

Diterima : 16 April 2024 | Selesai Direvisi : 30 April 2024 | Disetujui : 03 Mei 2024 | Dipublikasikan : Juli 2024  
DOI : <http://dx.doi.org/10.24853/jk.15.2.39-48>  
Copyright © 2024 Jurnal Konstruksia  
This is an open access article under the CC BY-NC licence (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>)

## Prediksi Dampak Endapan Sedimen Hasil Erupsi 2023 di Kali Krasak Terhadap Karakteristik Banjir Lahar Menggunakan SIMLAR

Fahrul Rohman<sup>1</sup>, Jazaul Ikhsan<sup>1</sup> dan Ani Hairani<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Prodi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Jl. Brawijaya, Bantul, D.I.Yogyakarta  
Email korespondensi: jazaul.ikhsan@mail.umy.ac.id

### ABSTRAK

Gunung Merapi adalah salah satu gunung api yang masih aktif di Indonesia. Pada tahun 2023 Gunung Merapi mengalami erupsi, daerah yang terdampak diantaranya DAS Krasak. Erupsi gunung api merupakan fenomena alam yang dapat menimbulkan bahaya. Salah satu akibat dari erupsi gunung api adalah banjir lahar. Banjir lahar dapat menyebabkan kerusakan dan timbulnya korban jiwa. Salah satu upaya untuk mengurangi angka korban jiwa dan kerugian material yaitu dengan prediksi. Penelitian ini menggunakan aplikasi SIMLAR V2.1 yang didasarkan pada teori Ashida, Takashi dan Mizuyama menggunakan hidrograf sintesis Nakayasu. Pengujian dilakukan dengan membandingkan hasil simulasi tanpa bangunan sabo dan simulasi dengan bangunan sabo. Dari hasil pengujian didapatkan kecepatan, luasan banjir, volume, dan nilai agradasi dan degradasi. Nilai luas sebaran pada simulasi tanpa bangunan sabo didapatkan pada curah hujan 58,1 mm sebesar 2,16 km<sup>2</sup>, curah hujan 87,15 mm sebesar 3,10 km<sup>2</sup>, dan curah hujan 116,2 mm sebesar 3,85 km<sup>2</sup>, sedangkan nilai luas sebaran pada simulasi dengan bangunan sabo pada curah hujan 58,1 mm sebesar 1,78 km<sup>2</sup>, curah hujan 87,15 mm sebesar 2,40 km<sup>2</sup>, dan curah hujan 116,2 mm sebesar 2,93 km<sup>2</sup>. Berdasarkan hasil penelitian tersebut dapat disimpulkan bahwa curah hujan sangat berpengaruh terhadap dampak banjir lahar semakin tinggi curah hujan maka semakin besar luas wilayah yang terdampak banjir lahar. Berdasarkan simulasi tersebut bangunan sabo efektif untuk mengurangi luasan banjir lahar.

**Kata kunci:** Banjir lahar, Sabo Dam, SIMLAR, Daerah aliran sungai

### ABSTRACT

Mount Merapi is one of the active volcanoes in Indonesia. In 2023 Mount Merapi experienced an eruption, the affected areas included the Krasak watershed. Volcanic eruption is a natural phenomenon that can cause danger. One of the consequences of volcanic eruptions is lava flooding. Lava floods can cause damage and casualties. One of the efforts to reduce the number of casualties and material losses is prediction. This research uses SIMLAR V2.1 application which is based on the theory of Ashida, Takashi and Mizuyana and uses Nakayasu synthetic hydrograph. Testing is done by comparing the results of simulations without sabo buildings and simulations with sabo buildings. From the test results, the velocity, flood area, volume, and aggradation and degradation values were obtained. The value of the distribution area in the simulation without sabo building is obtained at a rainfall of 58,1 mm of 2,16 km<sup>2</sup>, rainfall of 87,15 mm of 3,10 km<sup>2</sup>, and rainfall of 116,2 mm of 3,85 km<sup>2</sup>, while the value of the distribution area in the simulation with sabo building at a rainfall of 58,1 mm of 1,78 km<sup>2</sup>, rainfall of 87,15 mm of 2,40 km<sup>2</sup>, and rainfall of 116,2 mm of 2,93 km<sup>2</sup>. Based on the results of the study, it can be concluded that rainfall is very influential on the impact of lava floods, the higher the rainfall, the greater the area affected by lava floods. Based on the simulation, sabo building is effective to reduce the area affected by lahar flood.

