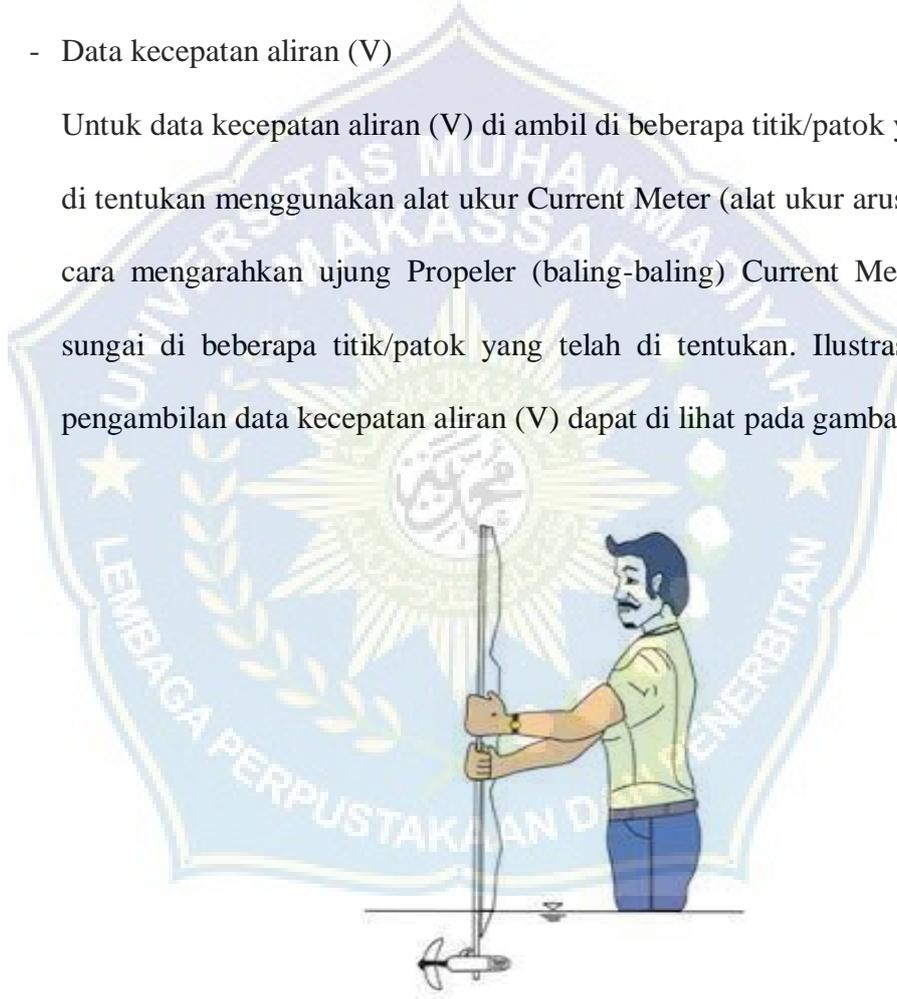
Pada penelitian ini peneliti menggunakan penampang persegi sesuai dengan saluran yang di Laboratorium Hidrolika Teknik Pengairan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar, Untuk data luas penampang basah (A) di ambil dari hasil perhitungan dari fisik saluran yang digunakan penelitian yaitu hasil dari perkalian dari Lebar Saluran (B) dan Tinggi Muka Air (H), Untuk mengetahui nilai Lebar saluran dan tinggi muka air lihat pada gambar sebagai berikut:



Gambar 3.1 Bentuk Penampang Segiempat

- Data kecepatan aliran (V)

Untuk data kecepatan aliran (V) di ambil di beberapa titik/patok yang telah di tentukan menggunakan alat ukur Current Meter (alat ukur arus), dengan cara mengarahkan ujung Propeler (baling-baling) Current Meter ke air sungai di beberapa titik/patok yang telah di tentukan. Ilustrasi metode pengambilan data kecepatan aliran (V) dapat di lihat pada gambar berikut.



Gambar 3.2 Ilustrasi metode pengambilan data kecepatan aliran (V) menggunakan Current Meter.

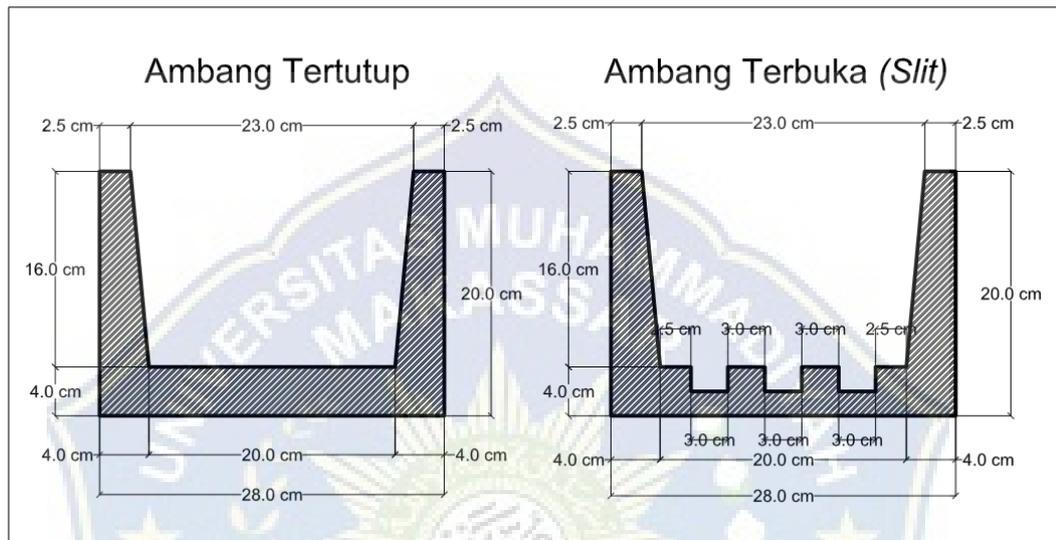
- Waktu Pengaliran

Untuk pengambilan data waktu pengaliran pada saat penelitian yaitu sesuai dengan berapa lama sedimen bergerak hingga ke ambang penahan sedimen

pada saluran menggunakan alat *Stopwatch*.

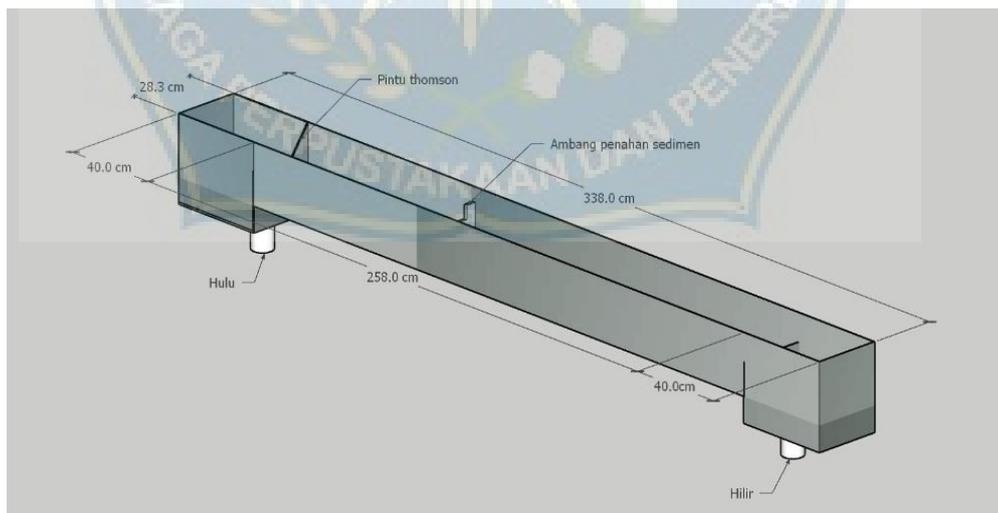
C. Model Ambang Penahan Sedimen

Untuk data dimensi ambang bentuk penahan sedimen menggunakan dua variasi bentuk yaitu bentuk terbuka (*slit*) dan tertutup.

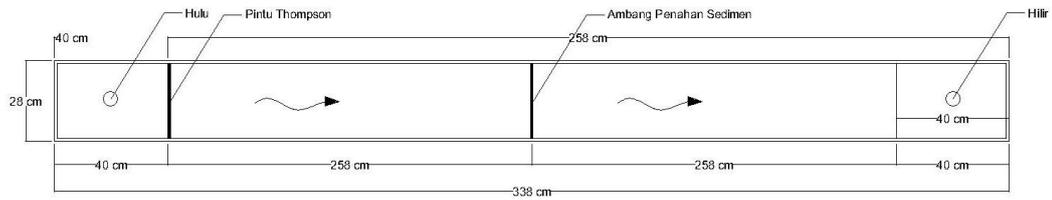


Gambar 3.3 . Sketsa bentuk penahan sedimen

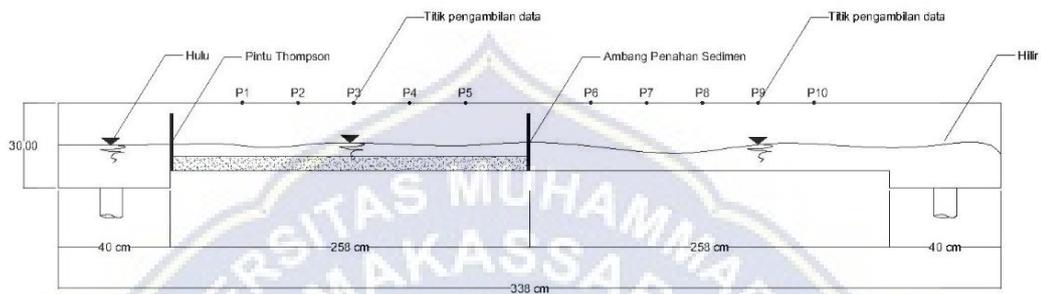
D. Model Saluran



Gambar 3.4. Sketsa bentuk saluran uji laboratorium



Gambar 3.5. Sketsa denah saluran



Gambar 3.6. Tampak samping saluran

E. Alat dan bahan

Secara umum alat dan bahan yang di gunakan dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Alat
 - a. Current meter
 - b. Meteran
 - c. Stopwatch
 - d. Saringan
 - e. Alat tulis dan table data
 - f. Laptop untuk mengolah data
 - g. Plastik/karung
 - h. Skop kecil
 - i. Kamera untuk pengambilan dokumentasi

2. Bahan

a. Sedimen (Sample)

F. Prosedur Penelitian

1. Ambang Terbuka

- Membersihkan dan mengerinkan saluran dan ambang penahan sedimen.
- Melakukan pengaliran awal untuk mengetahui layak atau tidaknya ambang yang akan digunakan.
- Kalibrasi semua alat yang akan digunakan terutama alat pengukur kecepatan.
- Melakukan pengaliran awal atau Running kosong.
- Memasang ambang yang akan digunakan.
- Menimbang sedimen yang akan digunakan.
- Pengambilan data kecepatan aliran menggunakan current meter, mengukur tinggi muka air dan tinggi pintu thompson menggunakan mistar.
- Sedimen yang lewat dari ambang lalu di kumpulkan lalu di timbang.
- Percobaan dilakukan dengan debit dan waktu yang bervariasi.

2. Ambang Tertutup

- Membersihkan dan mengerinkan saluran dan ambang penahan sedimen.
- Melakukan pengaliran awal untuk mengetahui layak atau tidaknya ambang yang akan digunakan.
- Kalibrasi semua alat yang akan digunakan terutama alat pengukur kecepatan.

- Melakukan pengaliran awal atau Running kosong.
- Memasang ambang yang akan digunakan.
- Menimbang sedimen yang akan digunakan.
- Pengambilan data kecepatan aliran menggunakan current meter, mengukur tinggi muka air dan tinggi pintu thompson menggunakan mistar.
- Sedimen yang lewat dari ambang lalu di kumpulkan lalu di timbang.
- Percobaan dilakukan dengan debit dan waktu yang bervariasi.

G. Metode Analisis

Metode analisis dari tiap tiap data yang di gunakan sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui kecepatan aliran (V) menggunakan alat Current meter

2. Untuk mengetahui Penentuan luas penampang basah

$$A = b \times h \dots\dots\dots(9)$$

3. Untuk mengetahui Debit aliran

$$Q = V \times A \dots\dots\dots(18)$$

4. Perhitungan Angka Froude (Fr)

$$Fr = \frac{v}{\sqrt{g \cdot h}} \dots\dots\dots(8)$$

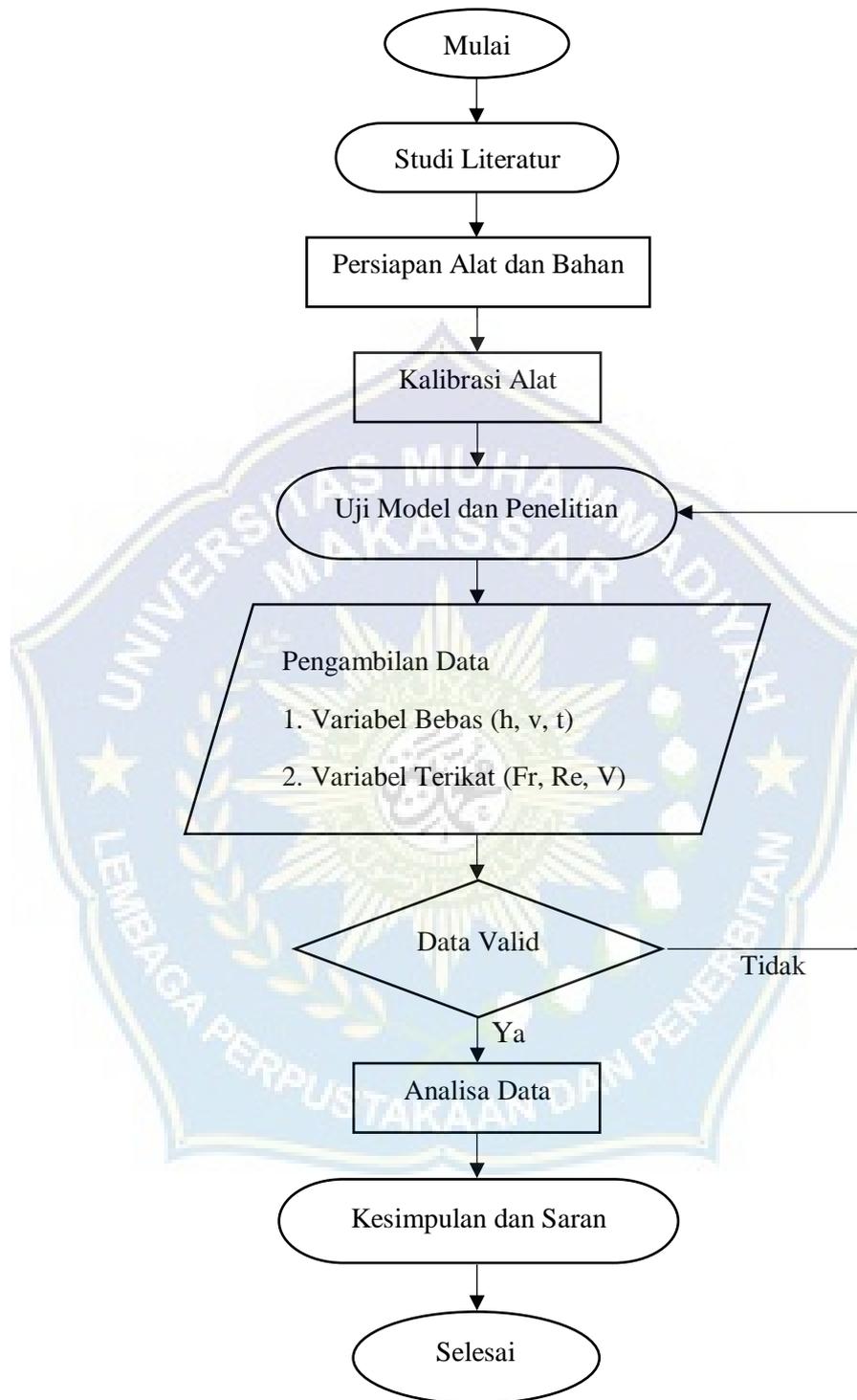
5. Perhitungan Bilangan Reynold (Re)

$$R = \frac{V(2.r)}{\mu} \dots\dots\dots(7)$$

6. Perhitungan Volume Sedimen

$$V = L \times b \times H \dots\dots\dots(5)$$

H. Alur Penelitian



Gambar 3.7. Alur penelitian

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

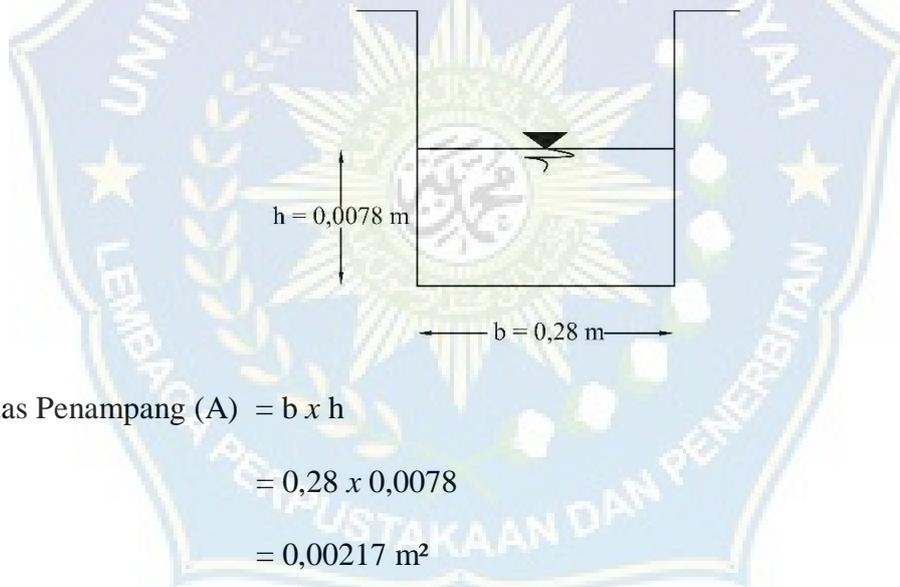
A. Analisis Hasil Perhitungan

1. Analisa Perhitungan Debit Aliran (Q)

Debit aliran didefinisikan jumlah air mengalir dalam suatu volume perwaktu (m^3/dtk), Jadi untuk mengetahui nilai debit (Q) pada penelitian ini menggunakan persamaan :

$$Q = A \times V \dots\dots\dots(18)$$

Perhitungan Q1 :



$$\begin{aligned} \text{Luas Penampang (A)} &= b \times h \\ &= 0,28 \times 0,0078 \\ &= 0,00217 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Kecepatan Aliran (V) = 0,181 m/dtk (Hasil Pengukuran Current Meter)

