

TUGAS AKHIR

PENGARUH KEMIRINGAN SALURAN TERHADAP ALIRAN DEBRIS

THE CANAL SLOPE IMPACT ON THE DEBRIS FLOW

**PUTRA HARDA PRATAMA
D111 13 536**



**PROGRAM SARJANA DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
2020**





**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS HASANUDDIN
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL**

Jl. Poros Malino km. 6 Bontomarannu, 92172, Kab. Gowa, Sulawesi Selatan
☒ <http://civil.unhas.ac.id> ☒ civil@eng.unhas.ac.id

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Tugas akhir ini diajukan untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan studi pada Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin, Makassar.

Judul Tugas Akhir

PENGARUH KEMIRINGAN SALURAN TERHADAP ALIRAN DEBRIS

Disusun oleh

PUTRA HARDA PRATAMA

D111 13 536

Telah diperiksa dan disetujui oleh dosen pembimbing

Pembimbing I

Pembimbing II

Dr. Eng. Ir. H. Farouk Maricar, MT

Dr. Eng. Ir. Hj. Rita Tahir Lopa, MT



Mengetahui,
Ketua Departemen Teknik Sipil

Prof. Dr. H. M. Wardi Tjaronge, ST, MEng

NIP. 196805292001121002



Optimized using
trial version
www.balesio.com

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan di bawah ini, nama M. Asad Abdurrahman, dengan ini menyatakan bahwa skripsi yang berjudul "**Pengaruh Kemiringan Saluran Terhadap Aliran Debris**", adalah karya ilmiah penulis sendiri, dan belum pernah digunakan untuk mendapatkan gelar apapun dan dimanapun.

Karya ilmiah ini sepenuhnya milik penulis dan semua informasi yang ditulis dalam skripsi yang berasal dari penulis lain telah diberi penghargaan, yakni dengan mengutip sumber dan tahun penerbitannya. Oleh karena itu semua tulisan dalam skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis. Apabila ada pihak manapun yang merasa ada kesamaan judul dan atau hasil temuan dalam skripsi ini, maka penulis siap untuk diklarifikasi dan mempertanggungjawabkan segala resiko.

Gowa, 9 November 2020

Yang membuat pernyataan,



Putra Harda Pratama
NIM: D111 13 536



KATA PENGANTAR

Puji dan Syukur kita panjatkan kehadiran Allah SWT, atas berkat rahmat dan petunjuk_Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “Pengaruh Kemiringan Saluran Terhadap Aliran Debris” yang merupakan salah satu syarat yang diajukan untuk menyelesaikan studi pada Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa banyak kendala yang dihadapi dalam penyusunan tugas akhir ini, namun berkat bantuan dari berbagai pihak, maka tugas akhir ini dapat terselesaikan. Oleh karena itu, dengan segala ketulusan, penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada :

1. Bapak **Dr. Ir. Muhammad Arsyad Thaha, MT.** selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin
2. Bapak **Prof. Dr. Muh. Wihardi Tjaronge, ST., M.Eng.** selaku Ketua Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
3. Bapak **Dr. Eng. Muhammad Isran Ramli, ST., M.T.** selaku sekretaris Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
4. Bapak **Dr. Eng. Ir. H. Farouk Maricar, MT.** selaku dosen pembimbing I yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan dan pengarahan mulai dari awal penelitian hingga selesainya penulisan ini.
5. Ibu **Dr. Eng. Ir. Hj. Rita T Lopa, MT.** selaku dosen pembimbing II, yang telah banyak meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan dan pengarahan kepada kami.
6. Seluruh dosen Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
7. Seluruh staf dan karyawan Departemen Teknik Sipil, staf dan karyawan Fakultas Teknik serta staf Laboratorium dan asisten Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin



ABSTRAK

Perilaku sungai melalui debit banjir dan arah aliran sangat dominan membentuk kerusakan. Tanah longsor adalah gerakan tanah, merupakan kejadian alam yang menyangkut perpindahan massa tanah atau batuan pada arah tegak, mendatar atau miring dari kedudukan semula. Longsoran tanah kalau bercampur air (air hujan atau air sungai), dapat bergerak menjadi aliran rombakan tanah/aliran debris (debris flow),

Penelitian ini bertujuan untuk (1) Menganalisis pengaruh kemiringan terhadap aliran debris yang terjadi disetiap kemiringan yang telah ditentukan. (2) Untuk membandingkan perbedaan hasil masing-masing check dam terhadap aliran debris.