**Keywords:** Debris flow, Sabo Dam, SIMLAR, River basin (DAS)

## 1. PENDAHULUAN

Pada tahun 2019, BNPB (Badan Nasional Penanggulangan Bencana) mencatat telah terjadi 3622 bencana di Indonesia, salah satunya gunung berapi dan banjir lahar dingin [15]. Gunung Merapi, salah satu gunung api paling aktif di Indonesia, terutama di pulau Jawa. Lokasi gunung ini pada  $7^{\circ}32'30''$  LS dan  $110^{\circ}26'30''$  BT dengan secara administratif berada di 4 kabupaten atau 2 provinsi yaitu Provinsi Jawa Tengah (Magelang, Boyolali dan Klaten) dan Provinsi Yogyakarta (Sleman) [6]. Gunung berapi ini mendapatkan perhatian khusus oleh pemerintah karena memiliki rentang waktu meletus dalam jangka pendek yaitu 2 sampai 5 tahun dengan pemukiman padat penduduk [5]. Masyarakat yang tinggal di dekat gunung berapi sangat khawatir tentang ancaman lahar, yang dapat muncul setelah erupsi gunung berapi. Lebih dari 50.000 orang tinggal di wilayah yang rawan bencana Merapi [19].

Gunung Merapi dibagi mejadi tiga wilayah daerah rawan bencana (KRB) yaitu KRB III (dilarang bertempat tinggal), KRB II (kawasan potensi awan panas, aliran lahar, longsoran batuan, hujan abu) dan KRB I (kawasan potensi banjir lahar dingin) [3]. Banjir lahar dingin yaitu sebuah kejadian alam berupa bencana sekunder yang diakibatkan oleh meletusnya gunung api [17]. Banjir lahar, merupakan campuran material vulkanik, air dan endapan sedimen. Banjir ini membawa material vulkanik dari hulu ke hilir sungai sehingga berdampak pada kawasan padat penduduk yang terletak cukup jauh dari puncak gunung berapi [10]. Sisa endapan erupsi membentuk material pada hulu sungai, hujan, dan gravitasi adalah tiga komponen utama yang menyebabkan banjir lahar dingin [8]. Kerusakan pada infrastruktur di Sungai Krasak yang disebabkan erupsi Gunung Merapi tahun 2010 seperti jalan akses penting penghubung Yogyakarta dengan Magelang akibat dampak aliran banjir lahar [12]. Letusan tersebut telah

menghasilkan material vulkanik sekitar 130 juta  $m^3$ , tersebar di hulu sungai Merapi seperti Sungai Gendol, Sungai Apu, Sungai Tising, Sungai Senowo, Sungai Lamat, Sungai Putih, Sungai Bebung, Sungai Krasak, Sungai Bedog, Sungai Kuning, Sungai Boyong, Sungai Opak dan Sungai Woro [14]. Pada Maret 2023, Gunung Merapi erupsi pada pukul 15.00 WIB siang. Tercatat 21 kali awan panas guguran, dengan jarak tertinggi kurang lebih 4 km ke arah barat daya di alur Kali Bebung dan Krasak [13]. Karena material vulkanik yang terdeposit di lereng gunung dapat membentuk sedimen yang mudah tergerus oleh air hujan atau aliran sungai, endapan vulkanik yang lunak dan longgar ini dapat dengan mudah dibawa oleh air dan mengalir ke lembah sungai seperti Kali Krasak. Akibatnya, endapan hasil erupsi dapat mempengaruhi karakteristik banjir lahar. Terletak lebih dari 15 km dari puncak yang terkena perluasan nuées ardentes, sungai ini dianggap sebagai daerah rawan bencana tingkat pertama [7].

Banjir lahar datang secara tiba-tiba dengan cara meluap, menggenangi dan mengalir deras yang sering disebabkan terutama di wilayah barat daya Merapi yang sering disebabkan oleh curah hujan yang tinggi [20]. Beberapa faktor dapat memengaruhi karakteristik banjir lahar, seperti air yang berasal dari hulu atau hujan, sedimen dengan berbagai ukuran, lereng yang curam, dan lahar dari erupsi [1]. Bangunan sabo atau pengendali sedimen juga dapat mempengaruhi karakteristik banjir lahar. Endapan vulkanik yang cukup tebal dan curah hujan yang tinggi dapat meningkatkan volume air dan kecepatan aliran banjir lahar. Selain itu, topografi yang miring dan kemiringan lereng yang curam dapat mempercepat aliran banjir lahar dan meningkatkan kemungkinan bencana alam.

Karakteristik aliran banjir lahar dapat berubah dari waktu ke waktu di Kali Krasak karena perubahan volume air,

kecepatan aliran, dan konsistensi sedimen. Ini dapat menyebabkan perubahan pada lebar, kedalaman, dan bahkan bentuk alur sungai.