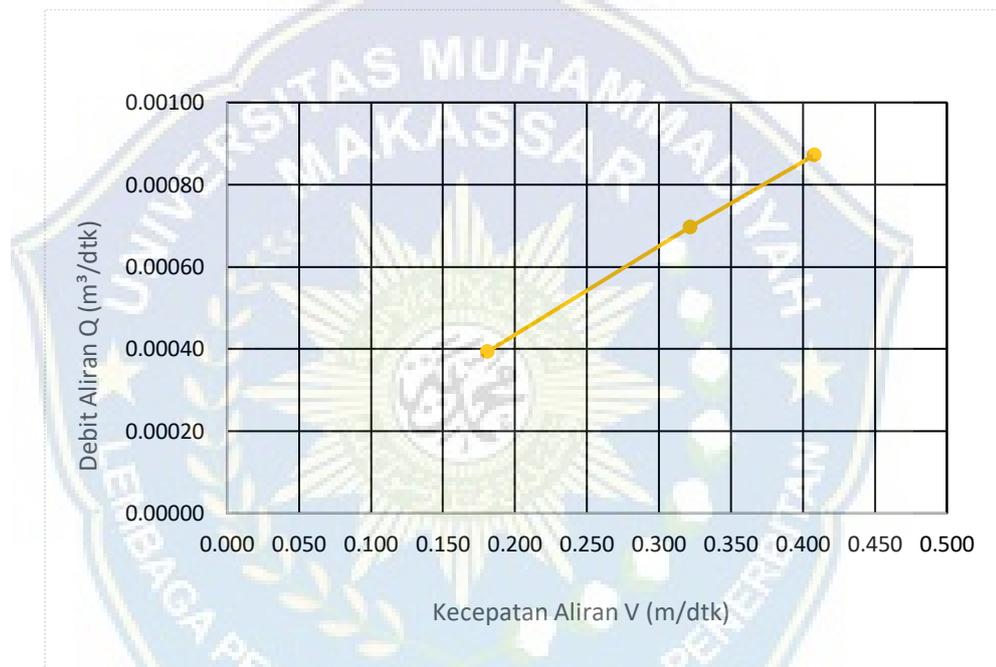
$$\begin{aligned} \text{Debit Aliran (Q)} &= A \times V \\ &= 0,00217 \times 0,181 \\ &= 0,00039 \text{ m}^3/dtk \end{aligned}$$

Hasil perhitungan debit aliran (Q) selanjutnya yang digunakan dalam penelitian dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 4.1. Tabel Analisa perhitungan Debit Aliran (Q) Running Kosong.

Nama	Luas Penampang (A) (m ²)	Kecepatan (V) (m/dtk)	Debit (Q) (m ³ /dtk)
Q1	0.00217	0.181	0.00039
Q2	0.00217	0.322	0.00070
Q3	0.00214	0.408	0.00087

Untuk data penelitian dan tabel-tabel perhitungan debit aliran dapat dilihat pada lampiran. Berikut adalah grafik hubungan kecepatan aliran (V) dan Debit (Q).



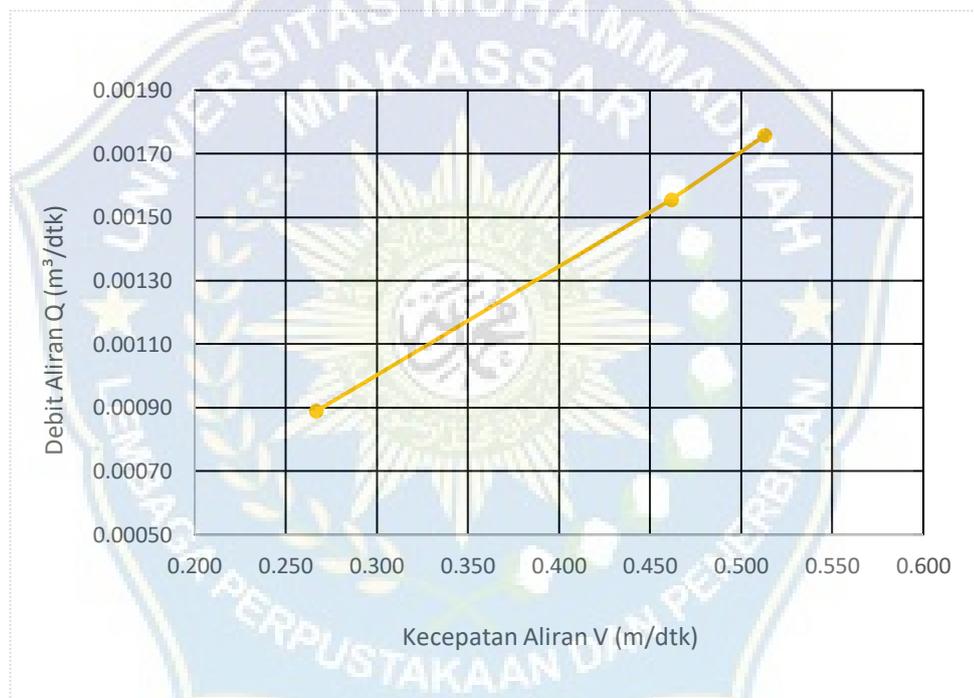
Gambar 4.1. Grafik hubungan kecepatan aliran (v) dan Debit (Q) Running Kosong

Dari grafik diatas dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi kecepatan aliran (V), maka semakin tinggi pula nilai Debit (Q). Nilai debit tertinggi untuk running kosong yaitu nilai Q3 = 0,00087 M³/dtk.

Tabel 4.2. Tabel Analisa perhitungan Debit Aliran (Q) Ambang Terbuka.

Nama	Luas Penampang (A) (m ²)	Kecepatan (V) (m/dtk)	Debit (Q) (m ³ /dtk)
Q1	0.00333	0.267	0.00089
Q2	0.00337	0.462	0.00156
Q3	0.00343	0.513	0.00176

Untuk data penelitian dan tabel-tabel perhitungan debit aliran dapat dilihat pada lampiran. Berikut adalah grafik hubungan kecepatan aliran (V) dan Debit (Q).



Gambar 4.2. Grafik hubungan kecepatan aliran (v) dan Debit (Q) Ambang Terbuka (*slit*)

Dari grafik diatas dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi kecepatan aliran (V), maka semakin tinggi pula nilai Debit (Q). Nilai debit tertinggi untuk ambang terbuka (*slit*) yaitu nilai $Q_3 = 0,00176 \text{ M}^3/\text{dtk}$.

Tabel 4.3. Tabel Analisa perhitungan Debit Aliran (Q) Ambang Tertutup.

Nama	Luas Penampang (A) (m ²)	Kecepatan (V) (m/dtk)	Debit (Q) (m ³ /dtk)
Q1	0.00481	0.229	0.00110
Q2	0.00490	0.357	0.00175
Q3	0.00524	0.502	0.00263

Untuk data penelitian dan tabel-tabel perhitungan debit aliran dapat dilihat pada lampiran. Berikut adalah grafik hubungan kecepatan aliran (V) dan Debit (Q).



Gambar 4.3. Grafik hubungan kecepatan aliran (v) dan Debit (Q) Ambang Tertutup.

Dari grafik diatas dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi kecepatan aliran (V), maka semakin tinggi pula nilai Debit (Q). Nilai debit tertinggi untuk ambang tertutup yaitu nilai Q3 = 0,00263 M³/dtk.

2. Analisa Perhitungan Bilangan Froude

Bilangan Froude didefinisikan sebagai kecepatan rata-rata dibagi akar gravitasi dan kedalaman air. Jadi untuk mengetahui dan menetapkan jenis aliran yang terjadi dalam saluran pada proses pengaliran maka dapat dijabarkan atau dijelaskan berdasarkan Froude (Fr), dimana:

$$Fr = \frac{v}{\sqrt{g \cdot h}} \dots \dots \dots (8)$$

Perhitungan Q1 :

Diketahui : V = 0,181 m/dtk (Hasil Pengukuran Current Meter)

g = 9,8 m/dtk² (Gravitasi bumi)

h = 0,0078 m (Hasil pengukuran)

Penyelesaian :

$$Fr = \frac{0,181}{\sqrt{9,8 \times 0,0078}}$$

$$= 0,6556$$

Jika, Fr < 1, Maka jenis alirannya adalah Aliran Subkritis.

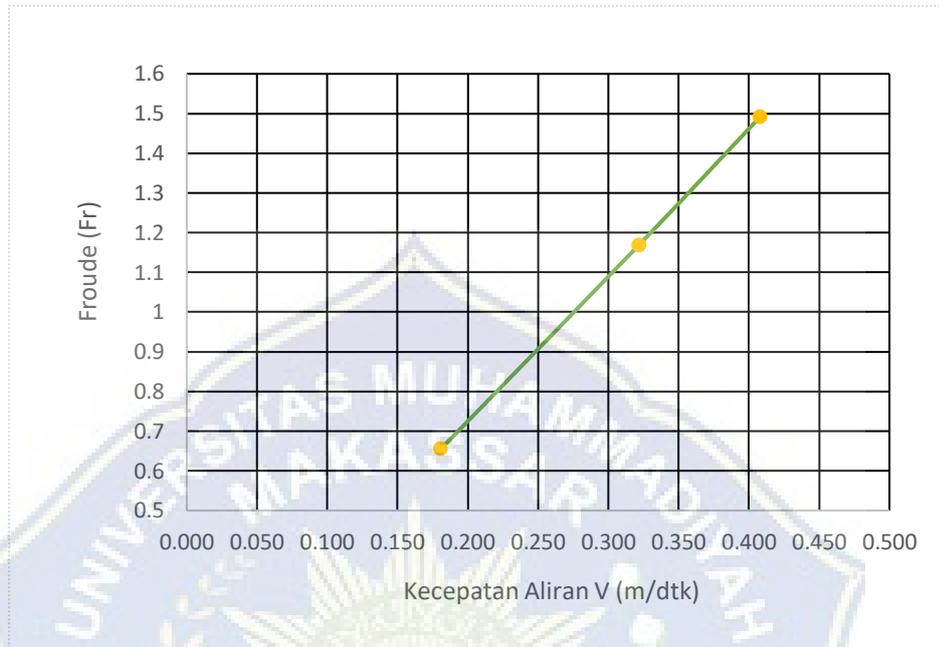
Hasil perhitungan bilangan Froude selanjutnta pada berbagai debit dan waktu yang digunakan dalam penelitian dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 4.4. Tabel rekapitulasi analisa bilangan froude (Fr) Running Kosong

Nama	Debit (Q) (m ³ /dtk)	Kecepatan (V) (m/dtk)	Tinggi Muka Air (h) (m)	Gravitasi (g) (m/dtk ²)	Froude (Fr)	Aliran
Q1	0.00039	0.181	0.0078	9.8	0.6542	Subkritis
Q2	0.00070	0.322	0.0077	9.8	1.1712	Superkritis
Q3	0.00087	0.408	0.0076	9.8	1.4949	Superkritis

Untuk data penelitian dan tabel-tabel perhitungan bilangan (Fr) dapat

dilihat pada lampiran. Berikut adalah grafik hubungan kecepatan aliran (V) dan bilangan Froude (Fr).



Gambar 4.4. Grafik hubungan kecepatan aliran (v) dan angka Froude (Fr) Running Kosong

Dari grafik diatas dapat disimpulkan bahwa semakin cepat aliran (V) maka semakin tinggi pula bilangan Froude nya. Angka Froude tertinggi terdapat pada Running kosong dengan nilai angka Froude = 1.4916 dengan jenis aliran yaitu aliran Superkritis.

Tabel 4.5. Tabel rekapitulasi analisa perhitungan bilangan froude (Fr) ambang terbuka (*slit*) Sebelum Ambang.

Nama	Debit (Q) (m^3/dtk)	Kecepatan (V) (m/dtk)	Tinggi Muka Air (h) (m)	Gravitasi (g) (m/dtk^2)	Froude (Fr)	Aliran
Q1	0.00089	0.329	0.0187	9.8	0.7680	Subkritis
Q2	0.00156	0.553	0.0189	9.8	1.2851	Superkritis
Q3	0.00176	0.624	0.0193	9.8	1.4357	Superkritis

Untuk data penelitian dan tabel-tabel perhitungan bilangan (Fr) dapat dilihat pada lampiran. Berikut adalah grafik hubungan kecepatan aliran (V) dan bilangan Froude (Fr).



Gambar 4.5. Grafik hubungan kecepatan aliran (v) dan angka Froude (Fr) Ambang Terbuka (*slit*) Sebelum Ambang.

Dari grafik diatas dapat disimpulkan bahwa semakin cepat aliran (V) maka semakin tinggi pula bilangan Froude nya. Angka Froude tertinggi terdapat pada ambang terbuka (*slit*) Sebelum ambang dengan nilai angka Froude = 1,4357, dengan jenis aliran yaitu aliran Superkritis.

Tabel 4.6. Tabel rekapitulasi analisa perhitungan bilangan froude (Fr) ambang terbuka (*slit*) Setelah Ambang.

Nama	Debit (Q) (m^3/dtk)	Kecepatan (V) (m/dtk)	Tinggi Muka Air (h) (m)	Gravitasi (g) (m/dtk^2)	Froude (Fr)	Aliran
Q1	0.00089	0.204	0.0051	9.8	0.9161	Subkritis
Q2	0.00156	0.371	0.0052	9.8	1.6417	Superkritis
Q3	0.00176	0.402	0.0052	9.8	1.7811	Superkritis

Untuk data penelitian dan tabel-tabel perhitungan bilangan (Fr) dapat dilihat pada lampiran. Berikut adalah grafik hubungan kecepatan aliran (V) dan bilangan Froude (Fr).



Gambar 4.6. Grafik hubungan kecepatan aliran (v) dan angka Froude (Fr) Ambang Terbuka (*slit*) Setelah ambang.

Dari grafik diatas dapat disimpulkan bahwa semakin cepat aliran maka semakin tinggi pula bilangan Froude nya. Angka Froude tertinggi terdapat pada ambang terbuka (*slit*) Setelah Ambang dengan nilai angka Froude = 1,7811, Dengan jenis aliran yaitu aliran Superkritis.

Tabel 4.7. Tabel rekapitulasi analisa perhitungan bilangan froude (Fr) ambang tertutup (Sebelum Ambang).

Nama	Debit (Q) (m^3/dtk)	Kecepatan (V) (m/dtk)	Tinggi Muka Air (h) (m)	Gravitasi (g) (m/dtk^2)	Froude (Fr)	Aliran
Q1	0.00110	0.237	0.0277	9.8	0.4545	Subkritis
Q2	0.00175	0.427	0.0282	9.8	0.8121	Subkritis
Q3	0.00263	0.589	0.0300	9.8	1.0857	Superkritis

Untuk data penelitian dan tabel-tabel perhitungan bilangan (Fr) dapat dilihat pada lampiran. Berikut adalah grafik hubungan kecepatan aliran (V) dan bilangan Froude (Fr).



Gambar 4.7. Grafik hubungan kecepatan aliran (v) dan angka Froude (Fr) Ambang Tertutup (Sebelum ambang).

Dari grafik diatas dapat disimpulkan bahwa semakin cepat aliran maka semakin tinggi pula bilangan Froude nya. Angka Froude tertinggi terdapat pada ambang tertutup (Sebelum Ambang) dengan nilai angka Froude = 1,0857, Dengan jenis aliran yaitu aliran Superkritis.

Tabel 4.8. Tabel rekapitulasi analisa perhitungan bilangan froude (Fr) ambang tertutup (Setelah Ambang).

Nama	Debit (Q) (m^3/dtk)	Kecepatan (V) (m/dtk)	Tinggi Muka Air (h) (m)	Gravitasi (g) (m/dtk^2)	Froude (Fr)	Aliran
Q1	0.00110	0.221	0.0067	9.8	0.8628	Subkritis
Q2	0.00175	0.286	0.0068	9.8	1.1082	Superkritis
Q3	0.00263	0.416	0.0074	9.8	1.5450	Superkritis

Untuk data penelitian dan tabel-tabel perhitungan bilangan (Fr) dapat dilihat pada lampiran. Berikut adalah grafik hubungan kecepatan aliran (V) dan bilangan Froude (Fr).



Gambar 4.8. Grafik hubungan kecepatan aliran (v) dan angka Froude (Fr) Ambang Tertutup (Setelah ambang).