Penelitian yang dilakukan berupa pemodelan fisik secara eksperimental di laboratorium dengan menggunakan *flume* yang bertujuan untuk menyelidiki hubungan sebab akibat serta seberapa besar hubungan sebab akibat dari pemberian perlakuan-perlakuan tertentu berupa perbedaan kemiringan dengan skenario dan jarak tertentu

Semakin tinggi kemiringan saluran mengakibatkan aliran debris semakin besar dan menghasilkan nilai fluktuatif terhadap material yang tertahan pada masing-masing check dam berdasarkan skenario yang ditentukan. Check Dam tipe terbuka efektif mengendalikan aliran debris jika mengandung potongan kayu yang panjangnya relatif lebih besar dari bukaan check dam, berbeda jika aliran debris hanya mengandung partikel sedimen halus tanpa kayu ataupun boulder, maka sedimen akan melimpas melewati check dam.

Kata Kunci : Kemiringan, Aliran Debris, Check Dam



DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH	ii
KATA PENGANTAR	iii
ABSTRAK	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL	x
BAB 1. PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Rumusan Masalah	3
C. Tujuan Penelitian.....	3
D. Batasan Masalah.....	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....	6
A. Tinjauan Umum	6
B. Aliran Debris.....	8
C. Check Dam.....	12
D. Studi Model	18
BAB 3. METODE PENELITIAN.....	20
A. Tempat dan Waktu Penelitian	20
B. Jenis Penelitian dan Sumber Data	20
C. Variabel Penelitian	21
D. Alat dan Bahan Penelitian	22
E. Variasi Penelitian.....	25
F. Pelaksanaan Simulasi	26
G. Prosedur Pengambilan Data	27
H. Ragan Alir/ Flowchart Penelitian.....	28



BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	29
A. Pengukuran Aliran Debris berdasarkan Kemiringan.....	29
B. Perbandingan Kemiringan Berdasarkan Skenario.....	52
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN.....	56
A. Kesimpulan.....	56
B. Saran.....	57
DAFTAR PUSTAKA.....	58
DAFTAR PUSTAKA.....	59



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Banjir Bandang di Masamba, Luwu Utara.....	9
Gambar 2. Check Dam Tipe Tertutup	15
Gambar 3. Check Dam Tipe Beam	15
Gambar 4. Check Dam Tipe Tertutup	15
Gambar 5. Check Dam Tipe Grid.....	15
Gambar 6. Desain Flume	22
Gambar 7. Tampak Model Flume	23
Gambar 8. Model Check Dam Tipe Terbuka	23
Gambar 9. Model Check Dam Tipe Tertutup	24
Gambar 10. Bagan Alir Penelitian.....	28
Gambar 11. Grafik Pengukuran Material yang Terbawa Aliran Debris pada Kemiringan 8° Jarak 115.....	30
Gambar 12. Grafik Pengukuran Material yang Terbawa Aliran Debris pada Kemiringan 8° Jarak 145.....	32
Gambar 13. Grafik Pengukuran Material yang Terbawa Aliran Debris pada Kemiringan 8° Jarak 175.....	33
Gambar 14. Grafik Pengukuran Material Tertahan Kemiringan 8° Check Dam Terbuka	34
Gambar 15. Grafik Material Tertahan Kemiringan 8° Check Dam Tertutup	35
Gambar 16. Grafik Pengukuran Material Kemiringan 8° yang Lolos Check Dam..	36
Gambar 17. Grafik Pengukuran Material yang Terbawa Aliran Debris pada Kemiringan 9° Jarak 115.....	38
Gambar 18. Grafik Pengukuran Material yang Terbawa Aliran Debris pada Kemiringan 9° Jarak 145.....	39
Gambar 19. Grafik Pengukuran Material yang Terbawa Aliran Debris pada Kemiringan 9° Jarak 175.....	41



Gambar 20. Grafik Pengukuran Material Tertahan Kemiringan 9° Check Dam Terbuka	42
Gambar 21. Grafik Pengukuran Material Tertahan Kemiringan 9° Check Dam Tertutup	43
Gambar 22. Grafik Pengukuran Material Kemiringan 9° yang Lolos Check Dam.	44
Gambar 23. Grafik Pengukuran Material yang Terbawa Aliran Debris pada Kemiringan 10° Jarak 115	45
Gambar 24. Grafik Pengukuran Material yang Terbawa Aliran Debris pada Kemiringan 10° Jarak 145	47
Gambar 25. Grafik Pengukuran Material yang Terbawa Aliran Debris pada Kemiringan 10° Jarak 175	48
Gambar 26. Grafik Pengukuran Material Tertahan Kemiringan 10° Check Dam Terbuka	49
Gambar 27. Grafik Pengukuran Material Tertahan Kemiringan 10° Check Dam Tertutup	50
Gambar 28. Grafik Pengukuran Material Kemiringan 10° yang Lolos Check Dam	51
Gambar 29. Grafik Perbandingan Material Tertahan di Check Dam Tertutup pada Jarak 115	52
Gambar 30. Grafik Perbandingan Material Tertahan di Check Dam Terbuka pada Jarak 115	53
Gambar 31. Grafik Perbandingan Material Lolos Check Dam Jarak 115.	54
Gambar 32. Grafik Perbandingan Material Tertahan di Check Dam Tertutup pada Jarak 145	55
Gambar 33. Grafik Perbandingan Material Tertahan di Check Dam Terbuka pada Jarak 145	56
Gambar 34. Grafik Perbandingan Material Lolos Check Dam Jarak 145.	57
Gambar 35. Grafik Perbandingan Material Tertahan di Check Dam Tertutup pada Jarak 175	58