Fenomena tersebut adalah perubahan karakteristik deposit dapat berlangsung dalam waktu singkat ataupun lambat laun, tergantung pada penyebabnya seperti aliran air beserta angkutan sedimennya [4]. Oleh karena itu, sangat penting untuk memahami dampak endapan hasil erupsi terhadap karakteristik aliran banjir lahar. Pengamatan terus-menerus dan pemodelan komputer dapat membantu memahami karakteristik aliran banjir lahar dan memperkirakan dampak erupsi terhadap wilayah sekitarnya.

Penggunaan alat simulasi banjir lahar seperti SIMLAR (Simulasi Lahar) dapat dipakai untuk memprediksi dampak endapan hasil erupsi terhadap karakteristik banjir lahar. Penggunaan software SIMLAR dapat dijadikan sebagai acuan dalam mitigasi bencana karena dapat mengetahui data berupa aliran dan volume puing, erosi serta sedimen yang terjadi [9]. Simulasi ini memiliki kemampuan untuk memprediksi pergerakan banjir lahar, kecepatan, volume, dan dampak pada wilayah yang terkena dampaknya. Namun, perlu diingat bahwa prediksi ini hanya dapat dibuat menggunakan model dan data yang ada saat ini, dan hasil masih perlu diverifikasi di lapangan untuk memastikan bahwa prediksi tersebut akurat.

## 2. METODE PENELITIAN

### Data topografi

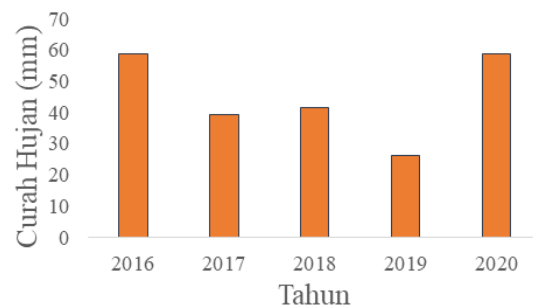
Salah satu jenis peta yang menggambarkan bentuk relief permukaan bumi yang meliputi tinggi rendahnya area dengan gambar garis atau kontur adalah topografi. [11]

Penelitian ini menggunakan data DEM dari SIG (Sistem Informasi Geografis) untuk menentukan nilai kontur area sungai. Data dalam formatif dengan resolusi 0,27 dapat

diunduh melalui website <https://tanahair.indonesia.go.id/>.

### Data curah hujan

Data hujan ini berasal dari BBWSSO (Balai Besar Wilayah Sungai Serayu Opak) Hidrograf banjir di wilayah aliran sungai Krasak dihitung dengan data hujan tersebut. Data curah hujan dari Stasiun Kempot yang digunakan berasal dari tahun 2016 hingga 2020. Curah hujan tertinggi yang digunakan dalam penelitian ini adalah satu jam.



Gambar 1. Data Curah Hujan Maksimum Tahun 2016-2020

Dapat dilihat dari Gambar 1. grafik diatas bahwa pada tahun 2020 merupakan curah hujan tertinggi dibandingkan dengan curah hujannya lainnya. Pada simulasi ini menggunakan data curah hujan tertinggi yaitu pada tahun 2020 sebesar 58 mm

### Data sedimen

Simulasi ini menggunakan volume data sedimen erupsi Gunung Merapi 2023 menurut BPPTKG volume material erupsi di sungai Krasak yaitu 3.000.000 m<sup>3</sup>. Pada SIMLAR ini menggunakan data input sedimen:

- Sediment concentration in volume of deposit* = 0,5
- Manning's coefficient of roughness* = 0,04
- Number of grain size of sediment* = 3
- Density of water* (kg/m<sup>2</sup>) = 1000
- Density of deposit* (kg/m<sup>3</sup>) = 1800

**Data sabo dam**

Sabo dam merupakan dinding penahan sedimen dan berfungsi sebagai penahan atau kantong lahar [2]. Data sabo dam ini didapatkan dari Balai Besar Wilayah Sungai Serayu Opak (BBWSSO). Jika ingin melakukan simulasi bangunan sabo dam di sungai menggunakan SIMLAR, maka diperlukan dimensi bangunan sabo dam.

Tabel 1. Data Sabo Dam

Nama Sabo	Koordinat		Tinggi (m)
	x	y	
UTM			
KR-GS (D/S Mataram Syphon)	420326	9149153	8,5
KR-C13 (Bakalan)	420659	9149632	3,5
KR-C11 (Bakalan)	421198	9150371	7
KR-52 (Bendung Tambakan)	421860	9151912	3
KR-55 (Banaran)	422058	9152134	9,5
KR-C8 (Mlesen)	422416	9152360	6
KR-C7 (Mlesen)	422664	9152643	9
KR-C4 (Jlapan)	423175	9153570	11,5
KR-C2 (Jlopo)	423605	9153830	11,5
KR-C3 (Kranggan)	426744	9156220	16
KR-C (Kranggan)	427206	9156567	11
KR-C (Kembang)	428403	9157363	9
KR-C (Gedoyo)	429943	9158191	4
KR-D3 (Gondoaru m)	432097	9159817	17

BD-RD1 (Gondoaru m)	432538	9159905	23
KR-D5 (Tunggul Arum)	433462	9160244	4

Sumber: BBWS 2020

**Analisis data hujan**

Diperlukan analisis debit banjir untuk mendapatkan data hidrograf banjir yang akan disimulasikan ke dalam SIMLAR. Data yang dibutuhkan dalam perhitungan hidrograf banjir yaitu luas DAS, panjang DAS, dan waktu konsentrasi.

