

## INTISARI

Aliran debris adalah bencana alam yang rawan terjadi pada lereng gunung. Aliran debris memiliki momentum yang besar sehingga dapat merusak infrastruktur yang dilewatinya. Salah satu mitigasi bencana aliran debris adalah dengan melakukan pemodelan aliran yang dapat terjadi. Kebanyakan model numeris yang dikembangkan pada aliran debris menggunakan pendekatan Eulerian, padahal bentuk aliran debris akan lebih akurat apabila dimodelkan dengan menggunakan pendekatan Lagrangian. Model Lagrangian yang telah dikembangkan menggunakan pendefinisian kondisi awal *mesh* elemen aliran debris sebagai masukan. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui bagaimana implementasi kondisi batas berupa hidrograf pada simulasi aliran debris lagrangian 1 dimensi.

Dalam simulasi aliran debris Lagrangian, digunakan persamaan pembentuk berupa persamaan konservasi momentum dan kontinuitas. Metode elemen hingga digunakan untuk menyelesaikan persamaan pembentuk tersebut dengan mendiskritisasi persamaan ke elemen-elemen yang lebih sederhana. Digunakan diskritisasi Runge-Kutta orde 4 untuk menyelesaikan persamaan pembentuk. Kondisi batas diperlakukan dengan membuat elemen baru pada titik batas dengan kedalaman dan kecepatan sesuai dengan masukan hidrograf kedalaman dan kecepatan.

Simulasi dilakukan pada kemiringan saluran 0.005, 0.01, dan 0.02 dengan kekasaran dasar dan bentuk hidrograf yang bermacam-macam. Hasil menunjukkan bahwa hasil simulasi kondisi batas hidrograf hampir sama dengan simulasi kondisi awal *mesh* elemen. Besar angka Courant yang dapat dijalankan maksimum adalah 0.2 dengan panjang elemen lebih dari 20 meter. Nilai kekasaran dasar saluran akan memberikan perbedaan hasil yang signifikan. Apabila pada saluran terjadi aliran subkritik dengan hidrograf masukan berupa superkritik, akan terjadi kenaikan permukaan aliran seperti pada loncat air. Penggunaan kondisi batas hidrograf dapat mempercepat waktu simulasi dan memperkecil domain perhitungan. Hasil ini menunjukkan bahwa kondisi batas hidrograf dapat diterapkan dalam simulasi aliran debris Lagrangian. Rekomendasi untuk penelitian selanjutnya dapat dikembangkan kondisi batas menggunakan metode karakteristik untuk mengakomodasi perubahan karakteristik aliran terutama aliran subkritik, diimplementasikan pada model yang lebih lengkap, dan dilakukan validasi dengan model fisik.

**Kata kunci:** Aliran Debris, Lagrangian, Metode Elemen Hingga, Kondisi Batas, Hidrograf



## ABSTRACT

*Debris flows are natural disasters that commonly occur on mountain slopes. These flows possess significant momentum, enabling them to damage infrastructure on their path. One method for mitigating debris flow disasters is through the simulation of flow models. Most numerical models developed for debris flows utilize an Eulerian approach, despite the fact that the behavior of debris flows can be more accurately modeled using a Lagrangian approach. The Lagrangian model has been developed by defining initial condition as mesh elements of the debris flow. The purpose of this research is to determine how to implement hydrograph boundary conditions in one-dimensional Lagrangian debris flow simulations.*

*In Lagrangian debris flow simulations, governing equations such as the momentum conservation and continuity equations are used. The finite element method is employed to solve these governing equations by discretizing them into simpler elements. A fourth-order Runge-Kutta discretization method is used to solve these equations. Boundary conditions are handled by creating new elements at boundary points with depth and velocity according to the depth and velocity hydrograph input.*

*Simulations were conducted on channel slopes of 0.005, 0.01, and 0.02 with various channel roughness and hydrograph shapes. The results indicated that the simulation outcomes using hydrograph boundary conditions are nearly identical to those using the initial element mesh conditions. The maximum Courant number is 0.2 with an element length of more than 20 meters. The channel's bed roughness value will result in significant differences in the simulation outcomes. If subcritical flow occurs in the channel with a supercritical input hydrograph, there will be an increase in the flow surface similar to a hydraulic jump. Using hydrograph boundary conditions can reduce the computational domain thus sped up the simulation time. These results demonstrate that hydrograph boundary conditions can be applied in Lagrangian debris flow simulations. Recommendations for future research include developing boundary conditions using the method of characteristics to accommodate changes in flow characteristics, especially subcritical flows, implementing them in more comprehensive models, and validating them with physical models.*

**Keywords:** *Debris Flow, Lagrangian, Finite Element Method, Boundary Condition, Hydrograph*