

# SIMULASI PENYEBARAN ALIRAN DEBRIS DENGAN MEMPERHATIKAN DEBIT DAN EROSI TEBING SUNGAI



Oleh:

Akhmad Khusnaeni

1210 100 049

Dosen Pembimbing:

DR. Erna Apriliani, M.Si

Drs. Soetrisno, Ml.Komp

JURUSAN MATEMATIKA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

2014

Pendahuluan

Tinjauan Pustaka

Pendiskritan Model  
Aliran Debris

Pengaruh Debit  
dan Erosi Tebing

Debit  
Erosi Tebing

Hasil Simulasi

Kesimpulan

Daftar Pustaka

# Latar Belakang

Pendahuluan

Tinjauan Pustaka

Pendiskritan Model  
Aliran Debris

Pengaruh Debit  
dan Erosi Tebing

Debit  
Erosi Tebing

Hasil Simulasi

Kesimpulan

Daftar Pustaka



# Latar Belakang

Pendahuluan

Tinjauan Pustaka

Pendiskritan Model  
Aliran Debris

Pengaruh Debit  
dan Erosi Tebing

Debit  
Erosi Tebing

Hasil Simulasi

Kesimpulan

Daftar Pustaka

# Latar Belakang Aliran Debris.

## Pendahuluan

Tinjauan Pustaka

Pendiskritan Model  
Aliran Debris

Pengaruh Debit  
dan Erosi Tebing

Debit  
Erosi Tebing

Hasil Simulasi

Kesimpulan

Daftar Pustaka

## Latar Belakang

### Aliran Debris.

adalah aliran air sungai dengan konsentrasi sedimen tinggi pada sungai dengan kemiringan curam. Aliran ini meluncur dengan kecepatan tinggi, memiliki daya rusak yang besar, sehingga dapat mengancam kehidupan manusia, menimbulkan kerugian harta dan benda serta kerusakan lingkungan.

Pendahuluan

Tinjauan Pustaka

Pendiskritan Model  
Aliran Debris

Pengaruh Debit  
dan Erosi Tebing

Debit  
Erosi Tebing

Hasil Simulasi

Kesimpulan

Daftar Pustaka

# Latar Belakang

Pendahuluan

Tinjauan Pustaka

Pendiskritan Model  
Aliran Debris

Pengaruh Debit  
dan Erosi Tebing

Debit  
Erosi Tebing

Hasil Simulasi

Kesimpulan

Daftar Pustaka

# Latar Belakang Penelitian Sebelumnya.

Pendahuluan

Tinjauan Pustaka

Pendiskritan Model  
Aliran Debris

Pengaruh Debit  
dan Erosi Tebing

Debit  
Erosi Tebing

Hasil Simulasi

Kesimpulan

Daftar Pustaka

Latar Belakang

Penelitian Sebelumnya.

Sebelumnya sudah terdapat penelitian oleh Belgis Ainatul Iza dkk mengenai Penyelesaian Numerik dari Model Penyebaran Aliran Debris Satu dan Dua Dimensi dengan Metode Beda Hingga, dan Adzkiya, D. dkk mengenai Diskritisasi Model Penyebaran Aliran Debris dua Dimensi, Simulasi Penyebaran Aliran Debris Satu Dimensi dengan Metode Beda Hingga, dan Simulasi Aliran Debris Satu dan Dua Dimensi Menggunakan Metode Beda Hingga.

Pendahuluan

Tinjauan Pustaka

Pendiskritan Model Aliran Debris

Pengaruh Debit dan Erosi Tebing

Debit Erosi Tebing

Hasil Simulasi

Kesimpulan

Daftar Pustaka

# Rumusan Masalah

Pendahuluan

Tinjauan Pustaka

Pendiskritan Model  
Aliran Debris

Pengaruh Debit  
dan Erosi Tebing

Debit  
Erosi Tebing

Hasil Simulasi

Kesimpulan

Daftar Pustaka

## Rumusan Masalah

Bagaimana mensimulasikan penyebaran aliran debris dengan memperhatikan debit dan erosi tebing agar mendapatkan profil aliran debris?