Untuk perhitungan debit banjir pada penelitian ini, digunakan Metode Nakayasu. Data yang diperlukan adalah data luas DAS dan panjang DAS. Selanjutnya dilakukan perhitungan untuk parameter Nakayashu yang meliputi debit puncak, waktu mencapai debit puncak dan waktu yang diperlukan untuk resesi. Setelah diperoleh HSS Nakayashu, berdasarkan hujan yang terjadi dapat dilakukan perhitungan hidrograf banjir yang terjadi. Dalam perhitungan hidrograf banjir menggunakan metode Nakayashu, SIMLAR sudah melakukan perhitungan secara otomatis.

**Analisis luasan daerah terdampak**

Output dari simulasi yang telah dilakukan menggunakan aplikasi SIMLAR diolah kembali untuk mendapatkan nilai-nilai yang diperlukan. Nilai-nilai yang dibutuhkan dari hasil simulasi ini diantaranya, luas, kecepatan, dan volume banjir. Aplikasi yang digunakan untuk pengolahan data output dari SIMLAR menggunakan ArcGIS 10.8. Luaran dari pengolahan hasil dari SIMLAR dengan menggunakan ArcGIS 10.8 adalah luasan sebaran banjir lahar, kecepatan dan volume banjir lahar.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### DAS (Daerah Aliran Sungai) Krasak

Daerah aliran sungai Krasak memiliki panjang sekitar 24 km hulu dari sungai ini berada di lereng Gunung Merapi lebih tepatnya berada di Desa Ngablak Kabupaten Magelang dan Desa Ngargomulyo Kabupaten Sleman letak hilir dari sungai ini berada di Desa Bligo Kabupaten Magelang dan Desa Banyurejo Kabupaten Sleman yang merupakan pertemuan dengan Sungai Progo. DAS (Daerah Aliran Sungai) Krasak ini memiliki luas 30,152 km<sup>2</sup>. Sungai Krasak merupakan salah satu sungai yang terdampak akibat erupsi Gunung Merapi yang terjadi pada tahun 2023. Akan tetapi panjang sungai yang disimulasikan adalah sebesar 18 km yang terletak didaerah sekitar yang terdampak. Hal ini dilakukan untuk menyederhanakan simulasi.

#### Data curah hujan

Data curah hujan yang digunakan adalah data curah hujan stasiun hujan Kemptu yang diukur pada tahun 2020. Data curah hujan ini digunakan karena memiliki intensitas hujan yang lebih besar dibandingkan dengan tahun yang lain. Pada simulasi kali ini menggunakan beberapa variasi curah hujan. Diantaranya curah hujan 58,1 mm dengan durasi hujan 1 jam, curah hujan 87,15 mm dengan durasi hujan 1 jam, dan curah hujan 116,2 mm dengan durasi hujan 1 jam.

#### Perhitungan hidrograf banjir

Hidrograf merupakan kurva gambaran hubungan antara parameter aliran dan waktu. Pada penelitian kali ini hidrograf yang digunakan adalah hidrograf satuan sintesis metode Nakayasu. HSS (Hidrograf Satuan Sintesis) merupakan metode yang dikembangkan berdasarkan sungai-sungai di Jepang dengan menggunakan parameter data seperti panjang sungai, kemiringan sungai dan luasan DAS [18].

Perhitungan hidograf banjir dapat diperoleh dari persamaan berikut:

$$Q_p = \frac{1}{3,6} \left( \frac{A Re}{0,3 T_p + T_{0,3}} \right) \quad (1)$$

$$T_p = t_g + 0,8 T_r \quad (2)$$

$$T_r = 0,75 \times t_g \quad (3)$$

$$t_g = 0,21 \times L^{0,7}, \text{ untuk } L < 15 \text{ km} \quad (4)$$

$$T_{0,3} = \alpha t_g \quad (5)$$

dengan  $Q_p$  = debit puncak banjir,  $A$  = luas DAS (km),  $Re$  = curah hujan efektif (1 mm),  $T_p$  = waktu dari permulaan bajir sampai puncak hidrograf (jam),  $T_{0,3}$  = waktu dari puncak banjir sampai 0 m<sup>3</sup> kali debit puncak (jam),  $t_g$  = waktu konsentrasi (jam),  $T_r$  = satuan waktu dari curah hujan (jam),  $\alpha$  = koefisien karakteristik DAS,  $L$  = panjang sungai utama (km).