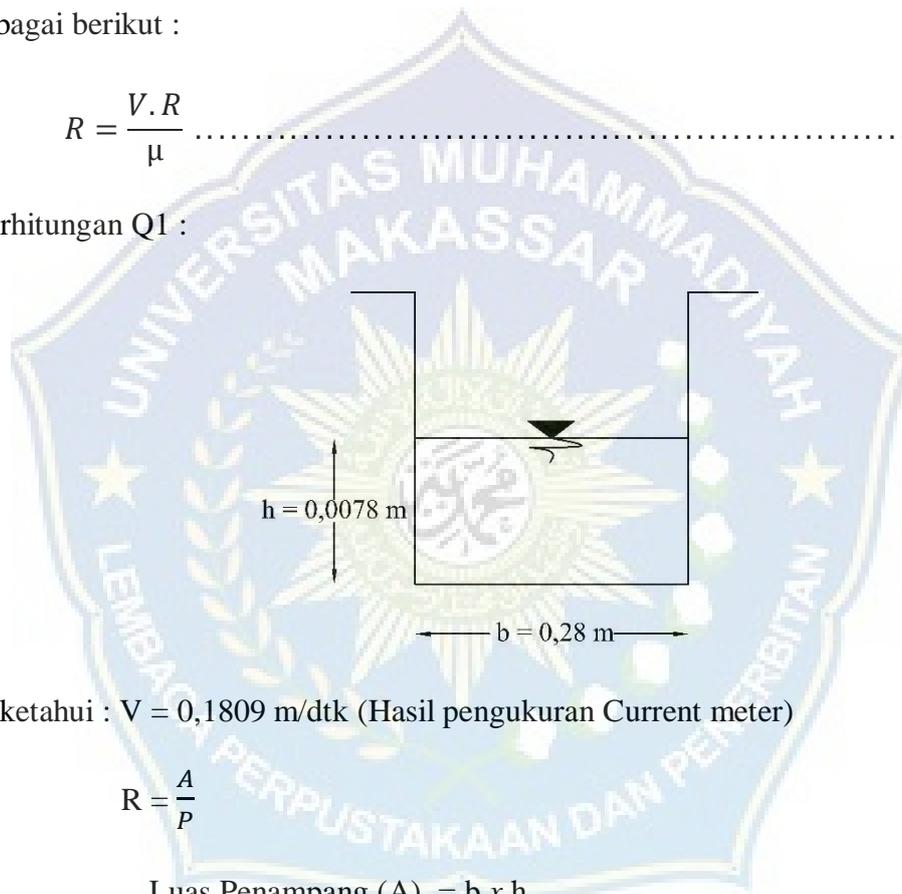
Dari grafik diatas dapat disimpulkan bahwa semakin cepat aliran maka semakin tinggi pula bilangan Froude nya. Angka Froude tertinggi terdapat pada ambang tertutup (Setelah Ambang) dengan nilai angka Froude = 1,5450, Dengan jenis aliran yaitu aliran Superkritis.

3. Analisa Perhitungan Bilangan Reynold

Keadaan atau perilaku aliran pada saluran terbuka pada dasarnya ditentukan oleh pengaruh kekentalan dan gravitasi. Pengaruh kekentalan (viscosity) aliran dapat bersifat laminar, turbulen dan transisi yang tergantung pada pengaruh kekentalan relative dapat dinyatakan dengan bilangan reynold yang didefinisikan sebagai berikut :

$$R = \frac{V \cdot R}{\mu} \dots\dots\dots(7)$$

Perhitungan Q1 :



Diketahui : $V = 0,1809$ m/dtk (Hasil pengukuran Current meter)

$$R = \frac{A}{P}$$

$$\text{Luas Penampang (A)} = b \times h$$

$$= 0,28 \times 0,0078$$

$$= 0,00217 \text{ m}^2$$

$$\text{Keliling Basah (P)} = b + 2 \times h$$

$$= 0,28 + 2 \times 0,0078$$

$$= 0,2956$$

$$R = \frac{0,00217}{0,2956}$$

$$= 0,0074$$

$$\mu = 0,000008540 \text{ (Pengaruh kekentalan (viscosity))}$$

Hasil perhitungan bilangan Reynold selanjutnya pada berbagai debit dan waktu yang digunakan dalam penelitian dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 4.9. Tabel rekapitulasi analisa bilangan Reynold (Re) Running kosong.

Nama	Debit (Q) (m ³ /dtk)	Kecepatan (V) (m/dtk)	Jari-jari Hidrolis (R)	Viskositas 10 ⁻⁶ m/dtk	Reynold (Re)	Aliran
Q1	0.00039	0.181	0.0074	0.00000854	156	Laminar
Q2	0.00070	0.322	0.0073	0.00000854	276	Laminar
Q3	0.00087	0.408	0.0072	0.00000854	346	Laminar

Untuk data penelitian dan tabel-tabel perhitungan bilangan Reynold (Re) dapat dilihat pada lampiran. Berikut adalah grafik hubungan kecepatan aliran (V) dan bilangan Reynold (Re).



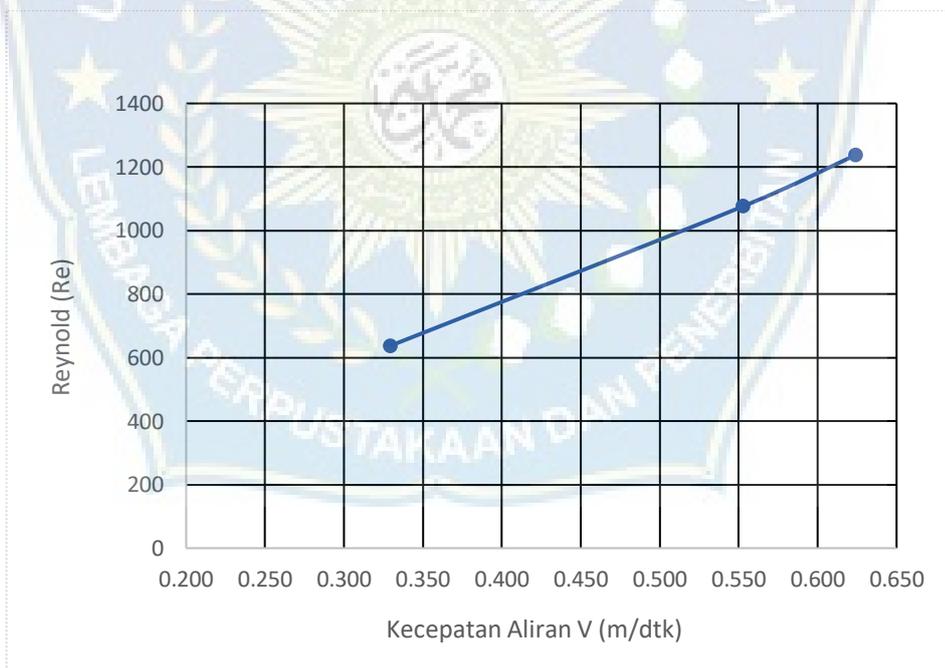
Gambar 4.9. Grafik hubungan kecepatan aliran (v) dan bilangan Reynold(Re) Running Kosong.

Dari grafik diatas dapat disimpulkan bahwa semakin cepat aliran maka semakin tinggi pula bilangan Reynold nya. Angka Reynold tertinggi terdapat pada running kosong dengan nilai angka Reynold = 346, Dengan Jenis Aliran Laminar.

Tabel 4.10. Tabel rekapitulasi analisa bilangan Reynold (Re) Ambang Terbuka (*slit*) Sebelum Ambang.

Nama	Debit (Q) (m ³ /dtk)	Kecepatan (V) (m/dtk)	Jari-jari Hidrolis (R)	Viskositas 10 ⁻⁶ m/dtk	Reynold (Re)	Aliran
Q1	0.00089	0.329	0.0165	0.00000854	637	Transisi
Q2	0.00156	0.553	0.0166	0.00000854	1076	Transisi
Q3	0.00176	0.624	0.0169	0.00000854	1237	Transisi

Untuk data penelitian dan tabel-tabel perhitungan bilangan Reynold (Re) dapat dilihat pada lampiran. Berikut adalah grafik hubungan kecepatan aliran (V) dan bilangan Reynold (Re).



Gambar 4.10. Grafik hubungan kecepatan aliran (v) dan bilangan Reynold (Re) Ambang Terbuka (*slit*) Sebelum ambang.

Dari grafik diatas dapat disimpulkan bahwa semakin cepat aliran maka semakin tinggi pula bilangan Reynold nya. Angka Reynold tertinggi terdapat pada

ambang terbuka (*slit*) Sebelum Ambang dengan nilai angka Reynold = 1237, Dengan Jenis Aliran Transisi.

Tabel 4.11. Tabel rekapitulasi analisa bilangan Reynold (Re) Ambang Terbuka (*slit*) Setelah Ambang.

Nama	Debit (Q) (m ³ /dtk)	Kecepatan (V) (m/dtk)	Jari-jari Hidrolis (R)	Viskositas 10 ⁻⁶ m/dtk	Reynold (Re)	Aliran
Q1	0.00089	0.204	0.0049	0.00000854	117	Laminar
Q2	0.00156	0.371	0.0050	0.00000854	218	Laminar
Q3	0.00176	0.402	0.0050	0.00000854	236	Laminar

Untuk data penelitian dan tabel-tabel perhitungan bilangan Reynold (Re) dapat dilihat pada lampiran. Berikut adalah grafik hubungan kecepatan aliran (V) dan bilangan Reynold (Re).



Gambar 4.11. Grafik hubungan kecepatan aliran (v) dan bilangan Reynold (Re) Ambang Terbuka (*slit*) Setelah Ambang.

Dari grafik diatas dapat disimpulkan bahwa semakin cepat aliran maka semakin tinggi pula bilangan Reynold nya. Angka Reynold tertinggi terdapat pada ambang terbuka (*slit*) setelah ambang dengan nilai angka Reynold = 236, Dengan Jenis Aliran Laminar.

Tabel 4.12. Tabel rekapitulasi analisa bilangan Reynold (Re) Ambang Tertutup (Sebelum Ambang).

Nama	Debit (Q)	Kecepatan (V)	Jari-jari Hidrolis	Viskositas	Reynold	Aliran
	(m ³ /dtk)	(m/dtk)	(R)	10 ⁻⁶ m/dtk	(Re)	
Q1	0.00110	0.237	0.0231	0.00000854	640	Transisi
Q2	0.00175	0.427	0.0235	0.00000854	1173	Transisi
Q3	0.00263	0.589	0.0247	0.00000854	1703	Transisi

Untuk data penelitian dan tabel-tabel perhitungan bilangan Reynold (Re) dapat dilihat pada lampiran. Berikut adalah grafik hubungan kecepatan aliran (V) dan bilangan Reynold (Re).



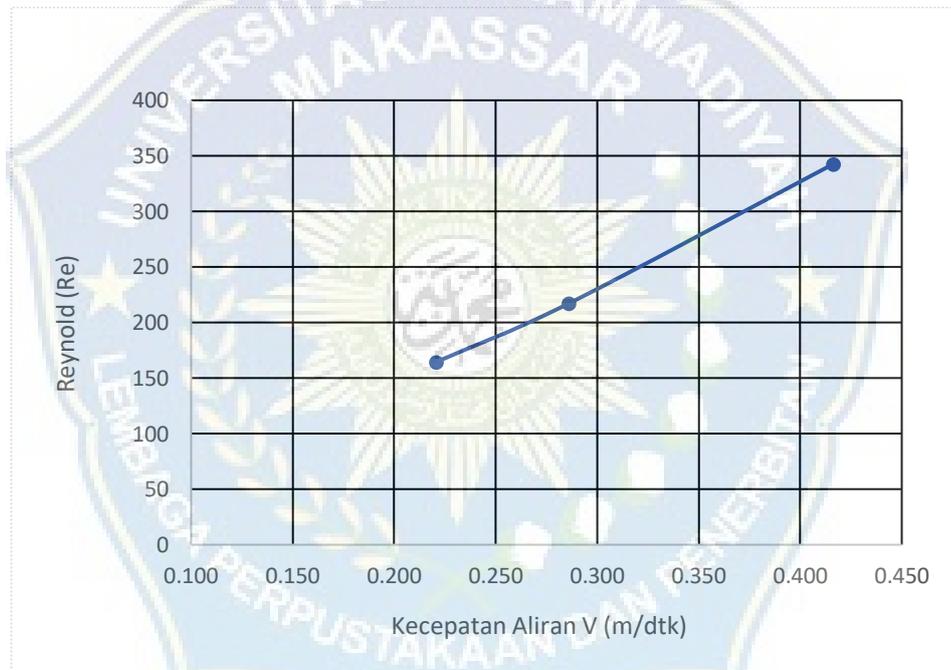
Gambar 4.12. Grafik hubungan kecepatan aliran (v) dan bilangan Reynold (Re) Ambang Tertutup (Sebelum Ambang).

Dari grafik diatas dapat disimpulkan bahwa semakin cepat aliran maka semakin tinggi pula bilangan Reynold nya. Angka Reynold tertinggi terdapat pada ambang tertutup (sebelum ambang) dengan nilai angka Reynold = 1703, Dengan Jenis Aliran Transisi.

Tabel 4.13. Tabel rekapitulasi analisa bilangan Reynold (Re) Ambang Tertutup (Setelah Ambang).

Nama	Debit (Q) (m ³ /dtk)	Kecepatan (V) (m/dtk)	Jari-jari Hidrolis (R)	Viskositas 10 ⁻⁶ m/dtk	Reynold (Re)	Aliran
Q1	0.00110	0.221	0.0064	0.00000854	164	Laminar
Q2	0.00175	0.286	0.0065	0.00000854	217	Laminar
Q3	0.00263	0.416	0.0070	0.00000854	342	Laminar

Untuk data penelitian dan tabel-tabel perhitungan bilangan Reynold (Re) dapat dilihat pada lampiran. Berikut adalah grafik hubungan kecepatan aliran (V) dan bilangan Reynold (Re).



Gambar 4.13. Grafik hubungan kecepatan aliran (v) dan bilangan Reynold (Re) Ambang Tertutup (Setelah Ambang).

Dari grafik diatas dapat disimpulkan bahwa semakin cepat aliran maka semakin tinggi pula bilangan Reynold nya. Angka Reynold tertinggi terdapat pada ambang tertutup (setelah ambang) dengan nilai angka Reynold = 342, Dengan Jenis Aliran Laminar.

4. Analisa Volume Tampungan Sedimen

Pengangkutan sedimen dimaksudkan untuk mengetahui besarnya volume sedimen yang terbawa maupun yang tertampung oleh aliran, untuk menganalisa besarnya pengangkutan sedimen yang terbawa oleh aliran air menggunakan rumus yang telah dibahas pada metode penelitian.

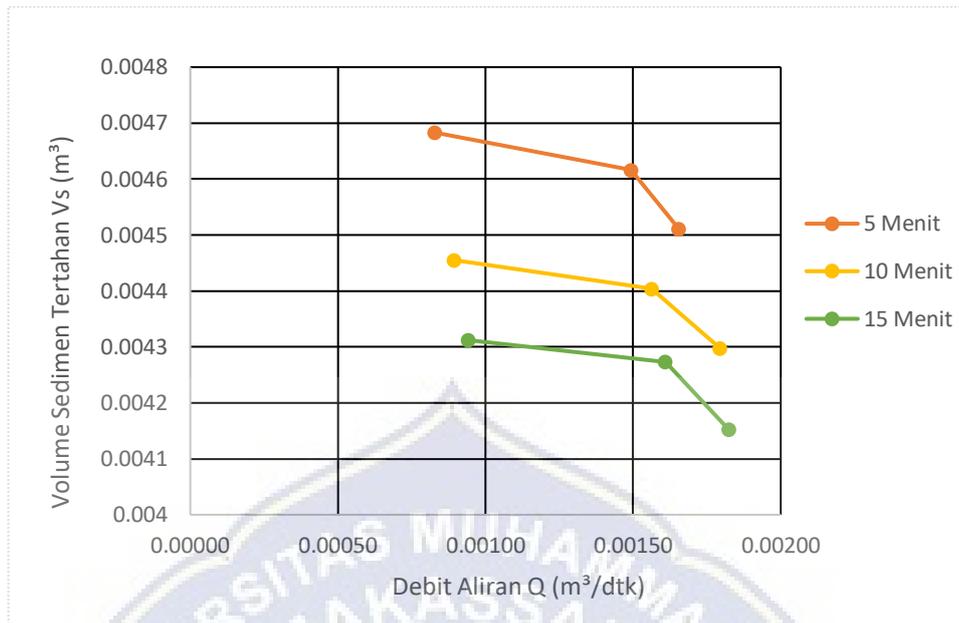
a. Ambang Terbuka (*slit*)

Tabel 4.14. Tabel rekapitulasi analisa perhitungan volume sedimen ambang terbuka (*slit*).

Nama	Debit (Q) (m ³ /det)	Kecepatan (V) (m/det)	Jumlah sedimen awal (m ³)	Panjang Pengambilan data (m)	Jumlah Sedimen Tertahan (m ³)	Jumlah Sedimen Lewat (m ³)
5 Menit						
Q1	0.00083	0.253	0,005	3,38	0.004683	0.000317
Q2	0.00149	0.441	0,005	3,38	0.004616	0.000384
Q3	0.00165	0.488	0,005	3,38	0.004511	0.000489
10 Menit						
Q1	0.00089	0.266	0,005	3,38	0.004455	0.000545
Q2	0.00156	0.465	0,005	3,38	0.004404	0.000596
Q3	0.00179	0.525	0,005	3,38	0.004298	0.000702
15 Menit						
Q1	0.00094	0.281	0,005	3,38	0.004312	0.000688
Q2	0.00161	0.479	0,005	3,38	0.004273	0.000727
Q3	0.00182	0.525	0,005	3,38	0.004152	0.000848

Dari analisa perhitungan volume sedimen (V_s) didapatkan hasil untuk bangunan pengendali sedimen terbuka (*slit*) dengan berbagai variasi debit dengan waktu (t) didapatkan volume yang tertampung pada waktu 5 menit, 10 menit, dan 15 menit. Untuk data penelitian dan tabel-tabel perhitungan analisa volume sedimen ambang terbuka (*slit*) dapat dilihat pada lampiran.

Berikut adalah grafik hubungan Kecepatan aliran (V) dan Volume tampungan sedimen (V_s).



Gambar 4.14. Grafik volume tampungan sedimen ambang terbuka (*slit*) dengan Debit aliran.