Pendahuluan

Tinjauan Pustaka

Pendiskritan Model  
Aliran Debris

Pengaruh Debit  
dan Erosi Tebing

Debit  
Erosi Tebing

Hasil Simulasi

Kesimpulan

Daftar Pustaka

# Batasan Masalah

Pendahuluan

Tinjauan Pustaka

Pendiskritan Model  
Aliran Debris

Pengaruh Debit  
dan Erosi Tebing

Debit  
Erosi Tebing

Hasil Simulasi

Kesimpulan

Daftar Pustaka

## Batasan Masalah

1. Model yang digunakan adalah model aliran debris dua dimensi.

Pendahuluan

Tinjauan Pustaka

Pendiskritan Model  
Aliran Debris

Pengaruh Debit  
dan Erosi Tebing

Debit  
Erosi Tebing

Hasil Simulasi

Kesimpulan

Daftar Pustaka



## Batasan Masalah

1. Model yang digunakan adalah model aliran debris dua dimensi.
2. Model aliran debris didiskritisasi menggunakan skema Forward Time Centered Space menjadi persamaan Beda Hingga.
3. Simulasi model penyebaran aliran debris menggunakan perangkat lunak MATLAB.

Pendahuluan

Tinjauan Pustaka

Pendiskritan Model  
Aliran Debris

Pengaruh Debit  
dan Erosi Tebing

Debit  
Erosi Tebing

Hasil Simulasi

Kesimpulan

Daftar Pustaka

# Tujuan

Pendahuluan

Tinjauan Pustaka

Pendiskritan Model  
Aliran Debris

Pengaruh Debit  
dan Erosi Tebing

Debit  
Erosi Tebing

Hasil Simulasi

Kesimpulan

Daftar Pustaka

## Tujuan

Menentukan prediksi penyebaran aliran debris dengan memperhatikan debit dan erosi tebing sungai dan menyelesaikan dengan Metode Beda Hingga agar mendapatkan profil aliran debris.

Pendahuluan

Tinjauan Pustaka

Pendiskritan Model  
Aliran Debris

Pengaruh Debit  
dan Erosi Tebing

Debit  
Erosi Tebing

Hasil Simulasi

Kesimpulan

Daftar Pustaka

Manfaat

Pendahuluan

Tinjauan Pustaka

Pendiskritan Model  
Aliran Debris

Pengaruh Debit  
dan Erosi Tebing

Debit  
Erosi Tebing

Hasil Simulasi

Kesimpulan

Daftar Pustaka



## Manfaat

1. Diperoleh pengetahuan dan keilmuan tentang model penyebaran aliran debris dua dimensi untuk memprediksi daerah rawan bencana.
2. Sebagai bahan pembelajaran tentang model penyebaran aliran debris dua dimensi.

Pendahuluan

Tinjauan Pustaka

Pendiskritan Model  
Aliran Debris

Pengaruh Debit  
dan Erosi Tebing

Debit  
Erosi Tebing

Hasil Simulasi

Kesimpulan

Daftar Pustaka

## Manfaat

1. Diperoleh pengetahuan dan keilmuan tentang model penyebaran aliran debris dua dimensi untuk memprediksi daerah rawan bencana.
2. Sebagai bahan pembelajaran tentang model penyebaran aliran debris dua dimensi.
3. Sebagai literatur penunjang khususnya bagi mahasiswa yang menempuh jenjang sarjana.