Perhitungan hidrograf banjir

a. Waktu konsentrasi

$$T_g = 0,4 + 0,058 \times 24 \\ = 1,792 \text{ jam}$$

b. Satuan waktu dari curah hujan

$$T_r = 0,75 \times 1,792 \\ = 1,344 \text{ jam}$$

c. Waktu dari permulaan bajir sampai hidrograf puncak

$$T_p = 1,792 + 0,8 \times 1,344 \\ = 2,867 \text{ jam}$$

d. Waktu dari puncak banjir sampai 0,3 kali debit puncak

$$T_{0,3} = 2 \times 1,792 \\ = 3,584 \text{ jam}$$

e. Debit puncak

$$Q_p = \frac{1}{3,6} \left( \frac{30,112 \times 1}{(0,3 \times 2,867) + 3,584} \right) \\ = 0,93 \text{ m}^3/\text{detik}$$

f. Hidrograf banjir

Hidrograf banjir curah hujan 58,1 mm, 87,15 mm dan 116,2 mm.

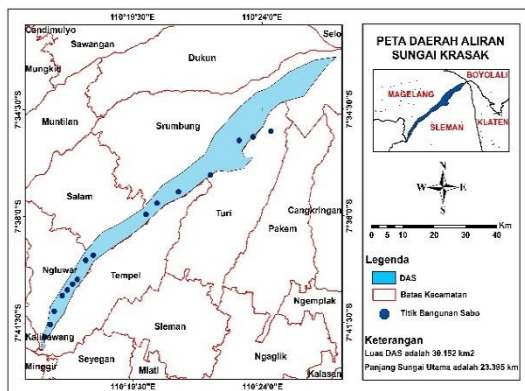
#### Hasil simulasi aliran lahar tanpa bangunan sabo

Proses *running* simulasi banjir lahar dengan menggunakan aplikasi Simlar ini memerlukan waktu sekitar 7 jam. Waktu yang diperlukan dalam proses simulasi ini tergantung dari spesifikasi komputer yang

dipakai, semakin tinggi spesifikasi komputer yang dipakai maka proses *running* pada simlar ini semakin cepat. Simulasi ini menggunakan curah hujan 58,1 mm, 87,15 mm, dan 116,2 mm dengan durasi hujan selama 1 jam.

### Hasil simulasi aliran lahar efektifitas bangunan sabo

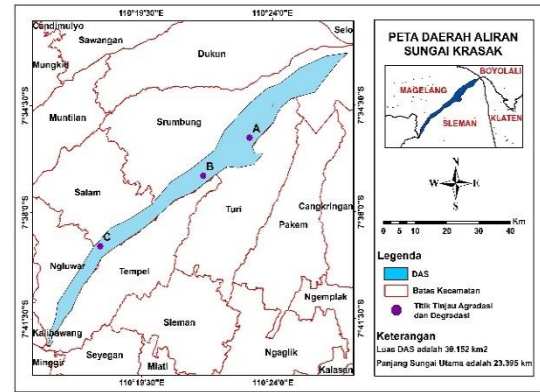
Data bangunan Sabo sungai Krasak ini diperoleh dari BBWSSO (Balai Besar Wilayah Sungai Serayu Opak). Data ini berupa titik koordinat wilayah sabo dan juga tinggi dari bangunan sabo tersebut. Setelah diketahui titik sabo-nya maka dilakukan pembacaan elevasi pada DEM lidar lokasi simulai untuk menandai titik sabo yang masuk pada lokasi sungai yang akan disimulasikan. Pada Gambar 2 dibawah ini menunjukkan letak dari bangunan sabo pada DAS Krasak.



Gambar 2. Titik Koordinat Bangunan Sabo

### Titik tinjauan degradasi, agradasi

Titik yang ditinjau pada simulasi ini adalah titik A (KR-C Kembang), titik B (KR C 2 Jlopo), dan titik C (KR C 4 JIapan). Titik tinjauan ini berguna untuk melihat lebih detail degradasi dan agradasi yang disebabkan oleh banjir lahar yang terjadi di sungai Krasak. Gambar 3 Menunjukkan letak dari titik tinjauan.



Gambar 3. Titik Tinjau Agradasi dan Degradasi

Dari hasil simulasi yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa terjadi agradasi dan degradasi pada pias sungai, terjadinya agradasi dan degradasi terjadi secara tidak menentu. Pada simulasi dengan sabo tidak terjadi degradasi, hal ini dikarenakan material dari bangunan sabo yang terbuat dari beton sulit mengalami pengikisan. Agrdasi dan degradasi pada titik A kecil hal ini disebabkan karena titik tinjau A terletak di hulu sungai yang dimana belum banyak sedimen yang terbawa oleh aliran air.