Dari grafik diatas dapat disimpulkan bahwa semakin besar debit aliran maka semakin kecil volume sedimen yang tertahan pada ambang terbuka (*slit*). Angka Volume sedimen tertinggi yang terdapat pada ambang terbuka (*slit*) untuk waktu (t) 5 menit yaitu $V_s = 0,004683 \text{ m}^3$, untuk waktu (t) 10 menit $V_s = 0,004455 \text{ m}^3$, dan waktu (t) 15 menit $V_s = 0,004312 \text{ m}^3$.

b. Ambang Tertutup

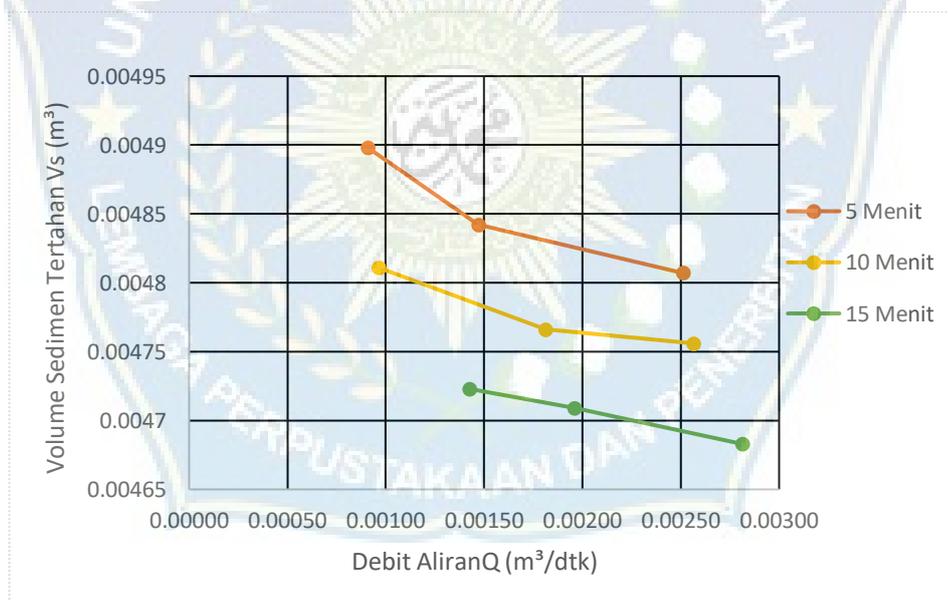
Tabel 4.15. Tabel rekapitulasi analisa perhitungan volume sedimen ambang tertutup.

Nama	Debit (Q) (m³/det)	Kecepatan (V) (m/det)	Jumlah sedimen awal (m³)	Panjang Pengambilan data (m)	Jumlah Sedimen Tertahan (m³)	Jumlah Sedimen Lewat (m³)
5 Menit						
Q1	0.00091	0.190	0,005	3,38	0.004898	0.000102
Q2	0.00147	0.300	0,005	3,38	0.004842	0.000158
Q3	0.00251	0.480	0,005	3,38	0.004807	0.000193
10 Menit						
Q1	0.00096	0.200	0,005	3,38	0.004811	0.000189
Q2	0.00181	0.370	0,005	3,38	0.004766	0.000234
Q3	0.00257	0.490	0,005	3,38	0.004756	0.000244

Sambungan Tabel 4.15. Tabel rekapitulasi analisa perhitungan volume sedimen ambang tertutup.

15 Menit						
Q1	0.00142	0.296	0,005	3,38	0.004723	0.000277
Q2	0.00196	0.400	0,005	3,38	0.004709	0.000291
Q3	0.00281	0.537	0,005	3,38	0.004683	0.000317

Dari analisa perhitungan volume sedimen (V_s) didapatkan hasil untuk bangunan pengendali sedimen tertutup dengan berbagai variasi debit dengan waktu (t) didapatkan volume yang tertampung pada waktu 5 menit, 10 menit, dan 15 menit. Untuk data penelitian dan tabel-tabel perhitungan analisa volume sedimen ambang terbuka (*slit*) dapat dilihat pada lampiran. Berikut adalah grafik hubungan Kecepatan aliran (V) dan Volume tampungan sedimen (V_s).



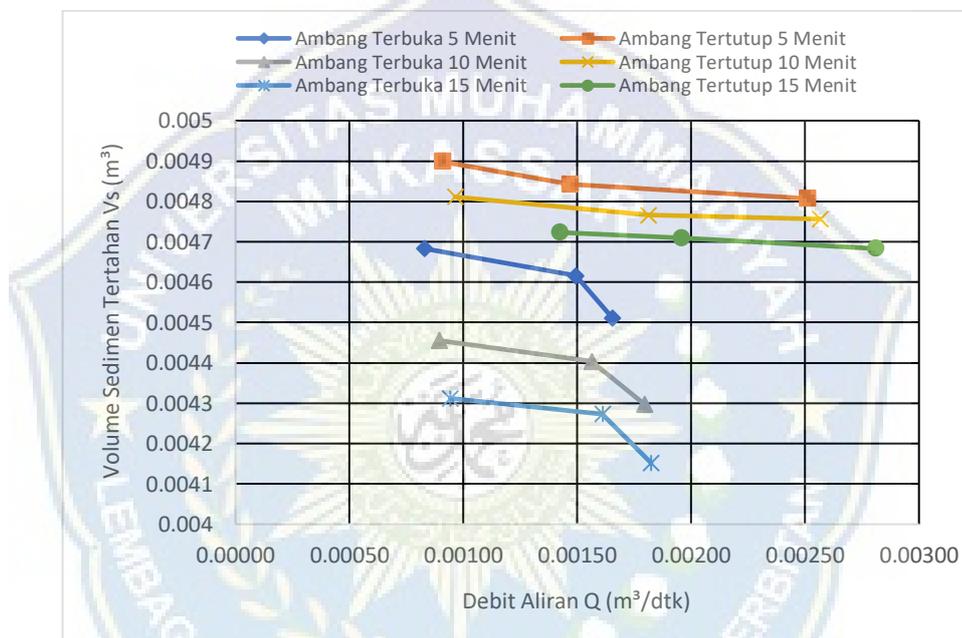
Gambar 4.15. Grafik analisa perhitungan volume tampungan sedimen ambang Tertutup.

Dari grafik diatas dapat disimpulkan bahwa semakin besar debit aliran maka semakin kecil volume sedimen yang tertahan pada ambang terbuka (*slit*). Angka Volume sedimen tertinggi yang terdapat pada ambang terbuka (*slit*) untuk waktu (t) 5 menit yaitu $V_s = 0,004898 m^3$, untuk waktu (t) 10 menit $V_s = 0,004811 m^3$,

dan waktu (t) 15 menit $V_s = 0,004723 \text{ m}^3$.

5. Analisa perbandingan penahan sedimen tipe terbuka (*slit*) dan tipe tertutup

Pada analisa perhitungan penahan sedimen yaitu di pertimbangkan dari seberapa besar volume tampungan yang tertahan oleh bangunan penahan sedimen terbuka (*slit*) maupun tertutup. Berikut adalah grafik perbandingan efektivitas penahan sedimen.



Gambar 4.16. Grafik analisa perbandingan efektivitas penahan sedimen.

Dari grafik diatas dapat disimpulkan bahwa efektivitas penahan sedimen dari segi menahan sedimen yaitu ambang tertutup.

6. Penyebab penahan sedimen tipe terbuka lebih sedikit menampung volume sedimen dari pada penahan sedimen tipe tertutup.

Penentuan bentuk-bentuk penahan sedimen untuk bangunan pengendali sedimen bentuk tertutup maupun terbuka yaitu tergantung kondisi di lapangan, Metode penggunaan bentuk penahan sedimen terbuka (*slit*) yaitu mengalirkan kembali material, terutama pasir dan kerikil ke daerah hilir ketika aliran normal

untuk menjaga keseimbangan sedimen agar tidak terjadi degradasi dasar sungai, Sedangkan penggunaan metode bentuk penahan sedimen tertutup yaitu menahan dan menampung permanen sebagian material ketika aliran debris berlangsung, sehingga kecepatan mengecil dengan demikian daya rusak aliran juga berkurang.



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Besar volume tampungan sedimen dari bangunan pengendali sedimen tipe tertutup yaitu $(V) = 0,004898 \text{ m}^3$. lebih besar dari volume tampungan sedimen terbuka (*slit*) yaitu $(V) = 0,004683 \text{ m}^3$
2. Dari kedua bentuk tipe penahan sedimen yang paling efektif menahan sedimen adalah penahan sedimen tipe tertutup.

B. Saran

1. Penelitian tentang penahan sedimen ini perlu dikembangkan lagi dengan menambahkan variasi debit.
2. Perlu dilakukan penelitian lanjutan menggunakan saluran trapesium atau setengah lingkaran.

DAFTAR PUSTAKA

- Asdak, C. (2007) . Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai. Yogyakarta : Gadjah Mada University Press.
- Asrib, AHMAD RIFQI. "Model Pengendalian Sedimentasi Waduk Akibat Erosi Lahan Dan Longsor Di Waduk Bili-Bili Sulawesi Selatan." *Desertation. Institut Pertanian Bogor* (2012).
- A. Partanto, Pius and M. Dahlan Al Barry. 2001. Kamus Ilmiah Populer Surabaya: Arkola.
- American Geophysical Union , 1947 sediment terminology. Transactions of the, volume 28 number 6.
- BBWS Pompaan Jeneberang, Departemen Pekerjaan Umum, Pedoman Konstruksi dan Bangunan Sipil: Survey dan Monitoring Sedimentasi Waduk, Dirjen SDA, 2009
- Chow, V.T. 1992. *Hidrolika Saluran Terbuka (Open Channel Hydraulics)* Terjemah. Erlangga : Jakarta.
- Cahyono, Joko. 2000. Pengantar Teknologi. Yayasan Sabo Indonesia. Yogyakarta.
- Chow, 1992, Hidrolika Saluran Terbuka. Penerbit Erlangga, Jakarta, 1992.
- Efendi, N. (2014). Studi Pengendalian Aliran Sedimen Sungai Hera Menggunakan Sand Pocket. *Skripsi. Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin. Makasar.*
- Garcia C.C., Lopez-Bermudez F., Garzia-Lorenzo (2007). "Bed stability variations after check dam construction in torrential channel (South-East-Spain). *Earth Surface Processes and Landforms, Wiley Online Library, Vol. 32: pp. 2165-2184*
- Garde, R.J., Raju, K.G.R., "Mechanics of Sediment Transportation and Alluvial Stream Problems". I. Wiley Eastern Limited Roorkee. 1985.
- Hanif, Muhammad Reyhan, Dinia Anggraheni, and Pradipta Nandi Wardhana. "Analisis Kapasitas Tampung Sabo Dam GE-C13 Kali Gendol." *Proceeding Civil Engineering Research Forum Vol. Vol. 2. No. 2. 2023.*

- Hambali, Roby, and Yayuk Apriyanti. "Studi Karakteristik Sedimen dan Laju Sedimentasi Sungai Daeng–Kabupaten Bangka Barat." *FROPIL (Forum Profesional Teknik Sipil)*. Vol. 4. No. 2. 2016.
- Indriani, U. (2017). Desain Bangunan Pengendali Sedimen (Sabo) Pada Sungai Rapak Dalam Samarinda Seberang. *KURVA MAHASISWA*, 1(1), 176-180.
- Japan International Cooperation Agency (JICA, 1998). A Study of Check Dam Construction and Sabo Plan.
- Mizuyama T. (2008). "Structural countermeasures for debris flow disasters, International Journal of erosion Control Engineering, Japan Society of Erosion Control Engineering, Vol. 1, No.2: pp. 38-43.
- Murod, Khoirul (2002). Analisis Keandalan Bangunan Sabo dalam Pengendalian Sedimen di Kali Boyong Yogyakarta, Tesis. Universitas Gadjah Mada.
- Michalec, Boguslaw. 2014. Penilaian Distribusi Sedimen pada Kolam Penampungan Kecil.
- Mulyanto. 2007. Sungai, Fungsi dan Sifat-Sifatnya. Yogyakarta: Graha Ilmu
- Ma'wa, J. 2011. Studi Pendugaan Sisa Usia Guna Waduk Sengguruh Dengan Pendekatan Erosi Dan Sedimentasi. Malang : Universitas Brawijaya
- Osti R., Itoh T. & Egashira S. (2007). "Control of sediment run-off volume through close type check dams". Proceedings of the Fourth International Conference on Debris-Flow Hazards Mitigation: Mechanics, Prediction, and Assessment, Edited by Cheng-lung Chen & John J. Major: pp. 659-667.
- Osborne Reynolds. (1884), Basic Fluid Mechanics. Osborne Reynold's Apparatus-F5. England : Armfield Inc.
- Prambudi, Y. (2012). Perencanaan Bangunan Pengendali Sedimen Pada Sungai Sampean.
- Puspitosari D.A. dan Sumaryono A, 2011. Analisis Kerusakan Bangunan Sabo di Wilayah Merapi akibat Banjir Lahar Pasca Erupsi 2010. *Jurnal Sabo*, 2011: 93-108.
- Setyawan, D. I., Anjariwibowo, N., Salamun, S., & Budieny, H. (2013). Perencanaan Bangunan Pengendali Sedimen Kali Putih KM 16, 7 Yogyakarta. *Jurnal Karya Teknik Sipil*, 2(4), 391-399.

- Soewarno, S. (2010). Kinerja dam sabo k. lumajang untuk pengendalian sedimentasi waduk mrica. *JURNAL SUMBER DAYA AIR*, 6(1), 17-32.
- Suripin. 2001. Pelestarian Sumber Daya Air. Andi. Yogyakarta.
- Subarkah 2005, Sistem Pengendalian Banjir dan Debris Program Megister Pengelolaan Bencana Alam (MPBA). Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta. Sughono, 1995. Buku Teknik Sipil. Penerbit Nova. Bandung
- Sabo Untuk Penanggulangan Bencana Aliran Sedimen: JICA. 1998
- SNI 8066-2015 , 2015. Tata Cara Pengukuran Debit Aliran Sungai dan Saluran Terbuka Menggunakan Alat Ukur Arus dan Pelampung. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Saud.S.Udin.2008.Pengembangan Profesi Guru. Bandung:Alfabet
- Sosrodarsono, Suyono. 1994. Mekanika Tanah dan Teknik Pondasi. Pradnya Paramita. Jakarta.
- Takamatsu dan Naito, 1967. The nature and role of process systems engineering, Kyoto 606, Japan.
- Takahashi. (2007), Debris flow test equipment in Japan from publication: Analysis of Erosion in Debris Flow, Jurnal
- Zeng Q.L., Yue Z.Q., Yang Z.F. Zhang X.J., (2009). "A case study of long term field performance of check dams in mitigation of soil erosion in Jiangjia stream", China. *Environmental Geology*, Vol. 58: pp. 897-911.



LAMPIRAN

TABEL PENGAMATAN

Running kosong

Tanggal Pengamatan : 22-Sep-23
 Nama : Diky Wahyudi / Irwan L
 Putaran : (2/3)

No	Waktu (t)	V	h	Sedimen Tertahan	Sedimen Lewat	Debit (Q)
P1	5	0.222	0.016			0.000372
P2		0.212	0.012			
P3		0.200	0.011			
P4		0.200	0.009			
P5		0.135	0.005			
P6	5	0.114	0.005			
P7		0.213	0.004			
P8		0.200	0.004			
P9		0.200	0.004			
P10		0.100	0.004			
Rata - rata		0.180	0.0074			

Tinggi Pintu Thompson = 12,5 cm

TABEL PENGAMATAN

Running kosong

Tanggal Pengamatan : 22-Sep-23
 Nama : Diky Wahyudi / Irwan L
 Putaran : (2/3)

No	Waktu (t)	V	h	Sedimen Tertahan	Sedimen Lewat	Debit (Q)
P1	10	0.300	0.015			0.000391
P2		0.266	0.013			
P3		0.232	0.011			
P4		0.200	0.009			
P5		0.196	0.006			
P6	10	0.155	0.006			
P7		0.132	0.005			
P8		0.122	0.004			
P9		0.110	0.004			
P10		0.100	0.004			
		0.181	0.0077			

TABEL PENGAMATAN

Running kosong

Tanggal Pengamatan : 22-Sep-23
 Nama : Diky Wahyudi / Irwan L
 Putaran : (2/3)

No	Waktu (t)	V	h	Sedimen Tertahan	Sedimen Lewat	Debit (Q)
P1	15	0.300	0.016			0.00042
P2		0.266	0.012			
P3		0.232	0.011			
P4		0.200	0.011			
P5		0.200	0.005			
P6	15	0.155	0.006			
P7		0.132	0.006			
P8		0.122	0.006			
P9		0.110	0.005			
P10		0.100	0.004			
Rata - rata		0.182	0.0082			

Tinggi Pintu Thompson = 12,5 cm

TABEL PENGAMATAN

Running kosong

Tanggal Pengamatan : 22-Sep-23
 Nama : Diky Wahyudi / Irwan L
 Putaran : (1/2)

No	Waktu (t)	V	h	Sedimen Tertahan	Sedimen Lewat	Debit (Q)
P1	5	0.400	0.01			0.00069
P2		0.398	0.009			
P3		0.361	0.009			
P4		0.355	0.009			
P5		0.334	0.008			
P6	5	0.326	0.006			
P7		0.210	0.007			
P8		0.300	0.006			
P9		0.300	0.007			
P10		0.200	0.006			
Rata - rata		0.318	0.0077			

Tinggi Pintu Thompson = 13,2 cm

TABEL PENGAMATAN

Running kosong

Tanggal Pengamatan : 22-Sep-23
 Nama : Diky Wahyudi / Irwan L
 Putaran : (1/2)

No	Waktu (t)	V	h	Sedimen Tertahan	Sedimen Lewat	Debit (Q)
P1	10	0.400	0.01			0.00069
P2		0.398	0.009			
P3		0.361	0.009			
P4		0.355	0.009			
P5		0.334	0.008			
P6	10	0.326	0.006			
P7		0.210	0.007			
P8		0.300	0.006			
P9		0.300	0.007			
P10		0.200	0.006			
Rata - rata		0.318	0.0077			

Tinggi Pintu Thompson = 13,2 cm

TABEL PENGAMATAN

Running kosong

Tanggal Pengamatan : 22-Sep-23
 Nama : Diky Wahyudi / Irwan L
 Putaran : (1/2)

No	Waktu (t)	V	h	Sedimen Tertahan	Sedimen Lewat	Debit (Q)
P1	15	0.400	0.01			0.00068
P2		0.398	0.009			
P3		0.361	0.009			
P4		0.355	0.009			
P5		0.334	0.008			
P6	15	0.326	0.007			
P7		0.210	0.007			
P8		0.300	0.007			
P9		0.300	0.006			
P10		0.300	0.006			
Rata - rata		0.328	0.0078			