Gambar 36. Grafik Perbandingan Material Tertahan di Check Dam Terbuka pada Jarak 175 59

Gambar 37. Grafik Perbandingan Material Lolos Check Dam Jarak 175. 60



DAFTAR TABEL

Tabel 1. Model Kayu	24
Tabel 2. Variasi Skenario Penelitian	25
Tabel 3. Pengukuran Debris Tanpa Kayu Kemiringan 8° Jarak 115	28
Tabel 4. Pengukuran Aliran Debris Dengan Kayu Kemiringan 8° Jarak 115.	29
Tabel 5. Pengukuran Material Tertahan pada Aliran Debris Kemiringan 8° Jarak 115	30
Tabel 6. Pengukuran Debris Tanpa Kayu Kemiringan 8° Jarak 145	31
Tabel 7. Pengukuran Aliran Debris Dengan Kayu Kemiringan 8° Jarak 145.	31
Tabel 8. Pengukuran Material Tertahan pada Aliran Debris Kemiringan 8° Jarak 145	31
Tabel 9. Pengukuran Debris Tanpa Kayu Kemiringan 8° Jarak 175	32
Tabel 10. Pengukuran Aliran Debris Dengan Kayu Kemiringan 8° Jarak 175	33
Tabel 11. Pengukuran Material Tertahan pada Aliran Debris Kemiringan 8° Jarak 175	33
Tabel 12. Pengukuran Material Tertahan Kemiringan 8° Check Dam Terbuka.....	34
Tabel 13. Pengukuran Material Tertahan Kemiringan 8° Check Dam Tertutup	35
Tabel 14. Pengukuran Material Kemiringan 8° yang Lolos Check Dam... 36	
Tabel 15. Pengukuran Debris Tanpa Kayu Kemiringan 9° Jarak 115	37
Tabel 16. Pengukuran Aliran Debris Dengan Kayu Kemiringan 9° Jarak 115.	37
Tabel 17. Pengukuran Material Tertahan pada Aliran Debris Kemiringan 9° 5	37
1. Pengukuran Debris Tanpa Kayu Kemiringan 9° Jarak 145	38



Tabel 19. Pengukuran Aliran Debris Dengan Kayu Kemiringan 9° Jarak 145	39
Tabel 20. Pengukuran Material Tertahan pada Aliran Debris Kemiringan 89° Jarak 145	39
Tabel 21. Pengukuran Debris Tanpa Kayu Kemiringan 9° Jarak 175	40
Tabel 22. Pengukuran Aliran Debris Dengan Kayu Kemiringan 9° Jarak 175.	40
Tabel 23. Pengukuran Material Tertahan pada Aliran Debris Kemiringan 9° Jarak 175	40
Tabel 24. Pengukuran Material Tertahan Kemiringan 9° Check Dam Terbuka.....	41
Tabel 25. Pengukuran Material Tertahan Kemiringan 9° Check Dam Tertutup	42
Tabel 26. Pengukuran Material Kemiringan 9° yang Lolos Check Dam...	43
Tabel 27. Pengukuran Debris Tanpa Kayu Kemiringan 10° Jarak 115	44
Tabel 28. Pengukuran Aliran Debris Dengan Kayu Kemiringan 10° Jarak 115.....	45
Tabel 29. Pengukuran Material Tertahan pada Aliran Debris Kemiringan 10° Jarak 115	45
Tabel 30. Pengukuran Debris Tanpa Kayu Kemiringan 10° Jarak 145	46
Tabel 31. Pengukuran Aliran Debris Dengan Kayu Kemiringan 10° Jarak 145.....	46
Tabel 32. Pengukuran Material Tertahan pada Aliran Debris Kemiringan 10° Jarak 145	46
Tabel 33. Pengukuran Debris Tanpa Kayu Kemiringan 10° Jarak 175	47
Tabel 34. Pengukuran Aliran Debris Dengan Kayu Kemiringan 10° Jarak 175.....	48
Tabel 35. Pengukuran Material Tertahan pada Aliran Debris Kemiringan 10° 5	48
6. Pengukuran Material Tertahan Kemiringan 10° Check Dam	49



