

## **BAB V**

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

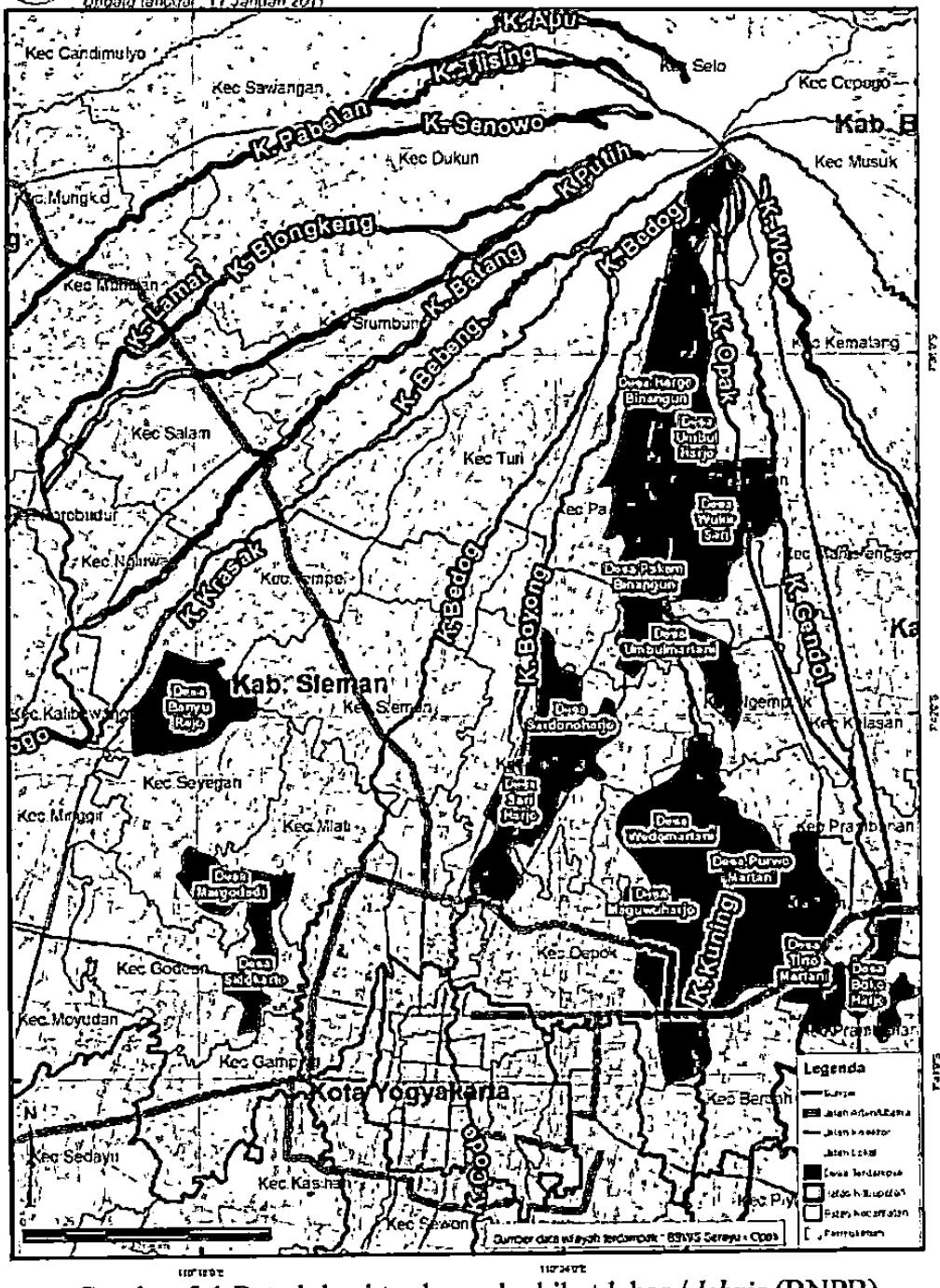
Gunung Merapi mempunyai hulu dari 15 sungai yang mengelilinginya, contohnya Kali Gendol. Tercatat kejadian letusan Gunung Merapi terjadi pada tanggal 26 oktober dan 5 november 2010. Pada letusan terakhir Gunung Merapi mengeluarkan endapan material padat seperti batu berukuran besar, dan material pasir di puncak Gunung Merapi dan sekitarnya. Bersamaan dengan turunnya hujan, material endapan tersebut mengalir ke hilir dalam bentuk lahar dingin ke 15 sungai yang berhulu di Gunung Merapi (Manajemen Bencana Sedimen Untuk DIKLAT PU, 2011). Dari hasil survei yang dilakukan oleh PPK Merapi pada akhir bulan Maret 2011, lahar dingin mengakibatkan kerusakan bangunan sabo yang menyebabkan bangunan sabo di 15 sungai yang berhulu di merapi terisi material sebesar 18,24 juta (90%) dan juga sebanyak 77 buah bangunan sabo mengalami kerusakan.