Tinggi Pintu Thompson = 13,2 cm

TABEL PENGAMATAN

Running kosong

Tanggal Pengamatan : 22-Sep-23
 Nama : Diky Wahyudi / Irwan L
 Putaran : Full

No	Waktu (t)	V	h	Sedimen Tertahan	Sedimen Lewat	Debit (Q)
P1	5	0.700	0.011			0.00089
P2		0.500	0.009			
P3		0.422	0.009			
P4		0.417	0.009			
P5		0.400	0.008			
P6	5	0.385	0.008			
P7		0.332	0.007			
P8		0.300	0.007			
P9		0.300	0.005			
P10		0.300	0.005			
Rata - rata		0.406	0.0078			

Tinggi Pintu Thompson = 14 cm

TABEL PENGAMATAN

Running kosong

Tanggal Pengamatan : 22-Sep-23
 Nama : Diky Wahyudi / Irwan L
 Putaran : Full

No	Waktu (t)	V	h	Sedimen Tertahan	Sedimen Lewat	Debit (Q)
P1	10	0.700	0.015			0.00084
P2		0.500	0.01			
P3		0.422	0.008			
P4		0.417	0.007			
P5		0.400	0.007			
P6	10	0.385	0.007			
P7		0.332	0.005			
P8		0.300	0.005			
P9		0.300	0.005			
P10		0.300	0.005			
Rata - rata		0.406	0.0074			

Tinggi Pintu Thompson = 14 cm

TABEL PENGAMATAN

Running kosong

Tanggal Pengamatan : 22-Sep-23
 Nama : Diky Wahyudi / Irwan L
 Putaran : Full

No	Waktu (t)	V	h	Sedimen Tertahan	Sedimen Lewat	Debit (Q)
P1	15	0.700	0.014			0.00089
P2		0.571	0.01			
P3		0.422	0.009			
P4		0.417	0.008			
P5		0.400	0.009			
P6	15	0.385	0.008			
P7		0.332	0.005			
P8		0.300	0.005			
P9		0.300	0.005			
P10		0.300	0.004			
Rata - rata		0.413	0.0077			

Tinggi Pintu Thompson = 14 cm

TABEL PENGAMATAN

Tipe Terbuka

Tanggal Pengamatan : 23-Sep-23
 Nama : Diky Wahyudi / Irwan L
 Putaran : (2/3)

No	Waktu (t)	V	h	Sedimen Tertahan	Sedimen Lewat	Debit (Q)
P1	5	0.367	0.009	4683 gram	317 gram	0.00083
P2		0.333	0.01			
P3		0.300	0.015			
P4		0.298	0.025			
P5		0.288	0.034			
P6	5	0.274	0.005			
P7		0.255	0.005			
P8		0.200	0.005			
P9		0.115	0.005			
P10		0.100	0.004			
Rata - rata		0.253	0.0117			

Tinggi Pintu Thompson = 12,5 cm

TABEL PENGAMATAN

Tipe Terbuka

Tanggal Pengamatan : 23-Sep-23
 Nama : Diky Wahyudi / Irwan L
 Putaran : (2/3)

No	Waktu (t)	V	h	Sedimen Tertahan	Sedimen Lewat	Debit (Q)
P1	10	0.400	0.010	4455 gram	545 gram	0.00089
P2		0.333	0.009			
P3		0.300	0.015			
P4		0.298	0.025			
P5		0.288	0.035			
P6	10	0.274	0.006			
P7		0.255	0.005			
P8		0.200	0.005			
P9		0.215	0.005			
P10		0.100	0.005			
Rata - rata		0.2663	0.012			

Tinggi Pintu Thompson = 12,5 cm

TABEL PENGAMATAN

Tipe Terbuka

Tanggal Pengamatan : 23-Sep-23
 Nama : Diky Wahyudi / Irwan L
 Putaran : (2/3)

No	Waktu (t)	V	h	Sedimen Tertahan	Sedimen Lewat	Debit (Q)
P1	15	0.427	0.010	4312 gram	688 gram	0.00094
P2		0.333	0.009			
P3		0.333	0.015			
P4		0.324	0.025			
P5		0.314	0.035			
P6	15	0.300	0.006			
P7		0.267	0.005			
P8		0.220	0.005			
P9		0.187	0.005			
P10		0.100	0.005			
Rata - rata		0.2805	0.012			

Tinggi Pintu Thompson = 12,5 cm

TABEL PENGAMATAN

Tipe Terbuka

Tanggal Pengamatan : 23-Sep-23
 Nama : Diky Wahyudi / Irwan L
 Putaran : (1/2)

No	Waktu (t)	V	h	Sedimen Tertahan	Sedimen Lewat	Debit (Q)
P1	5	0.774	0.010	4616 gram	384 gram	0.00149
P2		0.600	0.009			
P3		0.500	0.016			
P4		0.400	0.025			
P5		0.400	0.035			
P6	5	0.444	0.006			
P7		0.365	0.005			
P8		0.323	0.005			
P9		0.300	0.005			
P10		0.300	0.005			
Rata - rata		0.4406	0.0121			

Tinggi Pintu Thompson = 13,2 cm

TABEL PENGAMATAN

Tipe Terbuka

Tanggal Pengamatan : 23-Sep-23
 Nama : Diky Wahyudi / Irwan L
 Putaran : (1/2)

No	Waktu (t)	V	h	Sedimen Tertahan	Sedimen Lewat	Debit (Q)
P1	10	0.884	0.010	4404 gram	596 gram	0.00156
P2		0.700	0.009			
P3		0.500	0.016			
P4		0.400	0.024			
P5		0.400	0.035			
P6	10	0.444	0.006			
P7		0.400	0.005			
P8		0.323	0.005			
P9		0.300	0.005			
P10		0.300	0.005			
Rata - rata		0.4651	0.012			

Tinggi Pintu Thompson = 13,2 cm

TABEL PENGAMATAN

Tipe Terbuka

Tanggal Pengamatan : 23-Sep-23
 Nama : Diky Wahyudi / Irwan L
 Putaran : (1/2)

No	Waktu (t)	V	h	Sedimen Tertahan	Sedimen Lewat	Debit (Q)
P1	15	0.774	0.010	4273 gram	727 gram	0.00161
P2		0.550	0.009			
P3		0.528	0.016			
P4		0.479	0.024			
P5		0.400	0.035			
P6	15	0.500	0.006			
P7		0.465	0.005			
P8		0.442	0.005			
P9		0.353	0.005			
P10		0.300	0.005			
Rata - rata		0.4791	0.012			

Tinggi Pintu Thompson = 13,2 cm

TABEL PENGAMATAN

Tipe Terbuka

Tanggal Pengamatan : 23-Sep-23
 Nama : Diky Wahyudi / Irwan L
 Putaran : full

No	Waktu (t)	V	h	Sedimen Tertahan	Sedimen Lewat	Debit (Q)
P1	5	0.834	0.010	4511 gram	489 gram	0.00165
P2		0.600	0.009			
P3		0.567	0.016			
P4		0.497	0.025			
P5		0.475	0.035			
P6	5	0.455	0.006			
P7		0.423	0.005			
P8		0.400	0.005			
P9		0.333	0.005			
P10		0.300	0.005			
Rata - rata		0.4884	0.0121			

Tinggi Pintu Thompson = 14 cm

TABEL PENGAMATAN

Tipe Terbuka

Tanggal Pengamatan : 23-Sep-23
 Nama : Diky Wahyudi / Irwan L
 Putaran : full

No	Waktu (t)	V	h	Sedimen Tertahan	Sedimen Lewat	Debit (Q)
P1	10	0.834	0.011	4298 gram	702 gram	0.00179
P2		0.700	0.009			
P3		0.667	0.016			
P4		0.597	0.025			
P5		0.475	0.035			
P6	10	0.455	0.006			
P7		0.423	0.005			
P8		0.400	0.005			
P9		0.400	0.005			
P10		0.300	0.005			
Rata - rata		0.5251	0.0122			

Tinggi Pintu Thompson = 14 cm

TABEL PENGAMATAN

Tipe Terbuka

Tanggal Pengamatan : 23-Sep-23
 Nama : Diky Wahyudi / Irwan L
 Putaran : full

No	Waktu (t)	V	h	Sedimen Tertahan	Sedimen Lewat	Debit (Q)
P1	15	0.889	0.011	4152 gram	848 gram	0.00182
P2		0.638	0.009			
P3		0.550	0.016			
P4		0.535	0.025			
P5		0.500	0.037			
P6	15	0.511	0.006			
P7		0.476	0.005			
P8		0.455	0.005			
P9		0.400	0.005			
P10		0.300	0.005			
Rata - rata		0.5254	0.0124			

Tinggi Pintu Thompson = 14 cm

TABEL PENGAMATAN

Tipe Tertutup

Tanggal Pengamatan : 24-Sep-23
 Nama : Diky Wahyudi / Irwan L
 Putaran : (2/3)

No	Waktu (t)	V	h	Sedimen Tertahan	Sedimen Lewat	Debit (Q)
P1	5	0.200	0.014	4898 gram	102 gram	0.00091
P2		0.200	0.016			
P3		0.200	0.027			
P4		0.100	0.032			
P5		0.100	0.049			
P6	5	0.300	0.009			
P7		0.300	0.007			
P8		0.200	0.006			
P9		0.200	0.006			
P10		0.100	0.005			
Rata - rata		0.190	0.0171			

Tinggi Pintu Thompson = 12,5 cm

TABEL PENGAMATAN

Tipe Tertutup

Tanggal Pengamatan : 24-Sep-23
 Nama : Diky Wahyudi / Irwan L
 Putaran : (2/3)

No	Waktu (t)	V	h	Sedimen Tertahan	Sedimen Lewat	Debit (Q)
P1	10	0.300	0.015	4811 gram	189 gram	0.00096
P2		0.200	0.016			
P3		0.200	0.027			
P4		0.100	0.032			
P5		0.100	0.049			
P6	10	0.300	0.009			
P7		0.300	0.007			
P8		0.200	0.006			
P9		0.200	0.006			
P10		0.100	0.005			
Rata - rata		0.200	0.0172			

Tinggi Pintu Thompson = 12,5 cm

TABEL PENGAMATAN

Tipe Tertutup

Tanggal Pengamatan : 24-Sep-23
 Nama : Diky Wahyudi / Irwan L
 Putaran : (2/3)

No	Waktu (t)	V	h	Sedimen Tertahan	Sedimen Lewat	Debit (Q)
P1	15	0.440	0.015	4723 gram	277 gram	0.00142
P2		0.400	0.015			
P3		0.380	0.027			
P4		0.330	0.032			
P5		0.300	0.049			
P6	15	0.300	0.009			
P7		0.278	0.008			
P8		0.230	0.006			
P9		0.200	0.006			
P10		0.100	0.005			
Rata - rata		0.2958	0.0172			

Tinggi Pintu Thompson = 12,5 cm

TABEL PENGAMATAN

Tipe Tertutup

Tanggal Pengamatan : 24-Sep-23
 Nama : Diky Wahyudi / Irwan L
 Putaran : (1/2)

No	Waktu (t)	V	h	Sedimen Tertahan	Sedimen Lewat	Debit (Q)
P1	5	0.600	0.015	4842 gram	158 gram	0.00147
P2		0.300	0.016			
P3		0.300	0.027			
P4		0.300	0.033			
P5		0.200	0.050			
P6	5	0.400	0.009			
P7		0.300	0.008			
P8		0.200	0.006			
P9		0.200	0.006			
P10		0.200	0.005			
Rata - rata		0.300	0.0175			

Tinggi Pintu Thompson = 13,2 cm

TABEL PENGAMATAN

Tipe Tertutup

Tanggal Pengamatan : 24-Sep-23
 Nama : Diky Wahyudi / Irwan L
 Putaran : (1/2)

No	Waktu (t)	V	h	Sedimen Tertahan	Sedimen Lewat	Debit (Q)
P1	10	0.600	0.015	4766 gram	234 gram	0.00181
P2		0.400	0.016			
P3		0.400	0.027			
P4		0.400	0.033			
P5		0.400	0.050			
P6	10	0.300	0.009			
P7		0.300	0.008			
P8		0.300	0.006			
P9		0.300	0.006			
P10		0.300	0.005			
Rata - rata		0.370	0.0175			

Tinggi Pintu Thompson = 13,2 cm

TABEL PENGAMATAN

Tipe Tertutup

Tanggal Pengamatan : 24-Sep-23
 Nama : Diky Wahyudi / Irwan L
 Putaran : (1/2)

No	Waktu (t)	V	h	Sedimen Tertahan	Sedimen Lewat	Debit (Q)
P1	15	0.697	0.015	4709 gram	291 gram	0.00196
P2		0.531	0.016			
P3		0.476	0.027			
P4		0.400	0.033			
P5		0.400	0.050			
P6	15	0.360	0.009			
P7		0.321	0.008			
P8		0.300	0.006			
P9		0.300	0.006			
P10		0.210	0.005			
Rata - rata		0.3995	0.0175			

Tinggi Pintu Thompson = 13,2 cm

TABEL PENGAMATAN

Tipe Tertutup

Tanggal Pengamatan : 24-Sep-23
 Nama : Diky Wahyudi / Irwan L
 Putaran : Full

No	Waktu (t)	V	h	Sedimen Tertahan	Sedimen Lewat	Debit (Q)
P1	5	0.700	0.017	4807 gram	193 gram	0.00251
P2		0.600	0.019			
P3		0.500	0.028			
P4		0.500	0.035			
P5		0.500	0.051			
P6	5	0.500	0.010			
P7		0.400	0.009			
P8		0.400	0.007			
P9		0.400	0.006			
P10		0.300	0.005			
Rata - rata		0.480	0.0187			

Tinggi Pintu Thompson = 14 cm

TABEL PENGAMATAN

Tipe Tertutup

Tanggal Pengamatan : 24-Sep-23
 Nama : Diky Wahyudi / Irwan L
 Putaran : Full

No	Waktu (t)	V	h	Sedimen Tertahan	Sedimen Lewat	Debit (Q)
P1	10	0.800	0.017	4756 gram	244 gram	0.00257
P2		0.600	0.019			
P3		0.500	0.028			
P4		0.500	0.035			
P5		0.500	0.051			
P6	10	0.500	0.010			
P7		0.400	0.009			
P8		0.400	0.007			
P9		0.400	0.006			
P10		0.300	0.005			
Rata - rata		0.490	0.0187			

Tinggi Pintu Thompson = 14 cm

TABEL PENGAMATAN

Tipe Tertutup

Tanggal Pengamatan : 24-Sep-23
 Nama : Diky Wahyudi / Irwan L
 Putaran : Full

No	Waktu (t)	V	h	Sedimen Tertahan	Sedimen Lewat	Debit (Q)
P1	15	0.880	0.017	4683 gram	317 gram	0.00281
P2		0.666	0.019			
P3		0.562	0.028			
P4		0.522	0.035			
P5		0.500	0.051			
P6	15	0.600	0.010			
P7		0.479	0.009			
P8		0.451	0.007			
P9		0.411	0.006			
P10		0.300	0.005			
Rata - rata		0.5371	0.0187			

Tinggi Pintu Thompson = 14 cm

Tabel Analisa perhitungan bilangan Froude (Fr) ambang terbuka untuk debit Q1.

No	Debit (Q) (m ³ /det)	Waktu (t) (s)	Kecepatan (V) (m/s)	Tinggi Muka Air (h) (cm)	Bilangan Froude (Fr)	Keterangan
P1	0.000942	900	0.427	0.010	1.2452	Superkritis
P2	0.000942	900	0.333	0.009	0.9710	Subkritis
P3	0.000942	900	0.333	0.015	0.9710	Subkritis
P4	0.000942	900	0.324	0.025	0.9448	Subkritis
P5	0.000942	900	0.314	0.035	0.9156	Subkritis
 						
P6	0.000942	900	0.300	0.006	0.8748	Subkritis
P7	0.000942	900	0.267	0.005	0.7786	Subkritis
P8	0.000942	900	0.220	0.005	0.6415	Subkritis
P9	0.000942	900	0.187	0.005	0.5453	Subkritis
P10	0.000942	900	0.100	0.005	0.2916	Subkritis
Rata - rata			0.2805	0.012		

Sumber : Hasil Perhitungan.

Tabel Analisa perhitungan bilangan Froude (Fr) ambang terbuka untuk debit Q2.

No	Debit (Q) (m ³ /det)	Waktu (t) (s)	Kecepatan (V) (m/s)	Tinggi Muka Air (h) (cm)	Bilangan Froude (Fr)	Keterangan
P1	0.00161	900	0.774	0.010	2.2570	Superkritis
P2	0.00161	900	0.550	0.009	1.8519	Superkritis
P3	0.00161	900	0.528	0.016	1.3334	Superkritis
P4	0.00161	900	0.479	0.024	0.9877	Subkritis
P5	0.00161	900	0.400	0.035	1.1664	Superkritis
 						
P6	0.00161	900	0.500	0.006	1.4580	Superkritis
P7	0.00161	900	0.465	0.005	1.3560	Superkritis
P8	0.00161	900	0.442	0.005	1.2889	Superkritis
P9	0.00161	900	0.353	0.005	1.0294	Superkritis
P10	0.00161	900	0.300	0.005	1.3553	Superkritis
Rata - rata			0.4791	0.012		

Sumber : Hasil Perhitungan.

Tabel Analisa perhitungan bilangan Froude (Fr) ambang terbuka untuk debit Q3.

No	Debit (Q) (m ³ /det)	Waktu (t) (s)	Kecepatan (V) (m/s)	Tinggi Muka Air (cm)	Bilangan Froude (Fr)	Keterangan
P1	0.00182	900	0.889	0.011	2.7076	Superkritis
P2	0.00182	900	0.638	0.009	2.1483	Superkritis
P3	0.00182	900	0.550	0.016	1.5778	Superkritis
P4	0.00182	900	0.535	0.025	1.6295	Superkritis
P5	0.00182	900	0.500	0.037	1.6836	Superkritis
P6	0.00182	900	0.511	0.006	1.4659	Superkritis
P7	0.00182	900	0.476	0.005	2.1503	Superkritis
P8	0.00182	900	0.455	0.005	2.0555	Superkritis
P9	0.00182	900	0.400	0.005	1.8070	Superkritis
P10	0.00182	900	0.300	0.005	1.3553	Superkritis
Rata - rata			0.525	0.0124		

Sumber : Hasil Perhitungan.