### Perbandingan nilai luas, kecepatan volume

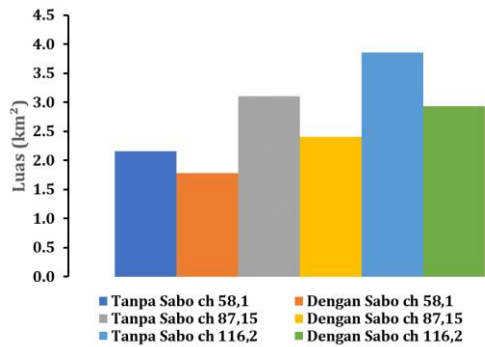
Setelah simulasi dilakukan maka diperoleh berbagai jenis nilai perbandingan luas, kecepatan dan volume sebagai berikut.

### Luas

Nilai luas yang didapatkan dari hasil simulasi yang telah dilakukan dapat dilihat dari Gambar 4. Nilai dari persebaran luas banjir yang telah disimulasikan dapat dilihat dari Tabel 2.

Dari hasil simulasi yang telah dilakukan dapat disimpulkan terjadi perbandingan lurus antara curah hujan dengan luasan banjir lahar, semakin besar curah hujan maka semakin luas wilayah yang terdampak banjir lahar. Bangunan sabo juga berpengaruh terhadap luasan banjir lahar, luas sebaran banjir lahar dengan

adanya sabo lebih kecil daripada luasann banjir lahar tanpa bangunan sabo.



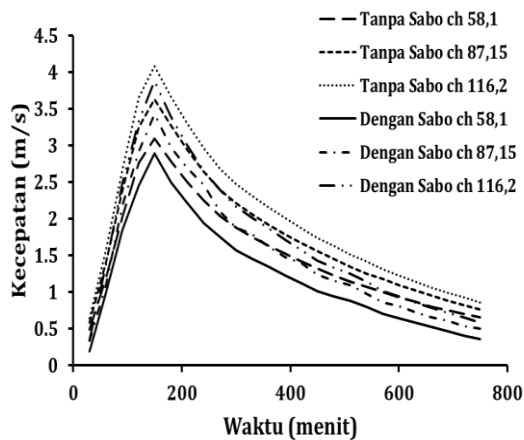
Gambar 4. Perbandingan Luas Banjir Lahar

Tabel 2. Perbandingan Luas Sebaran Banjir

Jenis Simulasi	Luas (km <sup>2</sup> )
Tanpa sabo ch 58,1	2,158
Dengan sabo ch 58,1	1,785
Tanpa sabo ch 87,15	3,104
Dengan sabo ch 87,15	2,404
Tanpa sabo ch 116,2	3,854
Dengan sabo ch 116,2	2,931

### Kecepatan

Nilai kecepatan yang didapatkan dari hasil simulasi yang telah dilakukan dapat dilihat dari Gambar 5.



Gambar 5. Perbandingan Nilai Kecepatan Nilai kecepatan maksimal yang dihasilkan dari simulasi dapat dilihat pada Tabel 3.

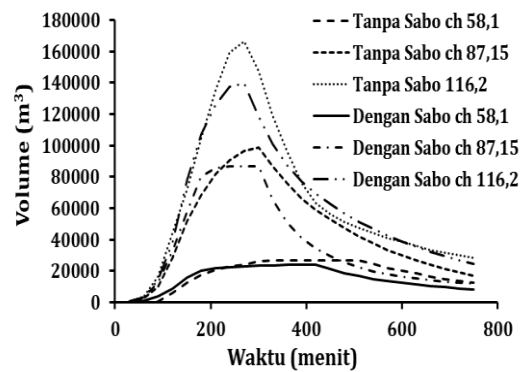
Tabel 3. Nilai Kecepatan Maksimal

Simulasi	Kecepatan (m/s)
Tanpa Sabo ch 58,1	3,089
Dengan sabo ch 58,1	2,889
Tanpa Sabo ch 87,15	3,633
Dengan sabo ch 87,15	3,423
Tanpa Sabo ch 116,2	4,076
Dengan sabo ch 116,2	3,876

Berdasarkan hasil simulasi diatas dapat disimpulkan bahwa nilai kecepatan berbanding lurus dengan besarnya curah hujan, semakin tinggi curah hujan maka semakin tinggi juga kecepatan aliran [16]. Dan nilai maksimum kecepatan berbanding lurus dengan nilai curah hujan. yang menyatakan besarnya curah hujan berbanding lurus dengan tinggi dan kecepatan aliran banjir lahar.