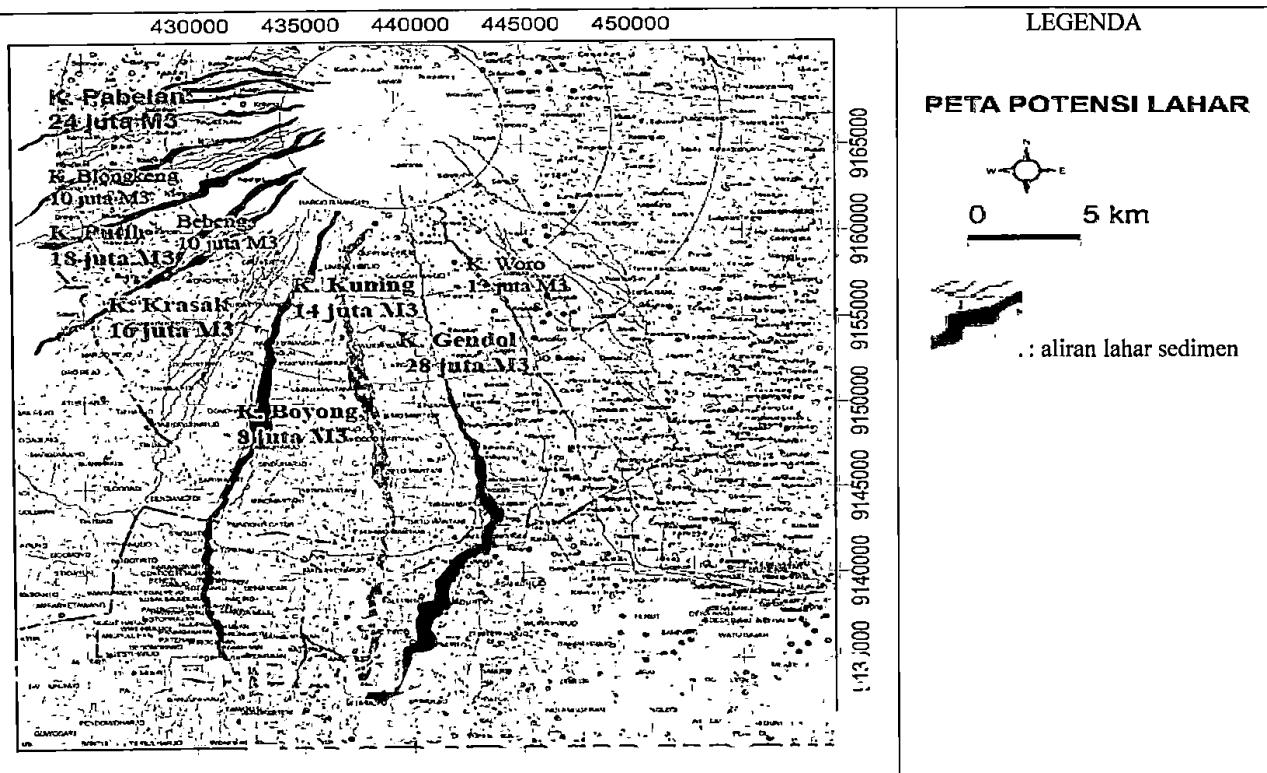
Kali Gendol merupakan sungai yang mempunyai jumlah luasan potensi lahar yang terbesar pertama sebesar 28 juta m<sup>3</sup>. Untuk lebih detailnya lokasi-lokasi desa terdampak akibat aliran *debris* (*debris flow*) dan juga potensi lahar yang akan terjadi, dapat dilihat pada Gambar 5.1 dan Gambar 5.2. Menurut PPK Merapi, bahaya yang mungkin dapat ditimbulkan akibat letusan Gunung Merapi dapat dibedakan menjadi tiga, yaitu :