Tabel Analisa perhitungan bilangan Froude (Fr) ambang tertutup untuk debit Q1.

No	Debit (Q) (m ³ /det)	Waktu (t) (s)	Kecepatan (V) (m/s)	Tinggi Muka Air (h) (cm)	Bilangan Froude (Fr)	Keterangan
P1	0.00142	900	0.440	0.015	1.1476	Superkritis
P2	0.00142	900	0.400	0.015	0.9743	Subkritis
P3	0.00142	900	0.380	0.027	0.9256	Subkritis
P4	0.00142	900	0.330	0.032	0.8038	Subkritis
P5	0.00142	900	0.300	0.049	0.7307	Subkritis
P6	0.00142	900	0.300	0.009	0.7307	Subkritis
P7	0.00142	900	0.278	0.008	0.6771	Subkritis
P8	0.00142	900	0.230	0.006	0.5602	Subkritis
P9	0.00142	900	0.200	0.006	0.4871	Subkritis
P10	0.00142	900	0.100	0.005	0.2436	Subkritis
Rata - rata			0.2958	0.0172		

Sumber : Hasil Perhitungan.

Tabel Analisa perhitungan bilangan Froude (Fr) ambang tertutup untuk debit Q2.

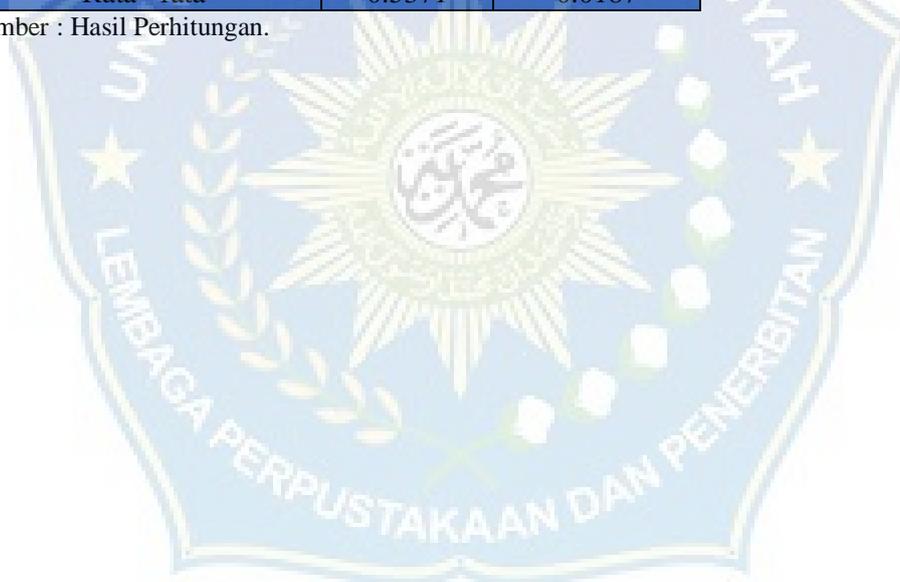
No	Debit (Q) (m ³ /det)	Waktu (t) (s)	Kecepatan (V) (m/s)	Tinggi Muka Air (cm)	Bilangan Froude (Fr)	Keterangan
P1	0.00196	900	0.697	0.015	1.8179	Superkritis
P2	0.00196	900	0.531	0.016	1.3410	Superkritis
P3	0.00196	900	0.476	0.027	1.1494	Superkritis
P4	0.00196	900	0.400	0.033	0.9659	Subkritis
P5	0.00196	900	0.400	0.05	0.9659	Subkritis
P6	0.00196	900	0.360	0.009	1.2122	Superkritis
P7	0.00196	900	0.321	0.008	1.0714	Superkritis
P8	0.00196	900	0.300	0.006	1.2372	Superkritis
P9	0.00196	900	0.300	0.006	1.2372	Superkritis
P10	0.00196	900	0.210	0.005	0.9487	Subkritis
Rata - rata			0.3995	0.0175		

Sumber : Hasil Perhitungan.

Tabel Analisa perhitungan bilangan Froude (Fr) ambang tertutup untuk debit Q3.

No	Debit (Q) (m ³ /det)	Waktu (t) (s)	Kecepatan (V) (m/s)	Tinggi Muka Air (cm)	Bilangan Froude (Fr)	Keterangan
P1	0.00281	900	0.880	0.017	1.6799	Superkritis
P2	0.00281	900	0.666	0.019	1.5434	Superkritis
P3	0.00281	900	0.562	0.028	1.3128	Superkritis
P4	0.00281	900	0.522	0.035	1.2194	Superkritis
P5	0.00281	900	0.500	0.051	1.1680	Superkritis
P6	0.00281	900	0.600	0.010	1.9166	Superkritis
P7	0.00281	900	0.479	0.009	1.6129	Superkritis
P8	0.00281	900	0.451	0.007	1.7219	Superkritis
P9	0.00281	900	0.411	0.006	1.6949	Superkritis
P10	0.00281	900	0.300	0.005	1.3553	Superkritis
Rata - rata			0.5371	0.0187		

Sumber : Hasil Perhitungan.



Tabel Analisa perhitungan bilangan Reynold (Re) ambang terbuka untuk debit Q1.

No	Debit (Q) (m ³ /det)	Waktu (t) (s)	Kecepatan (V) (m/s)	Tinggi Muka Air (h) (cm)	Luas Penampang (A)	Keliling Basah (P)	Jari-Jari Hidrolis (R)	Suhu (C°)	Viskositas 10 ⁻⁶ m/det	Reynold (Re)	Keterangan
P1	0.00094	900	0.427	0.010	0.00280	0.300	0.009	27°	0.000008540	467	Laminar
P2	0.00094	900	0.333	0.009	0.00252	0.298	0.008	27°	0.000008540	330	Laminar
P3	0.00094	900	0.333	0.015	0.00420	0.310	0.014	27°	0.000008540	528	Transisi
P4	0.00094	900	0.324	0.025	0.00700	0.330	0.021	27°	0.000008540	805	Transisi
P5	0.00094	900	0.314	0.035	0.00980	0.350	0.028	27°	0.000008540	1030	Transisi
P6	0.00094	900	0.300	0.006	0.00168	0.292	0.006	27°	0.000008540	202	Laminar
P7	0.00094	900	0.267	0.005	0.00140	0.290	0.005	27°	0.000008540	151	Laminar
P8	0.00094	900	0.220	0.005	0.00140	0.290	0.005	27°	0.000008540	124	Laminar
P9	0.00094	900	0.187	0.005	0.00140	0.290	0.005	27°	0.000008540	106	Laminar
P10	0.00094	900	0.100	0.005	0.00140	0.290	0.005	27°	0.000008540	56.5	Laminar

Tabel Analisa perhitungan bilangan Reynold (Re) ambang terbuka untuk debit Q2.

No	Debit (Q) (m ³ /det)	Waktu (t) (s)	Kecepatan (V) (m/s)	Tinggi Muka Air (h) (cm)	Luas Penampang (A)	Keliling Basah (P)	Jari-Jari Hidrolis (R)	Suhu (C°)	Viskositas 10 ⁻⁶ m/det	Reynold (Re)	Keterangan
P1	0.00161	900	0.774	0.010	0.00280	0.300	0.009	27°	0.00000854	846	Transisi
P2	0.00161	900	0.550	0.009	0.00252	0.298	0.008	27°	0.00000854	545	Transisi
P3	0.00161	900	0.528	0.016	0.00448	0.312	0.014	27°	0.00000854	888	Transisi
P4	0.00161	900	0.479	0.024	0.00672	0.328	0.020	27°	0.00000854	1149	Transisi
P5	0.00161	900	0.300	0.035	0.00980	0.350	0.028	27°	0.00000854	984	Transisi
P6	0.00161	900	0.500	0.006	0.00168	0.292	0.006	27°	0.00000854	337	Laminar
P7	0.00161	900	0.465	0.005	0.00140	0.290	0.005	27°	0.00000854	263	Laminar
P8	0.00161	900	0.442	0.005	0.00140	0.290	0.005	27°	0.00000854	250	Laminar
P9	0.00161	900	0.353	0.005	0.00140	0.290	0.005	27°	0.00000854	200	Laminar
P10	0.00161	900	0.300	0.005	0.00140	0.290	0.005	27°	0.00000854	170	Laminar

Tabel Analisa perhitungan bilangan Reynold (Re) ambang terbuka untuk debit Q3.

No	Debit (Q) (m ³ /det)	Waktu (t) (s)	Kecepatan (V) (m/s)	Tinggi Muka Air (h) (cm)	Luas Penampang (A)	Keliling Basah (P)	Jari-Jari Hidrolis (R)	Suhu (C°)	Viskositas 10 ⁻⁶ m/det	Reynold (Re)	Keterangan
P1	0.00182	900	0.889	0.011	0.0031	0.302	0.010	27°	0.00000854	1062	Transisi
P2	0.00182	900	0.638	0.009	0.0025	0.298	0.008	27°	0.00000854	632	Transisi
P3	0.00182	900	0.550	0.016	0.0045	0.312	0.014	27°	0.00000854	925	Transisi
P4	0.00182	900	0.535	0.025	0.0070	0.330	0.021	27°	0.00000854	1329	Transisi
P5	0.00182	900	0.500	0.037	0.0104	0.354	0.029	27°	0.00000854	1713	Transisi
P6	0.00182	900	0.511	0.006	0.0017	0.292	0.006	27°	0.00000854	344	Laminar
P7	0.00182	900	0.476	0.005	0.0014	0.290	0.005	27°	0.00000854	269	Laminar
P8	0.00182	900	0.455	0.005	0.0014	0.290	0.005	27°	0.00000854	257	Laminar
P9	0.00182	900	0.400	0.005	0.0014	0.290	0.005	27°	0.00000854	226	Laminar
P10	0.00182	900	0.300	0.005	0.0014	0.290	0.005	27°	0.00000854	170	Laminar

Sumber : Hasil perhitungan



Tabel Analisa perhitungan bilangan Reynold (Re) ambang tertutup untuk debit Q1.

No	Debit (Q) (m ³ /det)	Waktu (t) (s)	Kecepatan (V) (m/s)	Tinggi Muka Air (h) (cm)	Luas Penampang (A)	Keliling Basah (P)	Jari-Jari Hidrolis (R)	Suhu (C°)	Viskositas 10 ⁻⁶ m/det	Reynold (Re)	Keterangan
P1	0.00142	900	0.440	0.015	0.00420	0.3100	0.0135	27°	0.00000854	698	Transisi
P2	0.00142	900	0.400	0.015	0.00420	0.3100	0.0135	27°	0.00000854	635	Transisi
P3	0.00142	900	0.380	0.027	0.00756	0.3340	0.0226	27°	0.00000854	1007	Transisi
P4	0.00142	900	0.330	0.032	0.00896	0.3440	0.0260	27°	0.00000854	1006	Transisi
P5	0.00142	900	0.300	0.049	0.01372	0.3780	0.0363	27°	0.00000854	1275	Transisi
P6	0.00142	900	0.300	0.009	0.00252	0.2980	0.0085	27°	0.00000854	297	Laminar
P7	0.00142	900	0.278	0.008	0.00224	0.2960	0.0076	27°	0.00000854	246	Laminar
P8	0.00142	900	0.230	0.006	0.00168	0.2920	0.0058	27°	0.00000854	155	Laminar
P9	0.00142	900	0.200	0.006	0.00168	0.2920	0.0058	27°	0.00000854	135	Laminar
P10	0.00142	900	0.100	0.005	0.00140	0.2900	0.0048	27°	0.00000854	57	Laminar

Tabel Analisa perhitungan bilangan Reynold (Re) ambang tertutup untuk debit Q2.

No	Debit (Q) (m ³ /det)	Waktu (t) (s)	Kecepatan (V) (m/s)	Tinggi Muka Air (h) (cm)	Luas Penampang (A)	Keliling Basah (P)	Jari-Jari Hidrolis (R)	Suhu (C°)	Viskositas 10 ⁻⁶ m/det	Reynold (Re)	Keterangan
P1	0.00196	900	0.697	0.015	0.00420	0.3100	0.0135	27°	0.00000854	1106	Transisi
P2	0.00196	900	0.531	0.016	0.00448	0.3120	0.0144	27°	0.00000854	893	Transisi
P3	0.00196	900	0.476	0.027	0.00756	0.3340	0.0226	27°	0.00000854	1262	Transisi
P4	0.00196	900	0.400	0.033	0.00924	0.3460	0.0267	27°	0.00000854	1251	Transisi
P5	0.00196	900	0.400	0.050	0.01400	0.3800	0.0368	27°	0.00000854	1726	Transisi
P6	0.00196	900	0.360	0.009	0.00252	0.2980	0.0085	27°	0.00000854	356	Laminar
P7	0.00196	900	0.321	0.008	0.00224	0.2960	0.0076	27°	0.00000854	284	Laminar
P8	0.00196	900	0.300	0.006	0.00168	0.2920	0.0058	27°	0.00000854	202	Laminar
P9	0.00196	900	0.300	0.006	0.00168	0.2920	0.0058	27°	0.00000854	202	Laminar
P10	0.00196	900	0.210	0.005	0.00140	0.2900	0.0048	27°	0.00000854	119	Laminar

Tabel Analisa perhitungan bilangan Reynold (Re) ambang tertutup untuk debit Q3.

No	Debit (Q) (m ³ /det)	Waktu (t) (s)	Kecepatan (V) (m/s)	Tinggi Muka Air (h) (cm)	Luas Penampang (A)	Keliling Basah (P)	Jari-Jari Hidrolis (R)	Suhu (C°)	Viskositas 10 ⁻⁶ m/det	Reynold (Re)	Keterangan
P1	0.00281	900	0.880	0.017	0.00476	0.3140	0.015	27°	0.00000854	1562	Transisi
P2	0.00281	900	0.666	0.019	0.00532	0.3180	0.017	27°	0.00000854	1305	Transisi
P3	0.00281	900	0.562	0.028	0.00784	0.3360	0.023	27°	0.00000854	1536	Transisi
P4	0.00281	900	0.522	0.035	0.00980	0.3500	0.028	27°	0.00000854	1711	Transisi
P5	0.00281	900	0.500	0.051	0.01428	0.3820	0.037	27°	0.00000854	2189	Transisi
P6	0.00281	900	0.600	0.010	0.00280	0.3000	0.009	27°	0.00000854	656	Transisi
P7	0.00281	900	0.479	0.009	0.00252	0.2980	0.008	27°	0.00000854	474	Laminar
P8	0.00281	900	0.451	0.007	0.00196	0.2940	0.007	27°	0.00000854	352	Laminar
P9	0.00281	900	0.411	0.006	0.00168	0.2920	0.006	27°	0.00000854	277	Laminar
P10	0.00281	900	0.300	0.005	0.00140	0.2900	0.005	27°	0.00000854	170	Laminar

Sumber : Hasil perhitungan



DOKUMENTASI

Proses pembuatan ambang penahan sedimen



Proses pemasangan ambang penahan sedimen pada saluran



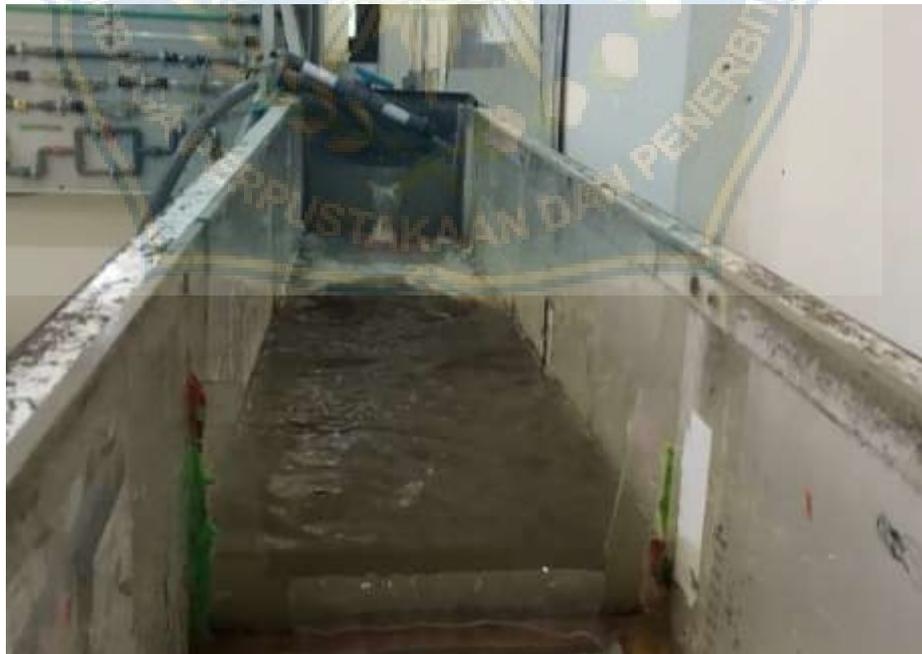
Pemasangan Pintu Thomshon pada saluran



Proses penurunan sedimen di saluran



Proses pengaliran



Proses pengukuran tinggi muka air di pintu thompson



Proses pengambilan data tinggi muka air (h)



Proses pengambilan data kecepatan aliran (v)



Proses pencatatan hasil pengukuran



Proses pengambilan sedimen yang lewat



Proses pengeringan sedimen sebelum ditimbang menggunakan oven





MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PIMPINAN PUSAT MUHAMMADIYAH
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR
UPT PERPUSTAKAAN DAN PENERBITAN

Alamat kantor: Jl.Sultan Alauddin NO.259 Makassar 90221 Tlp.(0411) 866972,881593, Fax.(0411) 865588

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

SURAT KETERANGAN BEBAS PLAGIAT

UPT Perpustakaan dan Penerbitan Universitas Muhammadiyah Makassar,
Menerangkan bahwa mahasiswa yang tersebut namanya di bawah ini:

Nama : Diky Wahyudi / Irwan L
Nim : 105811117519 / 105811118319
Program Studi : Teknik Sipil Pengairan

Dengan nilai:

No	Bab	Nilai	Ambang Batas
1	Bab 1	7 %	10 %
2	Bab 2	20 %	25 %
3	Bab 3	9 %	10 %
4	Bab 4	3 %	10 %
5	Bab 5	0 %	5 %

Dinyatakan telah lulus cek plagiat yang diadakan oleh UPT- Perpustakaan dan Penerbitan Universitas Muhammadiyah Makassar Menggunakan Aplikasi Turnitin.