Tabel 37. Pengukuran Material Tertahan Kemiringan 10° Check Dam Tertutup	50
Tabel 38. Pengukuran Material Kemiringan 10° yang Lolos Check Dam.	51
Tabel 39. Perbandingan Material Tertahan di Check Dam Terbuka pada Jarak 115.....	52
Tabel 40. Perbandingan Material Tertahan di Check Dam Tertutup pada Jarak 115.....	53
Tabel 41. Perbandingan Material Lolos Check Dam pada Jarak 115.....	54
Tabel 42. Perbandingan Material Tertahan di Check Dam Terbuka pada Jarak 145.....	55
Tabel 43. Perbandingan Material Tertahan di Check Dam Tertutup pada Jarak 145.....	56
Tabel 44. Perbandingan Material Lolos Check Dam pada Jarak 145.....	56
Tabel 45. Perbandingan Material Tertahan di Check Dam Terbuka pada Jarak 175.....	57
Tabel 46. Perbandingan Material Tertahan di Check Dam Tertutup pada Jarak 175.....	58
Tabel 47. Perbandingan Material Lolos Check Dam pada Jarak 175.....	60



BAB 1. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Bencana alam adalah suatu peristiwa alam yang mengakibatkan dampak besar bagi populasi manusia. Bencana alam juga diartikan sebagai peristiwa atau rangkaian peristiwa yang mengancam dan mengganggu kehidupan dan penghidupan masyarakat yang disebabkan, baik oleh faktor alam ataupun faktor non alam maupun faktor manusia. Beberapa bencana alam tersebut berupa gempa bumi, tsunami, gunung meletus, banjir, kekeringan, angin topan, dan aliran debris.

Perilaku sungai melalui debit banjir dan arah aliran sangat dominan membentuk kerusakan. Hasil pengamatan terlihat keruntuhan atau penggerusan sangat dominan terjadi di daerah tikungan. Terutama keruntuhan dinding saluran, sehingga geometrik saluran akan berubah. Perubahan geometrik saluran dapat juga akan merubah jalur sungai. Disamping itu juga akibat perilaku manusia yang melakukan penggalian atau penambangan pasir serta batu di sungai.

Di Indonesia akhir-akhir ini semakin banyak terdengar berita tentang besarnya potensi kejadian bencana alam sedimen seperti adanya tanah-tanah longsor di beberapa tempat, baik di Jawaupun di luar Jawa, yang sering menimbulkan korban jiwa yang



tidak sedikit serta kerugian moril dan materiil yang cukup besar. Tanah longsor adalah gerakan tanah, merupakan kejadian alam yang menyangkut perpindahan massa tanah atau batuan pada arah tegak, mendatar atau miring dari kedudukan semula.

Longsoran tanah kalau bercampur air (air hujan atau air sungai), dapat bergerak menjadi aliran rombakan tanah/aliran debris (debris flow), seperti Lahar di Jawa, Galodog di Sumatra dan sebagainya. Untuk menanggulangi ataupun kalau bisa mencegah terjadinya bencana tanah longsor, sangat sulit dilakukan apalagi penanggulangan/pengendalian aliran debris yang menyangkut permasalahan yang sangat kompleks. Angkutan sedimen (sediment transport) adalah mekanisme pemindahan partikel sedimen dari tempat lepasnya ke tempat barunya akibat aliran air. Laju pengangkutan sedimen tersebut disebut debit sedimen.

Sungai yang merupakan kenampakan permukaan Bumi yang berupa perairan yang mengalir, ternyata memiliki berbagai macam pola aliran sungai. Macam-macam pola aliran sungai ini nantinya akan terlihat dari arus sungai tersebut atau ke arah manakah air sungai mengalir yang akhirnya akan bermuara ke laut.

Sehubungan dengan hal tersebut diatas, perlu diadakan studi eksperimen mengenai kemiringan saluran yang mempengaruhi aliran air. Maka penulis tertarik untuk melakukan penelitian tugas akhir



dengan judul '**Pengaruh Kemiringan Saluran Terhadap Aliran Debris**'.
Debris".

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dikemukakan diatas maka masalah yang didapatkan dalam rumusan masalah yaitu, Bagaimanakah efek kemiringan terhadap aliran debris ?

C. Tujuan Penelitian

Dari rumusan masalah yang telah diambil dalam penelitian, maka tujuan dari penelitian ini yaitu :

1. Untuk menganalisis pengaruh kemiringan terhadap aliran debris yang terjadi disetiap kemiringan yang telah ditentukan.
2. Untuk membandingkan perbedaan aliran debris penggunaan kayu dan tanpa kayu terhadap efektivitas check dam.