1. Bahaya primer, bahaya langsung ketika terjadi letusan yang berupa awan panas, jatuhnya piroklastik, abu vulkanik, aliran larva.
2. Bahaya sekunder, bahaya yang terjadi setelah letusan atau sering disebut sebagai hujan lahar.
3. Bahaya tersier, bahaya akibat kerusakan lingkungan gunung seperti

## PETA WILAYAH DESA TERDAMPAK BANJIR LAHAR DINGIN GUNUNG MERAPI DI WILAYAH PROVINSI D.I. YOGYAKARTA

Uudet ja laajat, 17. Januari 2011



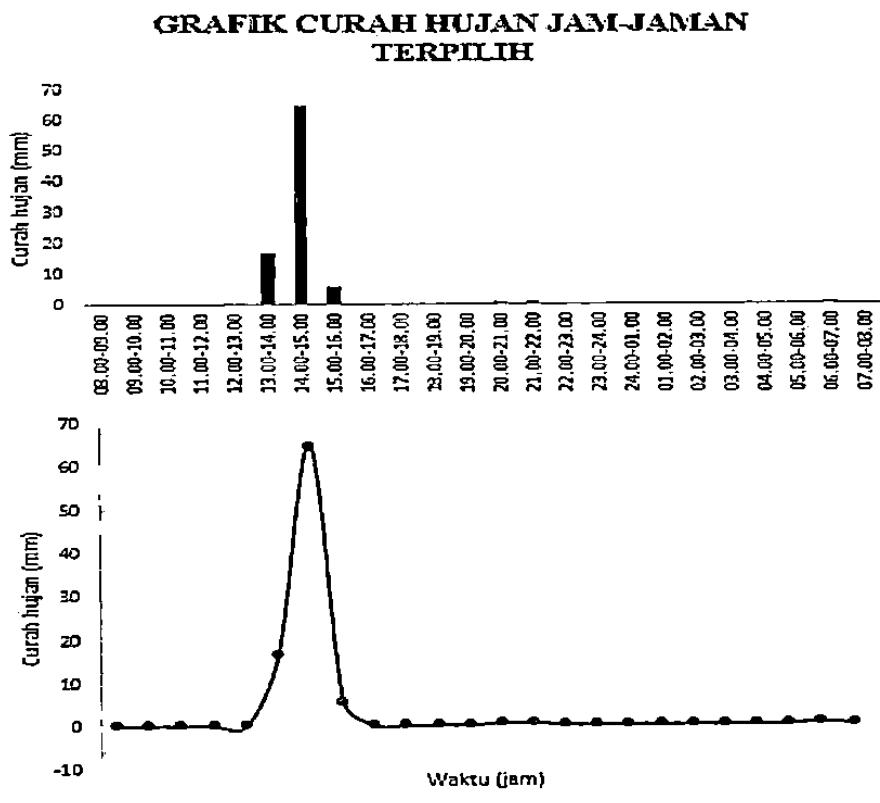


Gambar 5.2 Peta potensi bancana aliran lahar/ *debris flow* (PPK Merapi)

Pada penelitian kali ini, pemetaan daerah rawan dan juga variasi ketinggian bangunan sabo menggunakan aplikasi program “SIMLAR” yang mensimulasikan secara 2D aliran lahar/*debris* (*Debris Flow*), dengan memakai *input* berupa data *DEM raster*, parameter hujan/hidrologi, karakteristik tanah.