Pendahuluan

Tinjauan Pustaka

Pendiskritan Model  
Aliran Debris

Pengaruh Debit  
dan Erosi Tebing

Debit  
Erosi Tebing

Hasil Simulasi

Kesimpulan

Daftar Pustaka

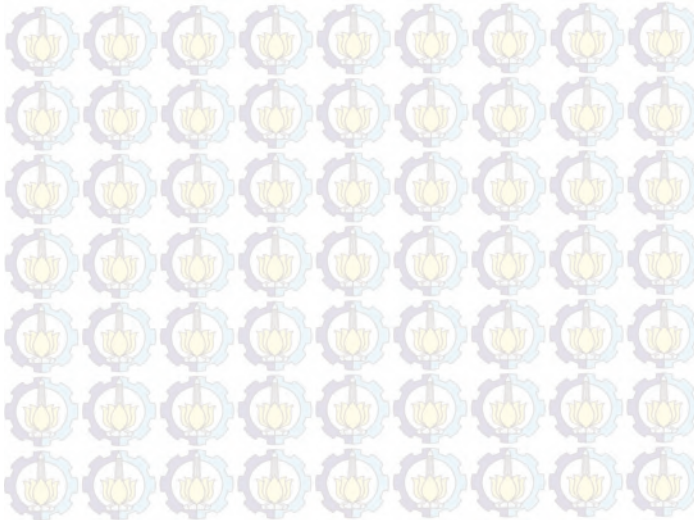








# Model Aliran Debris Dua Dimensi



Pendahuluan

**Tinjauan Pustaka**

Pendiskritan Model  
Aliran Debris

Pengaruh Debit  
dan Erosi Tebing

Debit  
Erosi Tebing

Hasil Simulasi

Kesimpulan

Daftar Pustaka

# Model Aliran Debris Dua Dimensi

- Persamaan kekekalan massa pada dasar sungai

$$c_* \frac{\partial z_b}{\partial t} + \left( \frac{\partial q_{Bx}}{\partial x} + \frac{\partial q_{By}}{\partial y} \right) = 0$$

Dengan

$M$  = mass flux pada sumbu x

$N$  = mass flux pada sumbu y

$u_m$  = kecepatan aliran pada sumbu x

$v_m$  = kecepatan aliran pada sumbu y

$H$  = ketinggian aliran

$\tau_{bx}$  = shear forces pada tepi aliran arah sumbu x

$\tau_{by}$  = shear forces pada tepi aliran arah sumbu y

$c_*$  = konsentrasi sedimen di dasar sungai

$z_b$  = ketinggian tanah dari bidang referensi

$q_{Bx}$  = debit sedimen kearah x

$q_{By}$  = debit sedimen kearah y

Pendahuluan

Tinjauan Pustaka

Pendiskritan Model  
Aliran Debris

Pengaruh Debit  
dan Erosi Tebing

Debit  
Erosi Tebing

Hasil Simulasi

Kesimpulan

Daftar Pustaka

# Erosi Tebing

Pendahuluan

**Tinjauan Pustaka**

Pendiskritan Model  
Aliran Debris

Pengaruh Debit  
dan Erosi Tebing

Debit  
Erosi Tebing

Hasil Simulasi

Kesimpulan

Daftar Pustaka

## Erosi Tebing



$$q_p = q_{p^*} u_* d$$

dengan

$q_p$  = erosi tebing per unit ( $m^2/d$ )

$q_{p^*}$  = erosi tebing per unit (tak berdimensi)

$u_*$  = kecepatan geser dasar (m/d)

$d$  = diameter rata-rata butir sedimen (m)

Pendahuluan

Tinjauan Pustaka

Pendiskritan Model  
Aliran Debris

Pengaruh Debit  
dan Erosi Tebing

Debit  
Erosi Tebing

Hasil Simulasi

Kesimpulan

Daftar Pustaka

# Debit Banjir

Pendahuluan

**Tinjauan Pustaka**

Pendiskritan Model  
Aliran Debris

Pengaruh Debit  
dan Erosi Tebing

Debit  
Erosi Tebing

Hasil Simulasi

Kesimpulan

Daftar Pustaka

## Debit Banjir



$$Q = \frac{1}{3.6} \cdot f \cdot r \cdot A$$

dengan

$Q$  = debit banjir ( $m^3/det$ )

$f$  = koefisien pengaliran

$r$  = intensitas hujan selama  $t$  jam ( $mm/jam$ )

$A$  = luas DAS ( $km^2$ )