D. Batasan Masalah

Demi tercapainya penelitian yang diinginkan maka perlu untuk memberikan batasan masalah yang akan dibahas dalam penelitian tersebut. Batasan masalah ini diberikan agar pembahasan tidak meluas ruang lingkupnya sehingga tujuan dari penulisan dapat

capai.



Batasan masalah yang digunakan sebagai ruang lingkup dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Kemiringan saluran bervariasi yakni 8° , 9° , dan 10° .
2. Waktu yang dialirkan pada saluran selama 20 detik terhitung pada saat air melimpas dari saluran.
3. Debit yang dialirkan pada saluran yaitu 600 ml/s

Untuk tetap terarah pada tujuan penelitian yang hendak dicapai, maka perlu disusun sebuah sistematika penulisan, dengan urutan sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menyajikan hal-hal mengenai latar belakang masalah, maksud dan tujuan penulisan, rumusan masalah, ruang lingkup dan batasan masalah serta sistematika penulisan yang berisi tentang penggambaran secara garis besar mengenai hal-hal yang dibahas dalam bab-bab berikutnya.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menguraikan tentang tinjauan secara umum dan khusus mengenai hubungan perhitungan metode tahapan standar kaitannya dengan cara menganalisis dan menghasilkan data dari penelitian terhadap

h kemiringan saluran terhadap aliran debris.



BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini memuat bagan alir penelitian, tahap-tahap yang dilakukan selama penelitian meliputi data yang digunakan, lokasi penelitian dan sumber-sumber yang berkaitan dengan penelitian.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini merupakan penjabaran dari hasil-hasil penelitian dari studi kasus yang diperoleh serta pembahasan dari penelitian tersebut.

BAB V PENUTUP

Bab ini memuat kesimpulan singkat mengenai analisa hasil yang diperoleh saat penelitian dan disertai dengan saran-saran yang diusulkan.



BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

A. Tinjauan Umum

Konsep daerah aliran sungai atau yang sering disingkat dengan DAS merupakan dasar dari semua perencanaan hidrologi. Mengingat DAS yang besar pada dasarnya tersusun dari DAS- DAS kecil, dan DAS kecil ini juga tersusun dari DAS- DAS yang lebih kecil lagi. Secara umum DAS dapat didefinisikan suatu wilayah yang dibatasi oleh batas alam, seperti punggung bukit-bukit atau gunung, maupun batas buatan, seperti jalan atau tanggul dimana air hujan yang turun di wilayah tersebut memberi kontribusi aliran ke titik kontrol (outlet). Menurut kamus Webster, DAS adalah suatu daerah yang dibatasi oleh pemisah topografi yang menerima hujan, menampung, menyimpan dan mengalirkan ke sungai dan seterusnya ke danau atau ke laut (Suripin,2002).

Usaha- usaha pengelolaan DAS adalah sebuah bentuk pengembangan wilayah yang menempatkan DAS sebagai suatu unit pengelolaan yang pada dasarnya merupakan usaha usaha penggunaan sumberdaya alam di suatu DAS secara rasional untuk mencapai tujuan produksi yang optimum dalam waktu yang tidak terbatas sehingga distribusi aliran merata sepanjang tahun

ipin,2002).



Perubahan morfologi suatu sungai mempengaruhi karakteristik aliran sungai, perubahan tersebut berhubungan erat dengan angkutan sedimen yang terjadi. Akibat adanya aliran yang melengkung dan menelusuri dinding saluran bagian luar, akan mempengaruhi material dinding saluran bagian luar yang disebut erosi.

Akibat adanya endapan dan gerusan yang terjadi akan mengubah dasar saluran, hal ini dikarenakan perubahan arus aliran air, di sisi bagian luar tikungan sering terjadi gerusan dan di bagian dalam tikungan akan terjadi endapan dan perubahan aliran air dapat mencakup adanya perubahan kecepatan aliran, tinggi aliran serta lamanya pengaliran. Material dasar dan dinding saluran tentunya juga akan mempengaruhi endapan dan gerusan yang terjadi.

Sungai atau saluran terbuka merupakan saluran dimana air mengalir dengan muka air bebas. Pada saluran terbuka, misalnya sungai (saluran alam), variabel aliran sangat tidak teratur terhadap ruang dan waktu. Variabel tersebut adalah tampang lintang saluran, kekasaran, kemiringan dasar, belokan debit aliran dan sebagainya (Triatmodjo, 2003).