#### A. Analisis Hujan Efektif

Hujan efektif (*Effective rainfall*) adalah bagian dari hujan yang menjadi aliran langsung di sungai. Hujan efektif ini adalah sama dengan hujan total yang jatuh di permukaan tanah dikurangi dengan kehilangan air. Pada penelitian ini hujan efektif yang digunakan curah hujan jam-jaman pada tanggal 20 April 2013, Stasiun Sorasa dengan titik koordinat  $110^{\circ}28'00.80''$ (BT)  $07^{\circ}41'24.30''$ (LS) yang didapatkan dari Balai Sabo Yogyakarta seperti dapat dilihat Tabel 5.1. Data Curah Hujan yang digunakan merupakan curah hujan pada jam ke 13.00 sampai dengan 07.00 karena pada jam tersebut curah hujan tertinggi. Data curah hujan tertinggi dipakai karena untuk melihat curah hujan maksimum terhadap aliran sedimen pada Kali Gendol.



Tabel 5.1 Data curah hujan jam-jaman pada Sta Sorasa Bulan April 2013

Tanggal	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Jam																															
08-09	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
09-10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
10-11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
11-12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
12-13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
13-14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
14-15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	64.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
15-16	3.5	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
16-17	3.5	19.5	19	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
17-18	0.5	-	8	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
18-19	-	-	1.5	-	-	4	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
19-20	0.5	-	0.5	-	-	3.5	0.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
20-21	-	-	-	-	0.5	1.5	-	-	-	-	-	-	-	-	0.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
21-22	-	0.5	-	-	-	-	-	-	0.5	-	-	-	-	-	2	-	-	-	14	0.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
22-23	-	-	-	-	-	-	0.5	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	0.5	0.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
23-24	-	-	-	-	0.5	-	-	-	-	-	0.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
24-1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.5	-	-	-	
1-2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	-	-	6.5	-	-	-	-	-	-	1.5	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-
2-3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3-4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4-5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5-6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6-7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
7-8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.5	-	-	-	-
Jumlah	8	20	29	0.5	0.5	9	8	0	0	0.5	3	17.5	0	0	9	0	0	6	14.5	88	0	1.5	0	0	0	0	5	0	0	0	0
Maks.	3.5	19.5	19	0.5	0.5	4	3	0	0	0.5	2	9	0	0	6.5	0	0	3	14	64.5	0	1.5	0	0	0	0	2.5	0	0	0	0

## B. Analisis Hidrologi Banjir

Hidrograf banjir adalah kurva yang memberi hubungan parameter aliran dan waktu. Pada penelitian ini digunakan Hidrograf Satuan Sintetis Metode Nakayasu, yang dikembangkan berdasar beberapa sungai di Jepang dengan melihat karakteristik DAS. Data Karakteristik Sungai, sebagai berikut:

- a. L (Panjang sungai) = 9,44 km
- b. A (Luas DAS) = 10,04 km<sup>2</sup>
- c. Re (Curah Hujan Efektif) = 1 mm
- d.  $\alpha$  = 2 (pada umumnya)

sehingga didapatkan perhitungan metode Nakayasu seperti berikut:

- a. Waktu konsentrasi:

Untuk  $L < 15\text{ km}$

$$\begin{aligned} \text{tg} &= 0,21 \times L^{0,7} \\ &= 0,21 \times 9,44^{0,7} \\ &= 0,21 \times 4,814 \\ &= 1,01 \text{ jam} \end{aligned}$$

- b. Satuan waktu dari curah hujan:

$$\begin{aligned} \text{Tr} &= 0,75 \times \text{tg} \\ &= 0,75 \times 1,01 \\ &= 0,76 \text{ jam} \end{aligned}$$