Pendahuluan

Tinjauan Pustaka

Pendiskritan Model  
Aliran Debris

Pengaruh Debit  
dan Erosi Tebing

Debit  
Erosi Tebing

Hasil Simulasi

Kesimpulan

Daftar Pustaka



# Metode Beda Hingga

## ► Skema maju

$$\frac{du}{dx} \approx \frac{u(x_i + h) - u(x_i)}{h}$$

Pendahuluan

Tinjauan Pustaka

Pendiskritan Model  
Aliran Debris

Pengaruh Debit  
dan Erosi Tebing

Debit  
Erosi Tebing

Hasil Simulasi

Kesimpulan

Daftar Pustaka

# Metode Beda Hingga

- ▶ Skema maju

$$\frac{du}{dx} \approx \frac{u(x_i + h) - u(x_i)}{h}$$

- ▶ Skema mundur

$$\frac{du}{dx} \approx \frac{u(x_i) - u(x_i - h)}{h}$$

Pendahuluan

Tinjauan Pustaka

Pendiskritan Model  
Aliran Debris

Pengaruh Debit  
dan Erosi Tebing

Debit  
Erosi Tebing

Hasil Simulasi

Kesimpulan

Daftar Pustaka

## Metode Beda Hingga

- ▶ Skema maju

$$\frac{du}{dx} \approx \frac{u(x_i + h) - u(x_i)}{h}$$

- ▶ Skema mundur

$$\frac{du}{dx} \approx \frac{u(x_i) - u(x_i - h)}{h}$$

- ▶ Skema tengah

$$\frac{du}{dx} \approx \frac{u(x_i + h) - u(x_i - h)}{2h}$$

Pendahuluan

Tinjauan Pustaka

Pendiskritan Model  
Aliran Debris

Pengaruh Debit  
dan Erosi Tebing

Debit  
Erosi Tebing

Hasil Simulasi

Kesimpulan

Daftar Pustaka

# Forward Time-Centered Space (FTCS)

Pendahuluan

**Tinjauan Pustaka**

Pendiskritan Model  
Aliran Debris

Pengaruh Debit  
dan Erosi Tebing

Debit  
Erosi Tebing

Hasil Simulasi

Kesimpulan

Daftar Pustaka

## Forward Time-Centered Space (FTCS)



$$\left. \frac{\partial u}{\partial t} \right|_i^n = \frac{u_i^{n+1} - u_i^n}{2h} + O(h^2)$$

Pendahuluan

Tinjauan Pustaka

Pendiskritan Model  
Aliran Debris

Pengaruh Debit  
dan Erosi Tebing

Debit  
Erosi Tebing

Hasil Simulasi

Kesimpulan

Daftar Pustaka







# Hasil Pendiskritan

$$\begin{aligned} M_{i,j}^{n+1} = & M_{i,j}^n - \frac{\Delta t}{2\Delta x} \left[ M_{i,j}^n \left( \frac{M_{i+1,j}^n}{h_{i+1,j}^n} - \frac{M_{i-1,j}^n}{h_{i-1,j}^n} \right) \right. \\ & \left. + \frac{M_{i,j}^n}{h_{i,j}^n} \frac{M_{i+1,j}^n - M_{i-1,j}^n}{2\Delta x} \right] \\ & - \frac{\Delta t}{2\Delta y} \left[ M_{i,j}^n \left( \frac{N_{i,j+1}^n}{h_{i,j+1}^n} - \frac{N_{i,j-1}^n}{h_{i,j-1}^n} \right) \right. \\ & \left. + \frac{N_{i,j}^n}{h_{i,j}^n} (M_{i,j+1}^n - M_{i,j-1}^n) \right] \\ & - \frac{\Delta t}{2\Delta x} g h_{i,j}^n (h_{i+1,j}^n + z_{bi+1,j}^n - h_{i-1,j}^n - z_{bi-1,j}^n) \\ & - \Delta t \frac{g(n_{i,j})^2 M_{i,j}^n \sqrt{\left(\frac{M_{i,j}^n}{h_{i,j}^n}\right)^2 + \left(\frac{N_{i,j}^n}{h_{i,j}^n}\right)^2}}{(h_{i,j}^n)^{\frac{4}{3}}} \end{aligned}$$

Pendahuluan

Tinjauan Pustaka

Pendiskritan Model  
Aliran Debris

Pengaruh Debit  
dan Erosi Tebing

Debit  
Erosi Tebing

Hasil Simulasi

Kesimpulan

Daftar Pustaka

# Hasil Pendiskritan

$$\begin{aligned} N_{i,j}^{n+1} = & N_{i,j}^n - \frac{\Delta t}{2\Delta x} \left[ N_{i,j}^n \left( \frac{M_{i+1,j}^n}{h_{i+1,j}^n} - \frac{M_{i-1,j}^n}{h_{i-1,j}^n} \right) \right. \\ & \left. + \frac{M_{i,j}^n}{h_{i,j}^n} (N_{i+1,j}^n - N_{i-1,j}^n) \right] \\ & - \frac{\Delta t}{2\Delta y} \left[ N_{i,j}^n \left( \frac{N_{i,j+1}^n}{h_{i,j+1}^n} - \frac{N_{i,j-1}^n}{h_{i,j-1}^n} \right) \right. \\ & \left. + \frac{N_{i,j}^n}{h_{i,j}^n} (N_{i,j+1}^n - N_{i,j-1}^n) \right] \\ & - \frac{\Delta t}{2\Delta y} g h_{i,j}^n (h_{i,j+1}^n + z_{b,i,j+1}^n - h_{i,j-1}^n - z_{b,i,j-1}^n) \\ & - \Delta t \frac{g(n_{i,j})^2 N_{i,j}^n \sqrt{\left(\frac{M_{i,j}^n}{h_{i,j}^n}\right)^2 + \left(\frac{N_{i,j}^n}{h_{i,j}^n}\right)^2}}{(h_{i,j}^n)^{\frac{4}{3}}} \end{aligned}$$