Sungai adalah badan air alamiah tempat mengalirnya air hujan dan air buangan menuju laut dan tempat bersemayamnya biotik dan abiotic (Rita Lopa, 2012)



Kerumitan sistem sungai dapat dilihat dari berbagai komponen penyusun sungai, misalnya bentuk alur dan percabangan sungai, formasi dasar sungai (*river bed form*), morfologi sungai (*river morphology*), dan ekosistem sungai (*river ecosystem*). Percabangan sungai akan menyerupai pohon sungai mulai dari sungai orde pertama sampai orde ke-n.

B. Aliran Debris

Aliran debris adalah aliran sedimen bercampur air yang dipengaruhi oleh gaya gravitasi dan akan mempunyai mobilitas besar seiring dengan membesarnya pori-pori sedimen yang dipenuhi oleh air. Aliran debris juga dipengaruhi oleh tumbukan antar partikel-partikel kasar, konsentrasi kelekatan antar partikel-partikel kasar dengan konsentrasi tinggi bercampur air atau lumpur halus, dan gerakan partikel-partikel padat dalam cairan. Upaya fisik yang dapat dilakukan untuk mengurangi dampak dari aliran debris yaitu dengan menggunakan bangunan Check dam. Upaya nonfisik yang dilakukan adalah dengan melakukan monitoring kejadian hujan dan gerakan material di hulu sebagai upaya peringatan dini dan mitigasi kejadian bencana aliran debris. (Joko Cahyono,2000)

Aliran debris adalah aliran air yang mempunyai kecepatan tinggi yang membawa bahan-bahan sedimen campuran dari macam bahan antara lain: batu, tanah, pasir dan batang-



batang kayu. Aliran debris biasanya terjadi karena hujan yang cukup lama dan lebat di daerah hulu sungai yang biasanya berupa lingkungan hutan yang rusak. Aliran debris dapat pula disebabkan oleh adanya tanah gerak atau tanah longsor di daerah hulu sungai, yang kemudian membendung aliran sungai. Pada saat bendungannya jebol akan terjadi aliran banjir dengan debit serta kecepatan yang sangat besar dalam waktu yang cukup singkat (JICA, 1998)



Gambar.1 Banjir Bandang di Masamba, Luwu Utara



Gerakan tanah paling sedikit dikuasai oleh lima peubah/variabel, yaitu antara lain: batuan, lereng, penggunaan lahan, curah hujan dan gempa, secara umum persamaan dapat ditulis sebagai berikut:

$$Y = (B, L, T, H, G) \dots\dots\dots (1).$$

Dengan :

Y = gerakan tanah

B = batuan, yang meliputi: jenis, struktur batuan.

L = lereng, dalam arti derajat kemiringan medan.

T = penggunaan lahan (termasuk tanamannya).

H = faktor hidrologi (curah hujan).

G = faktor gempa

B.1 Sumber Aliran Debris

1. Hujan yang deras

Pada waktu musim hujan dengan hujan yang deras di daerah hulu, akan terjadi pula aliran yang besar dan akan membawa atau mengangkut rombakan dari longsor tersebut ke daerah yang lebih rendah/hilirnya. Yang patut diwaspadai pada kondisi ini adalah apabila musim hujan, curah hujan 70 mm/jam yang merupakan ambang batas empiris pemicu sistem peringatan longsor, jika ada gejala-gejala seperti : hujan turun, tetapi air



sungai surut dan ada beberapa batang pohon dan kayu yang hanyut di sungai.

2. Longsoran

Terjadinya longsoran-longsoran pada tebing yang terjal (misalnya tebing-tebing sungai yang terjal), sehingga terjadi pembendungan pada sungai, yang merupakan kolam/empang. Akibat hujan, tekanan air terus bertambah, maka akan mengakibatkan terjadinya limpas atau bobol, bila pembendungan tersebut tidak kuat menahan air (tekanan air), sehingga terjadi banjir bersama-sama rombakan tersebut.

3. Letusan gunung berapi

Indonesia terletak pada deretan zona vulkanik aktif Trans Asiatik dan Sirkum Pasifik yang merupakan sumber bencana alam aliran debris. Adanya aktivitas gunung berapi menyebabkan timbunan bebatuan dan tanah di atas gunung menjadi runtuh dan akan terus turun bersama air hujan melalui aliran sungai dan menjadi aliran debris. Terjadinya letusan gunung api, magma yang keluar dari kepundan/kawahnya merupakan rombakan batuan-batuan, sehingga terjadi akumulasi rombakan di daerah hulu. Bila terjadi hujan di daerah timbunan atau sebelah hulunya dan tergantung besar kecilnya curah hujan tersebut, maka akan terjadi proses gerakan debris/rombakan.



4. Gempa bumi

Gempa bumi dapat disebabkan oleh kegiatan gunung api dan gerakan patahan bumi. Adanya gempa bumi menyebabkan tanah bergetar, sehingga timbunan bebatuan dan tanah di atas gunung menjadi runtuh dan akan terus turun bersama air hujan melalui aliran sungai dan menjadi aliran debris.