- c. Waktu dari permulaan banjir sampai puncak hidrograf:

$$\begin{aligned} \text{Tp} &= \text{tg} + 0,8 \times \text{Tr} \\ &= 1,01 + 0,8 \times 0,76 \\ &= 1,62 \text{ jam} \end{aligned}$$

<sup>1</sup> Waktu dari permulaan banjir sampai 0,2 kali debit puncak.

e. Debit puncak banjir

$$\begin{aligned}
 Q_p &= \frac{1}{36} \times \left( \frac{A \times Re}{0,3T_p + T_{0,3}} \right) \\
 &= \frac{1}{36} \times \left( \frac{10,04 \times 1}{0,3 \times 1,62 + 2,02} \right) \\
 &= 1,11 \text{ m}^3/\text{d}
 \end{aligned}$$

Dari beberapa data seperti diberikan di atas, kemudian dihitung beberapa parameter-parameter yang akan menghasilkan hidrograf satuan Nakayasu untuk menghitung ordinat hidrograf pada beberapa waktu yang ditetapkan ( $t=0,1,2,3,\dots,n$ ) seperti diberikan tabel berikut ini:

- a. Pada kurva naik ( $0 < t < T_p$ ) dengan  $T_p = 1,62$  jam

$$= 0 < t < 1,62$$

$$Q_t = Q_p \left( \frac{t}{T_p} \right)^{2,4}$$

Tabel 5.2 Hasil Penelitian Kurva Naik  $0 < t < 1,62$

t	q
0.0	0
0.5	0.06644
1.0	0.35067
1.5	0.92792
1.62	1.08338

Tabel 5.3 Hasil penelitian kurva naik ( $T_p < t < T_p + T_{0,3}$ )

t	q
2.0	0.88579
2.5	0.65771
3.0	0.48836
3.5	0.36262
3.6	0.34166

c. Pada kurva turun ( $T_p + T_{0,3} < t < T_p + T_{0,3} + 1,5T_{0,3}$ )

$$= (T_p + T_{0,3} < t < T_p + T_{0,3} + 1,5T_{0,3})$$

$$= 3,64 < t < 6,67275$$

$$Q_t = Q_p \times 0,3^{[(t-T_p)+0,5 \times T_{0,3}]/(1,5 \times T_{0,3})}$$

Tabel 5.4 Hasil Perhitungan kurva naik ( $T_p + T_{0,3} < t < T_p + T_{0,3} + 1,5T_{0,3}$ )

t	q
4.0	0.28921
4.5	0.23715
5.0	0.19446
5.5	0.15945
6.0	0.13075
6.5	0.10721
6.67275	0.10010

Tabel 5.5 Hasil Perhitungan kurva naik ( $t > T_p + T_{0,3} + 1,5T_{0,3}$ )

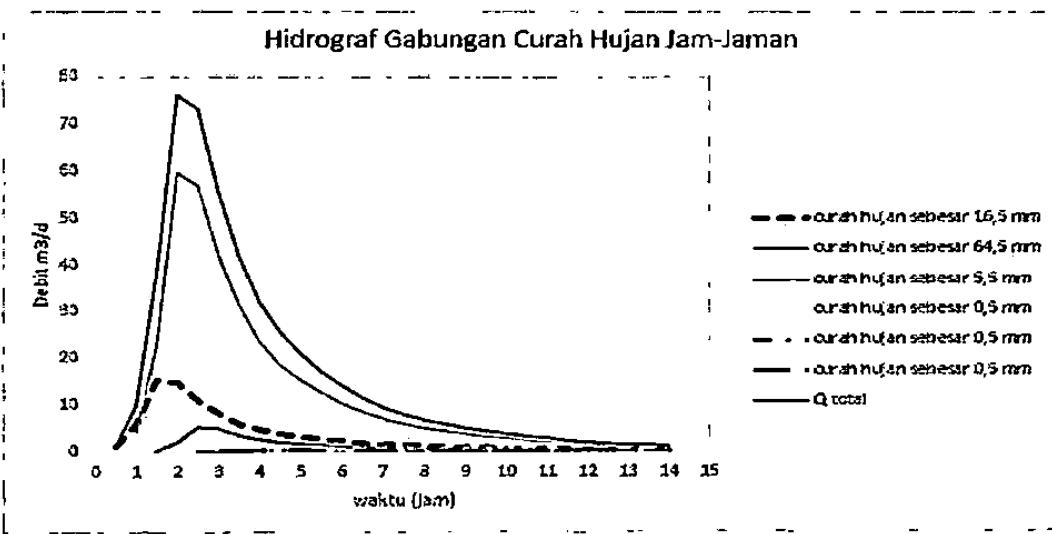
t	q
7.0	0.09081
7.5	0.07825
8.0	0.06743
8.5	0.05810
9.0	0.05007
9.5	0.04314
10.0	0.03718
10.5	0.03203
11.0	0.02760
11.5	0.02379
12.0	0.02050
12.5	0.01766
13.0	0.01522
13.5	0.01311
14.0	0.01130