Pendahuluan

Tinjauan Pustaka

Pendiskritan Model  
Aliran Debris

Pengaruh Debit  
dan Erosi Tebing

Debit  
Erosi Tebing

Hasil Simulasi

Kesimpulan

Daftar Pustaka



# Debit

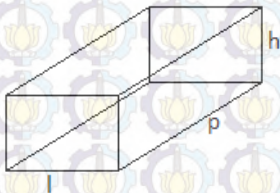


Figure: Pemisalan sungai

dengan

$p$  = panjang aliran

$l$  = lebar sungai

$h$  = tinggi aliran

- Pendahuluan
- Tinjauan Pustaka
- Pendiskritan Model Aliran Debris
- Pengaruh Debit dan Erosi Tebing
- Debit**
- Erosi Tebing
- Hasil Simulasi
- Kesimpulan
- Daftar Pustaka







## Erosi Tebing

Dengan menggunakan data parameter dibawah ini dihitung  $h$ (tinggi aliran)

Tabel 4.1 Data Untuk Perhitungan Tinggi Aliran

<b>Parameter</b>	<b>Nilai</b>	<b>Parameter</b>	<b>Nilai</b>
$q_p$	9-10 $m^2/d$	$F_{0*}$	0.01
$l$	0.05	$\theta$	2.9
$\varepsilon$	0.4	$\mu$	1
$\rho$	1000 $kg/m^3$	$\sigma$	2650 $kg/m^3$
$g$	10 $m/s$	$d$	$2 \times 10^{-3}m$
$a$	1.12		

Pendahuluan

Tinjauan Pustaka

Pendiskritan Model  
Aliran Debris

Pengaruh Debit  
dan Erosi Tebing

Debit  
Erosi Tebing

Hasil Simulasi

Kesimpulan

Daftar Pustaka

## Hasil Simulasi

Berikut ini hasil simulasi penyebaran aliran debris dua dimensi yang menggunakan perangkat lunak Matlab. Area 2D adalah 470 m x 290m dengan pengukuran tinggi lereng untuk setiap jarak spasial 10m ( $\Delta x = \Delta y = 10$ ), jarak area 2D adalah 130m dari atas.

Pendahuluan

Tinjauan Pustaka

Pendiskritan Model  
Aliran Debris

Pengaruh Debit  
dan Erosi Tebing

Debit  
Erosi Tebing

**Hasil Simulasi**

Kesimpulan

Daftar Pustaka

# Hasil Simulasi

Simulasi aliran debris tanpa memperhatikan erosi tebing sebagai berikut:

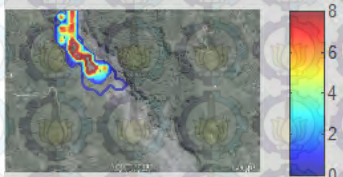


Figure: kondisi setelah 5 detik

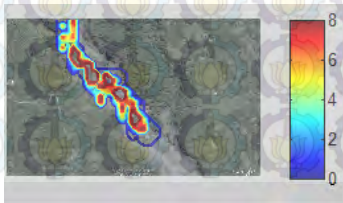


Figure: kondisi setelah 10 detik

- Pendahuluan
- Tinjauan Pustaka
- Pendiskritan Model Aliran Debris
- Pengaruh Debit dan Erosi Tebing
- Debit
- Erosi Tebing
- Hasil Simulasi
- Kesimpulan
- Daftar Pustaka

## Hasil Simulasi

Dengan input debit sebesar 300 m<sup>3</sup>/s dan erosi tebing sebesar 9 m<sup>2</sup>/s maka tampak profil aliran debris sebagai berikut:

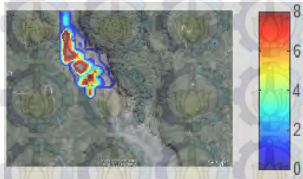


Figure: kondisi setelah 5 detik

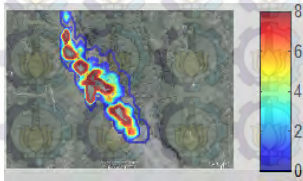


Figure: kondisi setelah 10 detik

## Hasil Simulasi

Dengan input debit sebesar 300 m<sup>3</sup>/s dan erosi tebing sebesar 10 m<sup>2</sup>/s maka tampak profil aliran debris sebagai berikut:

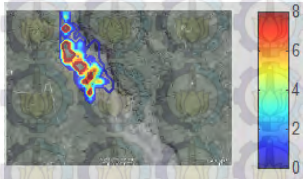


Figure: kondisi setelah 5 detik

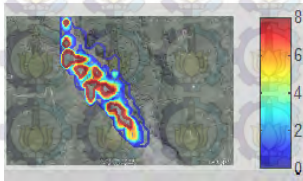


Figure: kondisi setelah 10 detik

- Pendahuluan
- Tinjauan Pustaka
- Pendiskritan Model Aliran Debris
- Pengaruh Debit dan Erosi Tebing
- Debit
- Erosi Tebing
- Hasil Simulasi**
- Kesimpulan
- Daftar Pustaka

## Hasil Simulasi

Dengan input debit sebesar 200 m<sup>3</sup>/s dan erosi tebing sebesar 9 m<sup>2</sup>/s maka tampak profil aliran debris sebagai berikut:

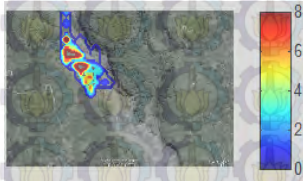


Figure: kondisi setelah 5 detik

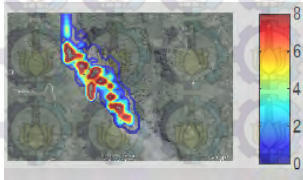


Figure: kondisi setelah 10 detik

- Pendahuluan
- Tinjauan Pustaka
- Pendiskritan Model Aliran Debris
- Pengaruh Debit dan Erosi Tebing
- Debit
- Erosi Tebing
- Hasil Simulasi**
- Kesimpulan
- Daftar Pustaka

## Hasil Simulasi

Dengan input debit sebesar 200 m<sup>3</sup>/s dan erosi tebing sebesar 10 m<sup>2</sup>/s maka tampak profil aliran debris sebagai berikut:

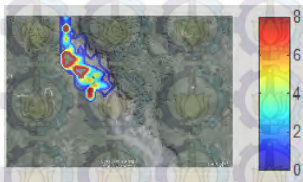


Figure: kondisi setelah 5 detik

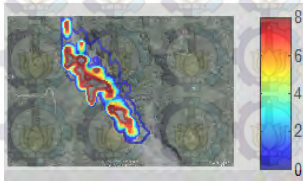


Figure: kondisi setelah 10 detik

- Pendahuluan
- Tinjauan Pustaka
- Pendiskritan Model Aliran Debris
- Pengaruh Debit dan Erosi Tebing
- Debit
- Erosi Tebing
- Hasil Simulasi**
- Kesimpulan
- Daftar Pustaka

## Kesimpulan

Berdasarkan analisis dan pembahasan yang telah disajikan pada bab sebelumnya, dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut :

1. Debit dan erosi tebing dapat berubah setiap saat sesuai kondisinya, sehingga aliran debris yang ada di daerah aliran sungai dapat dipengaruhi oleh besarnya debit dan erosi tebing sungai.
2. Debit dapat berpengaruh terhadap  $M$  (*mass flux*), semakin besar debit aliran maka semakin besar  $M$  (*mass flux*), sehingga menghasilkan aliran yang semakin panjang, lebar dan tinggi.
3. Erosi tebing dapat berpengaruh terhadap  $h$  (tinggi/kedalaman aliran), semakin besar erosi tebing sungai maka semakin tinggi aliran yang dihasilkan, sehingga menghasilkan aliran yang semakin panjang, lebar, dan tinggi.

Pendahuluan

Tinjauan Pustaka

Pendiskritan Model  
Aliran Debris

Pengaruh Debit  
dan Erosi Tebing

Debit  
Erosi Tebing

Hasil Simulasi

Kesimpulan

Daftar Pustaka