Demikian surat keterangan ini diberikan kepada yang bersangkutan untuk dipergunakan seperlunya.

Makassar, 22 Januari 2024

Mengetahui,

Kepala UPT Perpustakaan dan Penerbitan,



Fitriana S. Ham, M.I.P
NBM. 064 591

BAB I Diky Wahyudi/Irwan L
/10581117519/105811118319

by TutupTahap

Submission date: 22-Jan-2024 10:26AM (UTC+0700)

Submission ID: 2275496269

File name: BAB1.docx (40.71K)

Word count: 762

Character count: 4947

ORIGINALITY REPORT

7%
LULUS

SIMILARITY INDEX

PRIMARY SOURCES

7%

INTERNET SOURCES

0%

PUBLICATIONS

4%

STUDENT PAPERS

1

core.ac.uk

Internet Source

4%

2

etd.umsy.ac.id

Internet Source

3%

Exclude quotes

Off

Exclude matches

< 2%

Exclude bibliography

Off



1

2024-2025

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH

BAB II Diky Wahyudi/Irwan L /105811117519/105811118319

by TutupTahap

Submission date: 22-Jan-2024 10:27AM (UTC+0700)

Submission ID: 2275497347

File name: BAB_2_8.docx (582.36K)

Word count: 3972

Character count: 24208

BAB II Diky Wahyudi/Irwan L /105811117519/105811118319

ORIGINALITY

20
%
LULUS

SIMILARITY INDEX

20%

INTERNET SOURCES

4%

PUBLICATIONS

5%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1

repository.unib.ac.id

Internet Source

4%

2

docplayer.info

Internet Source

3%

3

arisdampakkerusakankarang.blogspot.com

Internet Source

2%

4

repository.unhas.ac.id

Internet Source

2%

5

text-id.123dok.com

Internet Source

2%

6

journal.untar.ac.id

Internet Source

2%

7

eprints.unram.ac.id

Internet Source

2%

8

media.neliti.com

Internet Source

2%

9

edoc.pub

Internet Source

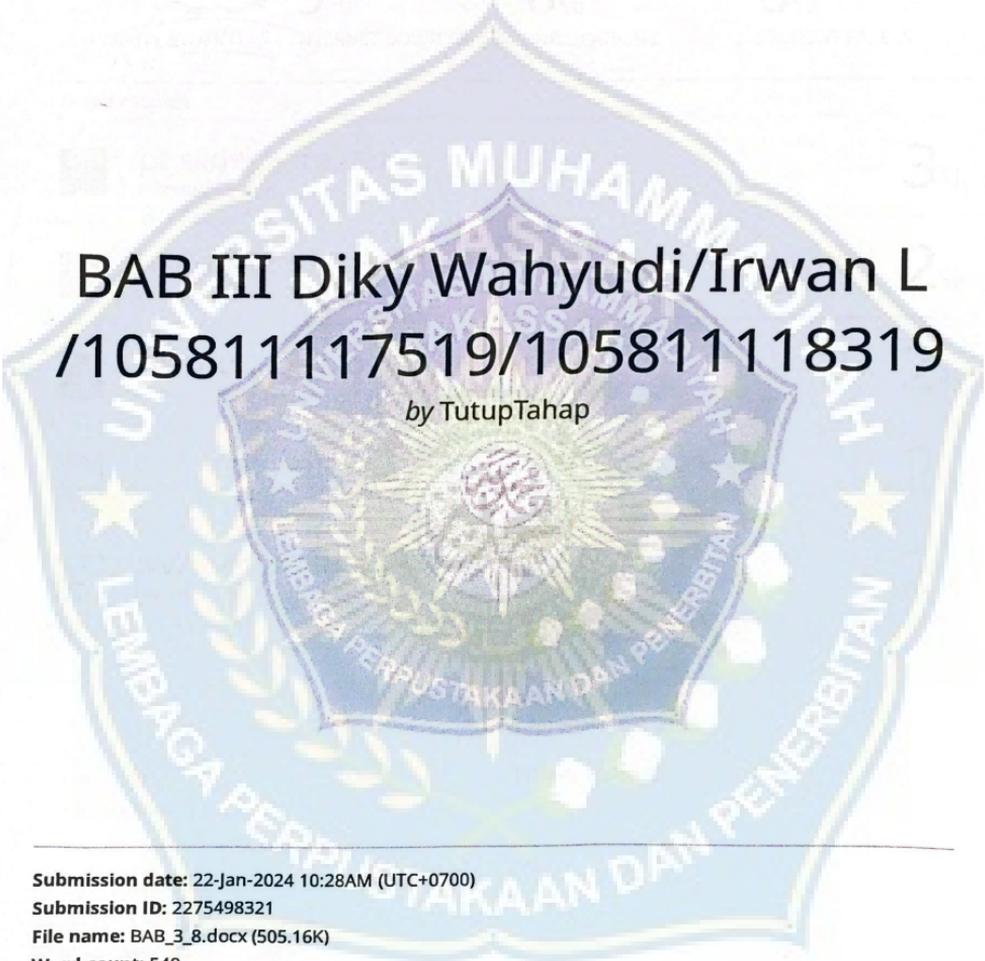
2%

Exclude quotes Off

Exclude matches < 2%

Exclude bibliography Off





**BAB III Diky Wahyudi/Irwan L
/10581117519/105811118319**

by TutupTahap

Submission date: 22-Jan-2024 10:28AM (UTC+0700)

Submission ID: 2275498321

File name: BAB_3_8.docx (505.16K)

Word count: 549

Character count: 3093

ORIGINALITY REPORT

9%

SIMILARITY INDEX

9%

INTERNET SOURCES

0%

PUBLICATIONS

0%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	pt.slideshare.net Internet Source	3%
2	text-id.123dok.com Internet Source	2%
3	isnanurlaeli.blogspot.com Internet Source	2%
4	es.scribd.com Internet Source	2%
5	www.coursehero.com Internet Source	2%

Exclude quotes Off

Exclude matches < 2%

Exclude bibliography Off

BAB IV Diky Wahyudi/Irwan L
/105811117519/105811118319

by TutupTahap

Submission date: 22-Jan-2024 10:28AM (UTC+0700)

Submission ID: 2275499158

File name: BAB_4_8.docx (193.72K)

Word count: 1988

Character count: 11983



3%

INTERNET SOURCES

0%

PUBLICATIONS

0%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES



eprints.undip.ac.id

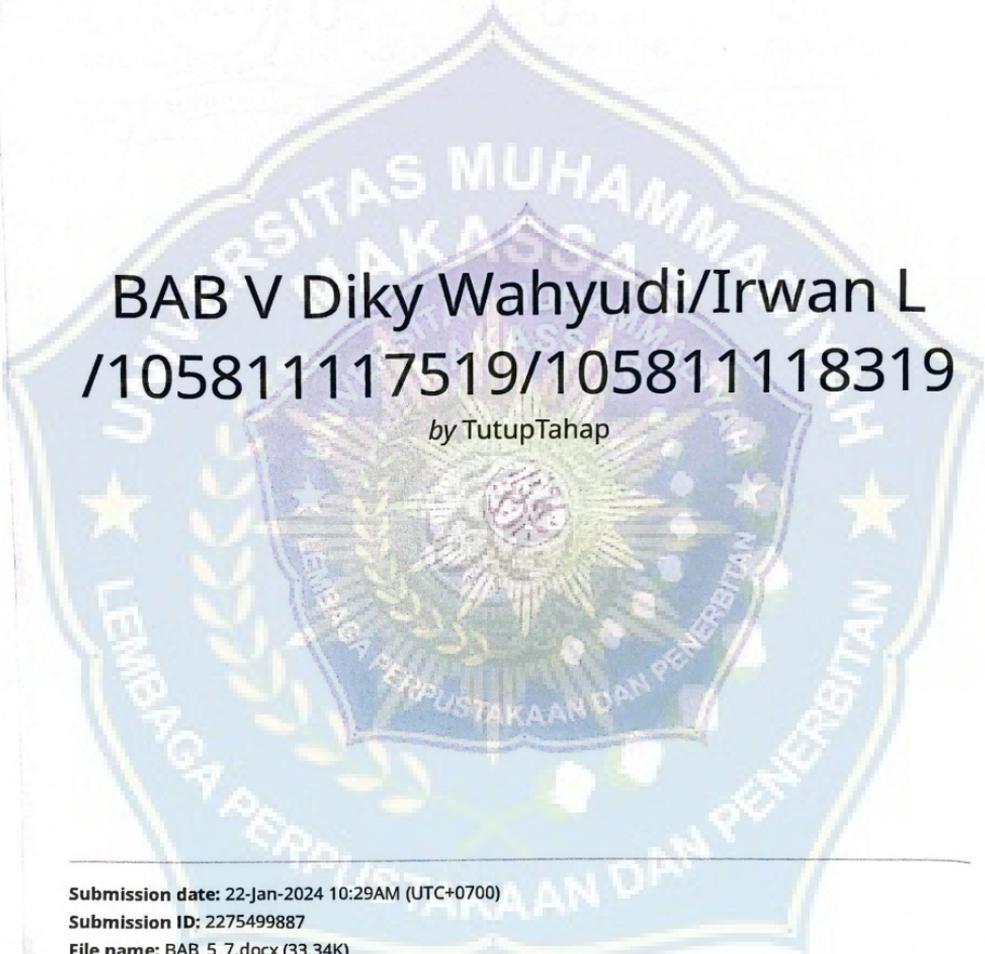
Internet Source

3%

Exclude quotes Off
Exclude bibliography Off

Exclude matches < 2%





**BAB V Diky Wahyudi/Irwan L
/105811117519/105811118319**

by TutupTahap

Submission date: 22-Jan-2024 10:29AM (UTC+0700)

Submission ID: 2275499887

File name: BAB_5_7.docx (33.34K)

Word count: 106

Character count: 636

BAB V Diky Wahyudi/Irwan L /105811117519/105811118319

ORIGINALITY REPORT

0%
SIMILARITY INDEX



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH
MAKASSAR

LULUS

100% ORIGINAL

0%
INTERNET SOURCES

0%
PUBLICATIONS

0%
STUDENT PAPERS

turnitin
PRIMARY SOURCES



Exclude quotes Off
Exclude bibliography Off

Exclude matches < 2%





ANALISIS VOLUME TAMPUNGAN SEDIMEN PADA MODEL PENAHAN SEDIMEN TERBUKA DAN TERTUTUP

ANALYSIS OF SEDIMENT STORAGE VOLUME IN OPEN AND CLOSED SEDIMENT REMOVAL MODELS

Diky Wahyudi^{1*}, Irwan L², Israil³, Fauzan Hamdi⁴

(1,2,3) Universitas Muhammadiyah Makassar

Abstrak

Sedimen adalah material atau pecahan dari batuan, mineral dan material organik yang terbawa hanyut dan bergerak mengikuti arah aliran air sungai. Sedimen dapat di bedakan menjadi muatan dasar (bed load) dan muatan melayang (suspended load). Muatan dasar bergerak secara bergulir, meluncur dan meloncat -loncat (jumping) diatas permukaan dasar sungai. Dalam mengoptimalkan fungsi sungai maka diperlukan adanya suatu konstruksi bangunan pengendali sedimen untuk mengurangi sedimentasi yang terjadi di sepanjang sungai. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui berapa besar volume tampungan sedimen type terbuka dan tertutup dan untuk membandingkan penahan sedimen type terbuka dan tertutup. Metode yang akan digunakan dalam penelitian ini untuk mengetahui besar volume sedimen yaitu debit aliran (stream flow), karakteristik aliran (Angka Froude dan Reynold) dan volume sedimen. Hasil penelitian akan menunjukkan berapa besar volume tampungan sedimen dari dua bentuk penahan sedimen, untuk penahan sedimen type tertutup memiliki volume tampungan sedimen sebanyak = 0,004898 m³. lebih besar dari volume tampungan sedimen terbuka (*slit*) yaitu (V) = 0,004683 m³ dan untuk perbandingan penahan sedimen terbuka dan tertutup yang paling efektif menahan sedimen adalah penahan sedimen tipe tertutup.

Kata Kunci: Sedimentasi, Penahan Sedimen, Volume sedimen, Analisis Sedimen.

Abstract

Sediment is material or fragments of rocks, minerals and organic materials that are carried away and move in the direction of river water flow. Sediment can be divided into base load (bed load) and suspended load. The bottom load moves in a rolling, sliding and jumping manner over the surface of the river bed. In optimizing river function, it is necessary to construct sediment control buildings to reduce sedimentation that occurs along the river. This research aims to determine the volume of open and closed type sediment storage and to compare open and closed type sediment storage. The methods that will be used in this research to determine the volume of sediment are stream flow, flow characteristics (Froude and Reynolds numbers) and sediment volume. The results of the research will show how large the sediment storage volume is for the two forms of sediment storage, for the closed type sediment storage the sediment storage volume is = 0.004898 m³. greater than the volume of open sediment storage (slit), namely (V) = 0.004683 m³ and for the comparison of open and closed sediment storage, the most effective in holding sediment is the closed type sediment.

Keywords: Sedimentation, Sediment Retention, Sediment Volume, Sediment Analysis.

PENDAHULUAN

Sedimentasi adalah proses pengendapan material dari keadaan suspensi atau larutan cairan atau udara yang terbawa dorongan gravitasi misalnya endapan talus atau akumulasi puing-puing batuan dasar tebing.

Metode pengendalian sedimen menggunakan bangunan pengendali sedimen telah menuai banyak kesuksesan dalam mengendalikan sedimen di dunia, seperti contohnya di Eropa pengguna Sabo Dam pertama kali adalah Perancis pada tahun 1860, Kemudian Austria pada tahun 1882. Di Asia, Negara pengguna Sabo Dam pertama adalah Jepang yang

mulai membuat peraturan mengenai pengendalian air, yaitu Sungai, Sabo Dam dan reboisasi. Peraturan tersebut diperkenalkan pada tahun 1896. Sedangkan Sabo Dam yang ada di Indonesia berada pada waduk Mrica yang ada pada Kabupaten Lumajang, Kemudian di lereng Gunung Merapi, yang berfungsi menahan aliran massa dari lahar.

Penentuan bentuk-bentuk penahan sedimen untuk bangunan pengendali sedimen bentuk tertutup maupun terbuka yaitu tergantung kondisi di lapangan, Metode penggunaan bentuk penahan sedimen terbuka yaitu mengalirkan kembali material, terutama pasir dan kerikil ke daerah hilir ketika aliran normal untuk

(*)Corresponding author

Telp :

E-mail :

<http://doi.org/xxx>

Received xx Bulan Tahun; Accepted xx Bulan Tahun; Available online xx Bulan Tahun

E-ISSN: 2614-4344 P-ISSN: 2476-8928

menjaga keseimbangan sedimen agar tidak terjadi degradasi dasar sungai, Sedangkan penggunaan metode bentuk penahan sedimen tertutup yaitu menahan dan menampung permanen sebagian material ketika aliran debris berlangsung, sehingga kecepatan mengecil dengan demikian daya rusak aliran juga berkurang.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui berapa besar volume tampungan sedimen tipe terbuka dan tertutup dan untuk membandingkan penahan sedimen tipe terbuka dan tertutup.

TINJAUAN PUSTAKA

Dasar Teori

Tanah dan bagian-bagian tanah yang terangkut dari suatu tempat yang tererosi secara umum disebut sedimen. Sebagian saja dari sedimen yang akan sampai dan masuk ke dalam sungai dan terbawa keluar daerah tampung atau daerah aliran sungai (Ahmad Rifqi Asrib, 2012).

Sedimentasi merupakan suatu proses pengendapan material hasil erosi yang masuk ke aliran sungai sehingga membentuk dataran aluvial. Proses ini tergolong mengganggu aliran sungai, karena dengan adanya pengendapan pada aliran (badan) sungai dapat menyebabkan berkurangnya tampungan volume air yang melewati sungai tersebut, Sehingga bisa jadi air sungai meluber ke sekitar badan sungai (Prambudi, 2012).

Proses sedimentasi yaitu proses terkumpulnya butir-butir tanah yang terjadi karena kecepatan aliran air yang mengangkut bahan sedimen mencapai kecepatan pengendapan (*settling velocity*). Proses sedimentasi dapat terjadi pada lahan-lahan pertanian maupun di sepanjang dasar sungai, dasar waduk, muara, dan sebagainya (Efendi, 2014).

(Soewarno, S. 2010) menyatakan bahwa sedimentasi adalah proses pengendapan sedimen hasil proses erosi, baik berupa erosi permukaan, erosi parit atau erosi tanah lainnya yang terjadi di dasar-dasar waduk, sungai, muara sungai dan laut. Sedimen yang terbawa sampai masuk ke dalam waduk atau danau sebagian akan terendap dalam waduk atau danau tersebut dan sebagian akan terbawa oleh air yang mengalir keluar.

Pada praktek di lapangan, muatan sedimen, debit sedimen dan laju transpor sedimen merupakan hal yang sama. Prediksi transpor sedimen berkenaan dengan perkiraan laju transpor sedimen dalam kondisi aliran seimbang misalnya *steady uniform flow* (Roby Hambali dan Yayuk Apriyanti, 2016).