### Volume

Berikut ini adalah nilai volume yang didapatkan dari hasil simulasi yang telah dilakukan. Gambar 6 Menunjukkan nilai perbandingan sebagai berikut.



Gambar 6. Perbandingan Nilai Volume Banjir Lahar

Nilai volume maksimal yang dihasilkan dari simulasi yang telah dilakukan dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Perbandingan Volume Banjir

<i>Simulasi</i>	<i>Volume (m<sup>3</sup>)</i>
Tanpa sabo ch 58,1	26789,9297
Dengan sabo ch 58,1	24149,728
Tanpa sabo ch 87,15	98698,6723
Dengan sabo ch 87,15	86912,7831
Tanpa sabo ch 116,2	166442,515
Dengan sabo ch 116,2	139842,975

Berdasarkan nilai yang dihasilkan dari hasil simulasi yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi intensitas hujan maka nilai volume banjir juga tinggi. Hal ini menunjukkan semakin besar curah hujan dapat meningkatkan volume sedimen dan banjir lahar. Hal ini terjadi karena meningkatnya debit aliran pada hidrograf meningkat sehingga menyebabkan kecepatan aliran meningkat yang mengakibatkan gerusan pada material sungai dan volume aliran banjir lahar meningkat.

#### 4. KESIMPULAN

Hasil simulasi menggunakan SIMLAR di DAS Krasak yang telah dilakukan sebagai berikut:

- a. Nilai kecepatan berbanding lurus dengan intensitas curah hujan, apabila intensitas curah hujan semakin tinggi maka kecepatan juga meningkat. Bangunan sabo juga berpengaruh terhadap kecepatan. Kecepatan simulasi dengan sabo lebih kecil dibandingkan kecepatan tanpa bangunan sabo. Kecepatan maksimal simulasi tanpa sabo berada direntang 3,08 m/s - 4,07 m/s. Kecepatan maksimal untuk simulasi dengan sabo berada direntang 2,88 m/s - 3,87 m/s.
- b. Intesitas curah hujan berpengaruh terhadap luasan banjir. Semakin meningkat intensitas curah hujan, semakin luas juga luasan banjir. Bangunan sabo juga berpengaruh terhadap luasan banjir. Nilai volume dan luasan banjir dengan sabo lebih

kecil dibanding nilai volume dan luas sebaran tanpa bangunan sabo. Nilai luas sebaran simulasi tanpa sabo berada direntang 2,16 km<sup>2</sup> - 3,85 km<sup>2</sup>. Nilai luas sebaran banjir simulasi dengan sabo berada direntang 1,78 km<sup>2</sup> - 2,93 km<sup>2</sup>. Nilai volume simulasi tanpa sabo berada direntang 462342,61 m<sup>3</sup> - 1643153,70 m<sup>3</sup>. Dan nilai volume simulasi dengan sabo berada direntang 382465,9 m<sup>3</sup> - 1546744 m<sup>3</sup>.

- c. Agradasi dan degradasi dari hasil simulasi menunjukkan sifat fluktuatif. Pada satu titik, dicurah hujan 87,15 mm agradasi mengalami kenaikan sedangkan pada curah hujan 116,2 mm mengalami penurunan.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Abimanyu, L. Katriani, and D. Darmawan, (2021), 'Design of Automatic Rain Gauge Prototype (ARG) As An Early Warning Indicator for Cold Lava Flood Based on the Internet of Things (IoT)', in Journal of Physics: Conference Series. doi: 10.1088/1742-6596/1805/1/012013.
- [2] B. T. Winarso, Z. Faizien Haza, and W. Sutrisno, (2019), 'Analisis Biaya Formwork PT.DKP Dan PT. SAP Pada Pekerjaan Sabo Dam (Studi Kasus Pada Proyek Construction and Rehabilitation of Urgent Sabo Facilities in Mt. Merapi Area)', Jurnal Universitas Sarjanawiyata Tamansiswa Jogja.
- [3] Candra Sholeh Hermawan, H. Heridadi, Bambang Wahyudi, Pujo Widodo, and W. Wilopo, (2023), 'Capacity Of Magelang Regency In Protecting The Historical Site Of Mendut Temple From Mount Merapi Eruption', International Journal Of Humanities Education and Social Sciences (IJHESS), vol. 3, no. 2, doi: 10.55227/ijhess.v3i2.606.
- [4] D. Legono, (2022), 'Analisis Erosi Buluh pada Dasar Sungai Kuning,