B.2 Proses Kejadian Aliran Debris

Aliran debris disebabkan oleh pengaliran air yang berlangsung pada permukaan lapisan endapan pada dasar sungai, dengan memakai persamaan stabilitas pada kemiringan dasar sungai sembarang, Takahashi mengemukakan formula berikut ini (1977) :

$$A \geq \frac{3,6}{r} \left[\frac{8 \cdot g \cdot \sin \theta}{fr} \right]^{1/2} \left[C * \left(\frac{\sigma}{\rho} - 1 \right) \left(\frac{\tan \phi}{\tan \theta} - 1 \right) - 1 \right]^{3/2} \cdot d^{3/2} \cdot B \dots \dots \dots (2).$$

Aliran debris meluncur dengan kecepatan tinggi, memiliki kemampuan daya rusak yang besar, sehingga mengancam kehidupan manusia, menimbulkan kerugian harta dan benda serta kerusakan lingkungan.

Untuk mencegah ataupun meminimalisir kerugian akibat debris. Dibutuhkan upaya mitigasi dengan dengan menangkap,



menahan, dan mengontrol turunnya aliran debris. Hal tersebut dapat dilakukan dengan membuat check dam di bagian hulu sungai.

C. Check Dam

Check dam atau dam pengendali adalah suatu bangunan yang dibangun di lembah sungai yang cukup dalam untuk menahan, menampung dan mengendalikan sedimen agar jumlah sedimen yang mengalir menjadi lebih kecil. Selain itu Check Dam adalah sarana untuk melestarikan sumber-sumber air dan pengendalian sedimen (Oehadijono,1993).

Check dam dibangun di bagian hulu sungai yang mempunyai tebing yang tinggi sehingga mempunyai daya tampung material yang besar dan dibangun dengan posisi melintang sungai.

Tertahannya massa sedimen yang mengalir oleh beberapa check dam maka banjir juga dapat berkurang karena sungai menjadi lebih landai serta energinya pun akan berkurang. Kalau check dam sudah penuh dan kemudian terjadi banjir maka check dam akan menahan sementara sebagian material yang mengalir dan pada waktu tidak banjir maka sedimen yang tertahan akan dilepas turun sedikit demi sedikit bersama aliran air. Oleh sebab itu, sebaiknya dalam operasional Check Dam harus selalu di pelihara agar daya

jangnya selalu dapat dikosongkan.



Bentuk check dam sangat bervariasi tergantung kondisi dan situasi setempat, antara lain konfigurasi palung sungai (sempit, lebar, dalam atau dangkal), jenis material sedimen (pasir, kerikil, batu atau potongan kayu) serta fungsi sampingan dari bangunan check dam tersebut. Ditinjau dari mekanisme pengendalian aliran debris sedimen, check dam diklasifikasikan menjadi 2 tipe, yaitu check dam tipe tertutup dan check dam tipe terbuka. (Joko Cahyono, 2000)

Check dam tipe tertutup dibangun dengan menggunakan material beton (Gambar 1). Check dam tipe tertutup dapat berfungsi secara efektif untuk mengendalikan aliran debris jika daerah tampungannya dalam keadaan belum terisi sedimen. Namun seringkali check dam tipe ini kurang efektif menahan sedimen karena keterbatasan permeabilitas dan ruang tampungan yang sempit. Mempertahankan kapasitas tampungan yang efektif akan membutuhkan upaya pengerukan dan penggalian dasar sungai di ruang tampungan sedimen sehingga menurunkan nilai kelayakan teknis dan ekonomis. Check dam tipe terbuka dapat dibedakan dalam beberapa bentuk, seperti tipe beam, tipe slit dan tipe grid. Check dam tipe ini dapat berfungsi untuk menahan aliran debris melalui tangkapan pada bukaan akibat material besar dan panjang yang saling mengunci selama terjadi banjir atau aliran debris. Namun

akan melimpas bila aliran sudah mulai mengecil. Karakteristik tipe beam/balok dengan bukaan lebar terkait dengan



balok melintang yang sebagian besar bertujuan untuk menyaring kayu dan sedimen (Gambar 2). Check dam tipe slit terdiri dari satu atau lebih celah/bukaan vertikal yang terletak di atas dasar bendung (Gambar 3). Check dam tipe grid dikembangkan dalam 3 dekade terakhir (Gambar 4). Tipe ini terbuat dari tabung baja ukuran besar dengan diameter antara 0.5 hingga 1 meter. Dari berbagai kasus di Jepang menunjukkan bahwa tipe ini efisien untuk menahan batu berukuran besar seperti boulder dengan berat hingga 10 ton. (Farouk Maricar, 2013)