Dari perhitungan metode Nakayasu di atas diperoleh hidrograf satuan yang kemudian dikalikan dengan hujan efektif sebesar 16,5 mm; 64,5 mm; 5,5

Tabel 5.6 Hidrograf Banjir

Waktu (jam)	Hidrograf Satuan	Akibat Hujan						Q total m <sup>3</sup> /d
		16.5 mm	64.5 mm	5.5 mm	0.5 mm	0.5 mm	0.5 mm	
		m <sup>3</sup> /d						
0.0	0.00000							
0.5	0.06644	1.1						1.0962
1.0	0.35067	5.8	4.2853					10.0713
1.5	0.92792	15.3	22.6179	0.3654				38.2941
2.0	0.88579	14.6	59.8511	1.9287	0.0332			76.4285
2.5	0.65771	10.9	57.1336	5.1036	0.1753	0.0332		73.2980
3.0	0.48836	8.1	42.4226	4.8719	0.4640	0.1753	0.0332	56.0250
3.5	0.36262	6.0	31.4994	3.6174	0.4429	0.4640	0.1753	42.1822
4.0	0.28921	4.8	23.3888	2.6860	0.3289	0.4429	0.4640	32.0825
4.5	0.23715	3.9	18.6540	1.9944	0.2442	0.3289	0.4429	25.5772
5.0	0.19446	3.2	15.2959	1.5907	0.1813	0.2442	0.3289	20.8494
5.5	0.15945	2.6	12.5424	1.3043	0.1446	0.1813	0.2442	17.0477
6.0	0.13075	2.2	10.2845	1.0695	0.1186	0.1446	0.1813	13.9558
6.5	0.10721	1.8	8.4331	0.8770	0.0972	0.1186	0.1446	11.4394
7.0	0.09081	1.5	6.9150	0.7191	0.0797	0.0972	0.1186	9.4280
7.5	0.07825	1.3	5.8573	0.5896	0.0654	0.0797	0.0972	7.9804
8.0	0.06743	1.1	5.0472	0.4995	0.0536	0.0654	0.0797	6.8579
8.5	0.05810	1.0	4.3491	0.4304	0.0454	0.0536	0.0654	5.9026
9.0	0.05007	0.8	3.7476	0.3709	0.0391	0.0454	0.0536	5.0827
9.5	0.04314	0.7	3.2293	0.3196	0.0337	0.0391	0.0454	4.3790
10.0	0.03718	0.6	2.7827	0.2754	0.0291	0.0337	0.0391	3.7733
10.5	0.03203	0.5	2.3978	0.2373	0.0250	0.0291	0.0337	3.2514
11.0	0.02760	0.5	2.0662	0.2045	0.0216	0.0250	0.0291	2.8017
11.5	0.02379	0.4	1.7804	0.1762	0.0186	0.0216	0.0250	2.4142
12.0	0.02050	0.3	1.5342	0.1518	0.0160	0.0186	0.0216	2.0803
12.5	0.01766	0.3	1.3220	0.1308	0.0138	0.0160	0.0186	1.7926
13.0	0.01522	0.3	1.1391	0.1127	0.0119	0.0138	0.0160	1.5447
13.5	0.01311	0.2	0.9816	0.0971	0.0102	0.0119	0.0138	1.3310
14.0	0.01130	0.2	0.8458	0.0837	0.0088	0.0102	0.0119	1.1470