- Yogyakarta', Jurnal Teknik Sumber Daya Air, vol. 2, no. 1, doi: 10.56860/jtsda.v2i1.35.
- [5] D. Yudistira, R. N. Fadilah, and A. B. Setiawan, (2020), 'The Impact of Merapi Mountain Eruption on the Community Economy', *Efficient: Indonesian Journal of Development Economics*, vol. 3, no. 1, doi: 10.15294/efficient.v3i1.36695.
- [6] F. Y. Kurniawan, F. Putri, A. Suyoko, H. Masyhuri, M. P. Sulistianingrum, and E. Semiarti, (2020), 'The Diversity of Wild Orchids in the Southern Slope of Mount Merapi, Yogyakarta, Indonesia Eight Years after the 2010 Eruption', *Biodiversitas*, vol. 21, no. 9, doi: 10.13057/biodiv/d210964.
- [7] G. Budiyanto, (2021), 'Land Use Planning for Disaster-Prone Areas in Southern Region of Mount Merapi', *Agrivita*, vol. 43, no. 1, doi: 10.17503/AGRIVITA.V11I1.2774.
- [8] H. Kusumosubroto, (2013), *Aliran Debris dan Lahar: Pembentukan, Pengendapan dan Pengendaliannya*, 1st ed., vol. 1. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- [9] H. Ramadhan and L. Makrup, (2020), 'Analisa Efektivitas Sabo Dam di Kali Putih Menggunakan Aplikasi SIMLAR V 2.0', (octoral dissertation, Universitas Islam Indonesia.
- [10] I. Suwarno, A. Ma'arif, N. M. Raharja, A. Nurjanah, J. Ikhsan, and D. Mutiarin, (2020), 'IoT-based Lava Flood Early Warning System with Rainfall Intensity Monitoring and Disaster Communication Technology', *Emerging Science Journal*, vol. 4, no. Special issue, doi: 10.28991/ESJ-2021-SP1-011.
- [11] I. W. Suassira, I. M. Budiadi, and I. G. S. Wibawa, (2023), 'Topografi Setra Tunon Desa Adat Pejate, Kecamatan Kediri, Kabupaten Tabanan, Bali', *Bangun Rekaprima*, vol. 9, no. 2, doi: 10.32497/bangunrekaprima.v9i2.5102.
- [12] J. Ikhsan, I. Hilmi, and P. Harsanto, (2019), 'The Study of Infrastructures and Riparian Area at Krasak Watershed, Indonesia', *Jurnal Teknik Sipil & Perencanaan*, vol. 21, no. 2.
- [13] Magma Indonesia, (2023), 'Siaran Pers Aktivitas Gunung Merapi Terkini 11 Maret 2023'. Accessed: Jun. 22, 2023. [Online]. Available: <https://magma.esdm.go.id/press-release/5/siaran-pers-aktivitas-gunung-merapi-terkini-11-maret-2023>
- [14] N. Aisyah and D. I. Purnamawati, (2020), 'Tinjauan Dampak Banjir Lahar Kali Putih, Kabupaten Magelang Pasca Erupsi Merapi 2010', *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*, vol. 7, no. 1.
- [15] R. Badri and Yerizon, (2021), 'Development of the Learning Instruction Based on Problem Based Learning Models Oriented with Mitigation of Mount Eruption and Lava Floods on the Mathematical Reasoning Ability of Class VIII Students of SMP / MTs', in *Journal of Physics: Conference Series*. doi: 10.1088/1742-6596/1742/1/012001.
- [16] R. Hidayat, A. Musthofa, P. Bahri, and PUPR, (2017), 'Pengaruh Intensitas Hujan terhadap Kecepatan dan Tinggi Banjir Lahar Berdasar Pemodelan Simlar 2.1', Yogyakarta.
- [17] R. I. Hapsari, S. Oishi, M. Syarifuddin, R. A. Asmara, and D. Legono, (2019), 'X-MP Radar for Developing a Lahar Rainfall Threshold for the Merapi Volcano Using a Bayesian Approach', *Journal of Disaster Research*, vol. 14, no. 5, doi: 10.20965/jdr.2019.p0811.
- [18] S. A. Putri, Meylis Safriani, and Teuku Farizal, (2022), 'Analisis Debit Banjir Sungai Krueng Tripa Menggunakan Hidrograf Satuan Sintesis (HSS) Nakayasu', *Jurnal Media Teknik Sipil*

- Samudra, vol. 3, no. 2, doi: 10.55377/jmtss.v3i2.5360.
- [19] S. S. Wigati, B. M. Sopha, A. M. S. Asih, and H. Sutanta, (2023), 'Geographic Information System Based Suitable Temporary Shelter Location for Mount Merapi Eruption', *Sustainability (Switzerland)*, vol. 15, no. 3, doi: 10.3390/su15032073.
- [20] S. Wahyuni, A. P. Rahardjo, and J. Sujono, (2023), 'Early Warning System for Flash Floods Based on Radar X-Band Data in Boyong River and Krasak River Area, Merapi Mountain', in *AIP Conference Proceedings*. doi: 10.1063/5.0154313.