Gambar 2. Check Dam Tipe Tertutup



Gambar 3. Check Dam Tipe Beam



Gambar 4. Check Dam Tipe Slit



Gambar 5. Check Dam Tipe Grid



C.1 Fungsi Check Dam

Check Dam dipersiapkan cukup mampu menampung jumlah aliran sedimen/debris yang akan mengalir kearah hilir. Check Dam mampu mengurangi energi dengan merubah kondisi aliran kolektif debris menjadi aliran individu. Selain fungsi tersebut, check dam dapat dimanfaatkan sebagai :

1. Water Intake (pengambilan air) untuk irigasi
2. Depo penambangan batu, pasir dan kerikil
3. Jembatan pelintasan
4. Tenaga air mini
5. Pelindung jalan dan jembatan

C.2 Pemilihan Lokasi Check Dam

Dalam pemilihan lokasi check dam harus pada lokasi yang paling menguntungkan di berbagai aspek, seperti dari segi perencanaan, pengoperasian, dampak bangunan, dan sebagainya. Pemilihan lokasi check dam dipilih atas beberapa pertimbangan, antara lain :

1. Kondisi topografi di sekitar check dam

Check dam sebaiknya ditempatkan di daerah yang relatif datar dan luas agar volume tampungan menjadi lebih besar, dan gaya yang bekerja relatif lebih kecil dibandingkan dengan daerah yang agak curam.



2. Kondisi hidraulik dan morfologi sungai yang meliputi :

- a. Pola aliran sungai, kecepatan alirannya disaat debit banjir, sedang, dan kecil.
- b. Kedalaman dan lebar muka air disaat debit banjir, sedang, dan kecil.
- c. Tinggi muka air pada waktu debit banjir rencana.

3. Kondisi Tanah pondasi

Check dam sebaiknya ditempatkan pada tanah yang pondasinya cukup baik, agar bangunan menjadi kokoh dan stabil. Secara teknis check dam bisa saja dibangun pada tanah yang pondasinya kurang baik, namun hal ini dapat menimbulkan biaya yang besar, dan pengerjaan yang cukup sulit.

4. Biaya Pelaksanaan

Beberapa alternatif lokasi juga harus mempertimbangkan besarnya biaya pelaksanaan, teknis pengerjaan, dan tenaga yang dibutuhkan.

5. Faktor-faktor lainnya

Faktor lain yang mesti dipertimbangkan adalah penggunaan lahan disekitar bangunan, kemungkinan pengembangan daerah di sekitar check dam, perubahan morfologi sungai dan sebagainya.



D. Studi Model

Studi model banyak digunakan untuk mendukung perencanaan bangunan air. Ada dua tipe model yaitu model matematik dan model fisik. Model matematik dapat digunakan apabila permasalahan yang ada dapat dirumuskan secara matematis. Persamaan matematik tersebut kemudian diselesaikan secara numeris dengan menggunakan bantuan komputer. Model fisik digunakan apabila fenomena fisik dapat direproduksi dengan kesamaan yang cukup dengan memperkecil dimensi bangunan yang sesungguhnya. Kedua tipe model tersebut dapat digunakan untuk tipe permasalahan yang berbeda, meskipun sering untuk suatu permasalahan kedua model tersebut dapat digunakan. Dalam hal terakhir, diperlukan pemilihan tipe model yang akan digunakan. Dalam hal ini hanya akan dibahas mengenai model fisik.

Model fisik dapat diklasifikasikan dalam dua tipe yaitu model tak distorsi dan model distorsi. Untuk model tak distorsi bentuk geometri antara model dan prototip adalah sama tetapi berbeda ukuran dengan suatu perbandingan ukuran atau skala tertentu. Model tak distorsi ini relatif mudah dan hasil – hasil yang diperoleh dari model tersebut dapat dengan mudah ditransfer pada prototype. Pada model distorsi bentuk antara model dan prototype tidak sama. Model ini banyak dilakukan

la prototype mempunyai dimensi horizontal jauh lebih besar dari isi vertikal, seperti sungai, pelabuhan, dan sebagainya. Dalam hal



ini apabila skala horizontal dan vertikal adalah sama, maka kedalaman air pada model bisa sangat kecil sehingga sulit untuk melakukan pengukuran disamping juga sifat aliran bisa menjadi tidak sama. Untuk menghindari keadaan ini maka skala horizontal dan vertikal model dibuat tidak sama, yaitu skala horizontal lebih kecil dari skala vertikal. Studi model distorsi ini relatif lebih sulit dan hasil yang diperoleh pada model tidak mudah untuk ditransfer ke kondisi prototype. (Bambang Triatmodjo, 2003)