Sedimen yang terangkut dalam alur-alur sungai dapat mencapai laut atau mengendap di tempat lain misalnya pada bendungan atau waduk. Akibat adanya waduk, aliran akan mengalami perlambatan dan

terjadi *backwater* positif yang berakibat mengecilnya kapasitas transpor sedimen sehingga terjadi proses sedimentasi atau (pengendapan). Jenis sedimen suspended load dapat berubah menjadi tipe bed load, misalnya akibat berkurangnya turbulensi. Dengan demikian potensi *suspended load* mengendap pada waduk semakin besar, bahkan akibat aliran yang sangat lambat, sedimen tipe *wash load* pun akan mengendap. (Indriani, 2017).

Bangunan pengendali sedimen adalah bangunan yang dibuat melintang sungai yang berfungsi untuk menghambat kecepatan aliran permukaan dan menangkap sedimen yang dibawa aliran air sehingga kedalaman dan kemiringan sungai berkurang (Suripin, 2001).

Sabo Dam adalah salah satu bagian dari bangunan penanggulangan sedimen yang bekerja dalam suatu system "*Sabo Works*". Adapun tujuan dari "*Sabo Works*" pada suatu daerah tangkapan sungai adalah untuk mengendalikan produksi sedimen seperti pasir, krikil, dan sebagainya, mencegah runtuhnya dan erosi tanah, mengendalikan dan menangkap sedimen yang terbawa aliran banjir sehingga dapat menjaga stabilitas dasar sungai dan mencegah bencana akibat produksi sedimen yang berlebihan. Dengan system *Sabo Works* jumlah aliran sedimen yang merusakkan harus dapat di kurangi, atau dengan kata lain setelah adanya fasilitas Sabo Works maka jumlah aliran sedimen tahunan berkurang hingga mencapai nilai jumlah sedimen yang di ijinakan, yaitu jumlah aliran sedimen yang tidak merusak bagian hilir sungai (Setyawan, dkk 2013).

Sabo Dam Tipe Terbuka (*slit*) merupakan bangunan sabo dam yang badan damnya di desain dengan bentuk terbuka. Dam tipe terbuka hanya diletakkan pada daerah yang aliran debrisnya didominasi oleh sedimen dengan diameter rerata sangat besar, umumnya $> 1,00$ meter. Sabodam tipe terbuka (*slit*) ini antara lain berbentuk celah (*slit*), kisi (*grid*), ayak/saringan (*screen*), atau jaring (*ring net*).

Sabo Dam tipe tertutup merupakan Sabo Dam yang badan damnya di desain dengan bentuk tertutup meskipun badan dam dilengkapi dengan lubang air (*drip hole* atau *drain hole*). Sabo Dam tipe ini dapat di letakkan di mana saja di sepanjang alur bezuk, dari zona sedimentasi.

Pengujian perbandingan efisiensi bentuk-bentuk penahan sedimen ini bertujuan untuk mengetahui perbandingan untuk kinerja bangunan pengendali sedimen bentuk terbuka dan tertutup dari volume sedimen yang tertahan menggunakan uji Laboratorium dengan cara membuat ambang berbentuk penahan sedimen sesuai dengan bentuk

penahan sedimen yang ingin diteliti untuk mengetahui perbandingan efisiensi bentuk penahan sedimen setelah melalui uji Laboratorium.

METODE

1) Lokasi penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di laboratorium hidrolika teknik pengairan fakultas teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.

2) Metode pengambilan data

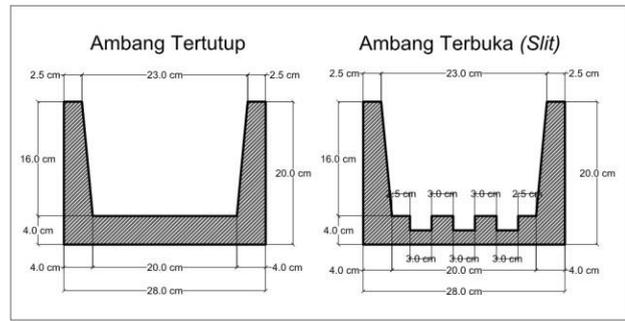
Pada penelitian ini sistem pengambilan data yang digunakan adalah data primer atau data yang dilakukan dengan melakukan pengamatan langsung di laboratorium yaitu, data penampang basah (A), data kecepatan aliran (V), volume sedimen (Vs), dan data waktu pengaliran atau waktu *running* (t).

3) Prosedur penelitian

- a) Membersihkan dan mengerinkan saluran dan ambang penahan sedimen.
- b) Melakukan pengaliran awal untuk mengetahui layak atau tidaknya ambang yang akan digunakan.
- c) Kalibrasi semua alat yang akan digunakan terutama alat pengukur kecepatan.
- d) Melakukan pengaliran awal atau Running kosong.
- e) Memasang ambang yang akan digunakan.
- f) Menimbang sedimen yang akan digunakan.
- g) Pengambilan data kecepatan aliran menggunakan current meter, mengukur tinggi muka air dan tinggi pintu thompson menggunakan mistar.
- h) Sedimen yang lewat dari ambang lalu di kumpulkan lalu di timbang.
- i) Percobaan dilakukan dengan debit dan waktu yang bervariasi.

4) Model saluran dan ambang penahan sedimen.

Untuk model dan dimensi saluran dan ambang bentuk penahan sedimen menggunakan dua variasi bentuk yaitu bentuk terbuka (*slit*) dan tertutup dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 2. Model ambang penahan sedimen

5) Metode analisis

Metode analisis dari tiap tiap data yang di gunakan sebagai berikut :

a) Untuk mengetahui kecepatan aliran (V) menggunakan alat Current meter.

b) Untuk mengetahui Penentuan luas penampang basah:

$$A = b \times h \tag{1}$$

Dimana:

A = Luas penampang basah (m²)

b = Lebar saluran (m)

h = Tinggi muka air (m)

c) Untuk mengetahui debit aliran (Q) :

$$Q = V \times A \tag{2}$$

Dimana:

Q = Debit aliran (m³/det)

V = Kecepatan aliran (m/det)

A = Luas penampang (m²)

d) Perhitungan angka Froude (Fr) :

$$Fr = \frac{v}{\sqrt{g \cdot h}} \tag{3}$$

Dimana:

Fr = Angka froude

\tilde{v} = Kecepatan rata-rata aliran (m/det)

g = Gravitasi bumi (m/det²)

h = Tinggi muka air (m)

e) Perhitungan angka Reynold :

$$R = \frac{V(2.r)}{\mu} \tag{4}$$

Dimana:

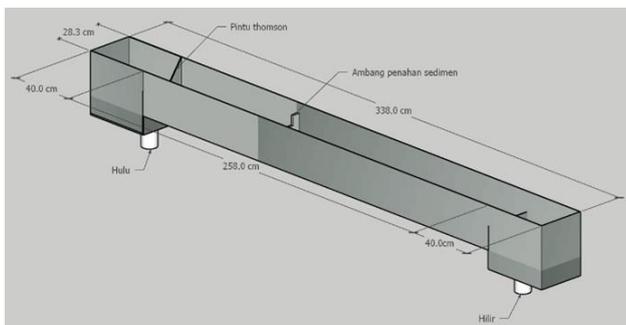
R = Angka Reynold

\tilde{v} = Kecepatan rata-rata aliran (m/det)

μ = Kekentalan (viscositas) kinematik cairan (m²/det)

f) Perhitungan volume sedimen :

$$V = L \times b \times H \tag{5}$$



Gambar 1. Model saluran

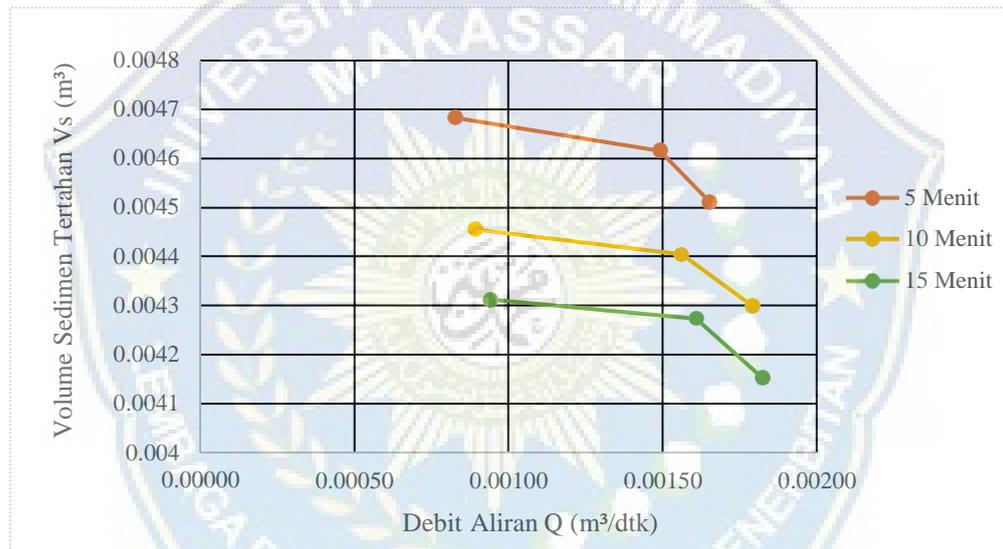
HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Analisa volume tumpangan sedimen

Pengangkutan sedimen dimaksudkan untuk mengetahui besarnya volume sedimen yang terbawa maupun yang tertampung oleh aliran.

Tabel 1. Tabel rekapitulasi analisa perhitungan volume sedimen ambang terbuka

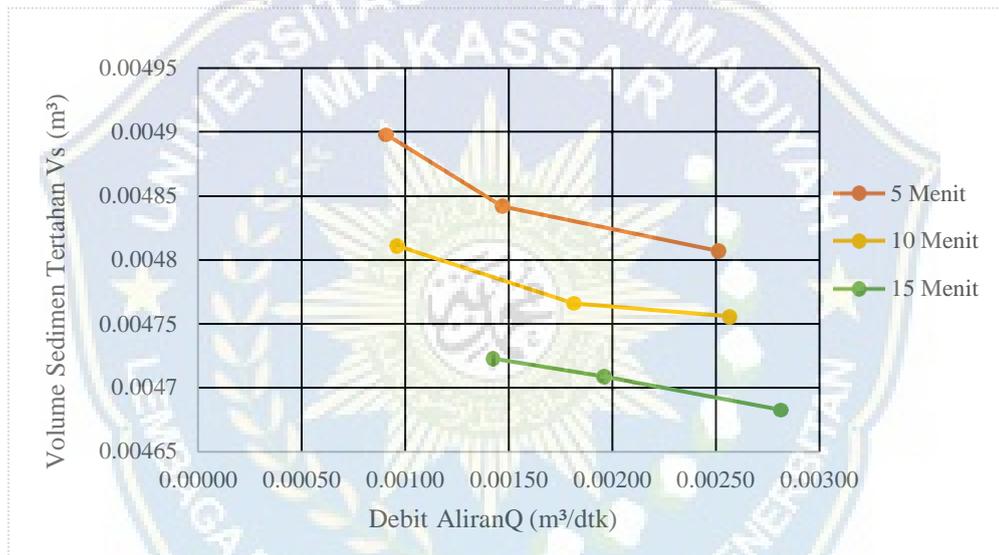
Nama	Debit (Q) (m ³ /det)	Kecepatan (V) (m/det)	Jumlah sedimen awal (m ³)	Panjang Pengambilan data (m)	Jumlah Sedimen Tertahan (m ³)	Jumlah Sedimen Lewat (m ³)
5 Menit						
Q1	0.00083	0.253	0,005	3,38	0.004683	0.000317
Q2	0.00149	0.441	0,005	3,38	0.004616	0.000384
Q3	0.00165	0.488	0,005	3,38	0.004511	0.000489
10 Menit						
Q1	0.00089	0.266	0,005	3,38	0.004455	0.000545
Q2	0.00156	0.465	0,005	3,38	0.004404	0.000596
Q3	0.00179	0.525	0,005	3,38	0.004298	0.000702
15 Menit						
Q1	0.00094	0.281	0,005	3,38	0.004312	0.000688
Q2	0.00161	0.479	0,005	3,38	0.004273	0.000727
Q3	0.00182	0.525	0,005	3,38	0.004152	0.000848



Gambar 3. Grafik analisa perhitungan volume sedimen ambang terbuka

Tabel 2. Tabel rekapitulasi analisa perhitungan volume sedimen ambang tertutup

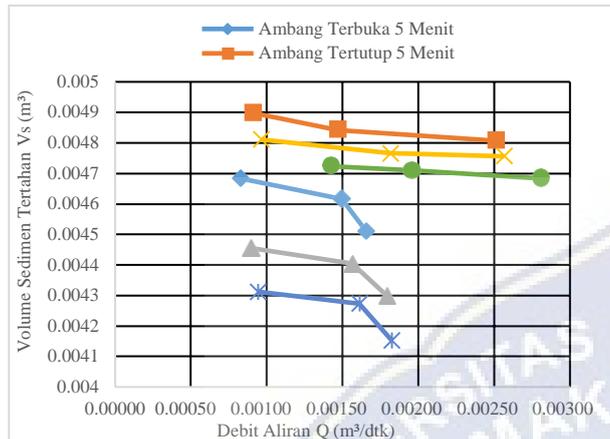
Nama	Debit (Q) (m ³ /det)	Kecepatan (V) (m/det)	Jumlah sedimen awal (m ³)	Panjang Pengambilan data (m)	Jumlah Sedimen Tertahan (m ³)	Jumlah Sedimen Lewat (m ³)
5 Menit						
Q1	0.00091	0.190	0,005	3,38	0.004898	0.000102
Q2	0.00147	0.300	0,005	3,38	0.004842	0.000158
Q3	0.00251	0.480	0,005	3,38	0.004807	0.000193
10 Menit						
Q1	0.00096	0.200	0,005	3,38	0.004811	0.000189
Q2	0.00181	0.370	0,005	3,38	0.004766	0.000234
Q3	0.00257	0.490	0,005	3,38	0.004756	0.000244
15 Menit						
Q1	0.00142	0.296	0,005	3,38	0.004723	0.000277
Q2	0.00196	0.400	0,005	3,38	0.004709	0.000291
Q3	0.00281	0.537	0,005	3,38	0.004683	0.000317



Gambar 6. Grafik analisa perhitungan volume sedimen ambang tertutup

2. Analisa penahan sedimen terbuka (*slit*) dan tertutup

Pada analisa perhitungan penahan sedimen yaitu di pertimbangkan dari seberapa besar volume tampungan yang tertahan oleh bangunan penahan sedimen terbuka (*slit*) maupun tertutup. Berikut adalah grafik perbandingan efektivitas penahan sedimen.



Gambar 7. Grafik analisa perbandingan penahan sedimen

Dari grafik diatas dapat disimpulkan bahwa efektivitas penahan sedimen dari segi menahan sedimen yaitu ambang tertutup.

3. Penyebab penahan sedimen type terbuka lebih sedikit menahan sedimen dari pada penahan sedimen tertutup.

Penentuan bentuk-bentuk penahan sedimen untuk bangunan pengendali sedimen bentuk tertutup maupun terbuka yaitu tergantung kondisi di lapangan, Metode penggunaan bentuk penahan sedimen terbuka (*slit*) yaitu mengalirkan kembali material, terutama pasir dan kerikil ke daerah hilir ketika aliran normal untuk menjaga keseimbangan sedimen agar tidak terjadi degradasi dasar sungai, Sedangkan penggunaan metode bentuk penahan sedimen tertutup yaitu menahan dan menampung permanen sebagian material ketika aliran debris berlangsung, sehingga kecepatan mengecil dengan demikian daya rusak aliran juga berkurang.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan di laboratorium dengan melakukan beberapa tahapan dengan dua penahan sedimen terbuka dan tertutup ditinjau dari seberapa besar volume tampungan sedimen, maka dapat ditarik kesimpulan yaitu,

Besar volume tampungan sedimen dari bangunan pengendali sedimen tipe tertutup yaitu (V) = 0,004898 m³, lebih besar dari volume tampungan sedimen terbuka (*slit*) yaitu (V) = 0,004683 m³, Jadi dari kedua bentuk tipe penahan sedimen yang paling efektif menahan sedimen adalah penahan sedimen tipe tertutup.

REFERENSI

- Asrib, AHMAD RIFQI. "Model Pengendalian Sedimentasi Waduk Akibat Erosi Lahan Dan Longsor Di Waduk Bili-Bili Sulawesi Selatan." *Desertation. Institut Pertanian Bogor* (2012).
- Djufri, Hasdaryatmin, and Indra Mutiara. "Perbandingan Laju Sedimentasi pada Embung Beroangin dengan Metode USLE dan Pengukuran Langsung." *Jurnal Teknik Sipil: Rancang Bangun 4.2* (2018): 34-41.
- Efendi, N. (2014). Studi Pengendalian Aliran Sedimen Sungai Hera Menggunakan Sand Pocket. *Skripsi. Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin. Makasar.*
- Hanif, Muhammad Reyhan, Dinia Anggraheni, and Pradipta Nandi Wardhana. "Analisis Kapasitas Tampungan Sabo Dam GE-C13 Kali Gendol." *Proceeding Civil Engineering Research Forum Vol. Vol. 2. No. 2.* 2023.
- Hambali, Roby, and Yayuk Apriyanti. "Studi Karakteristik Sedimen dan Laju Sedimentasi Sungai Daeng–Kabupaten Bangka Barat." *FROPIL (Forum Profesional Teknik Sipil)*. Vol. 4. No. 2. 2016.
- Indriani, U. (2017). Desain Bangunan Pengendali Sedimen (Sabo) Pada Sungai Rapak Dalam Samarinda Seberang. *KURVA MAHASISWA, 1*(1), 176-180.
- Prambudi, Y. (2012). Perencanaan Bangunan Pengendali Sedimen Pada Sungai Sampean.
- Setyawan, D. I., Anjariwibowo, N., Salamun, S., & Budienny, H. (2013). Perencanaan Bangunan Pengendali Sedimen Kali Putih KM 16, 7 Yogyakarta. *Jurnal Karya Teknik Sipil, 2*(4), 391-399.

Soewarno, S. (2010). Kinerja dam sabo k. lumajang untuk pengendalian sedimentasi waduk mrica. *JURNAL SUMBER DAYA AIR*, 6(1), 17-32.

Suripin. 2001. Pelestarian Sumber Daya Air. Andi. Yogyakarta.