Sehingga hidrograf gabungan dari setiap curah hujan dapat dilihat pada Gambar 5.4 berikut:



Gambar 5.4 Hidrograf gabungan akibat curah hujan jam-jaman Sta. Sorosa

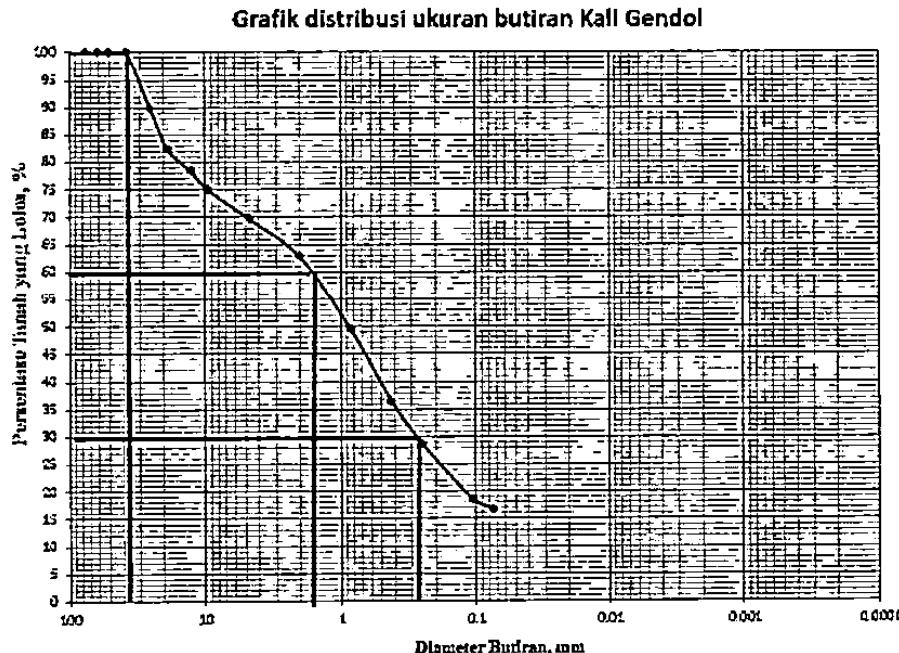
### C. Karakteristik Sedimen

Data sedimen yang dipakai merupakan dari data Tugas Akhir salah satu mahasiswa Program Strata Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta (Perdi Bahri, 2013). Data sedimen ditunjukkan dalam tabel 5.7 sebagai berikut ini :

Tabel 5.7 Analisis distribusi ukuran butiran

Diameter (mm)	Analisis distribusi ukuran butiran				
	Berat	Tertahan (gr)	Tertahan (%)	Komulatif (gr)	Komulatif (%)
76.2	-	-	-	-	100
62.5	-	-	-	-	100
50.8	-	-	-	-	100
38.1	-	-	-	-	100
25.4	101.94	12.14	12.14	101.94	10.09
19	74.69	8.89	8.89	176.63	17.49
12.7	41.06	4.89	4.89	217.69	21.55
9.5	34.39	4.10	4.10	252.08	24.96
4.75	52.46	6.25	6.25	304.54	30.15
2	70.06	8.34	8.34	374.6	37.09
0.85	134.08	15.97	15.97	508.68	50.36
0.425	132.25	15.75	15.75	640.93	63.46
0.25	77.8	9.26	9.26	718.73	71.16
0.106	102.55	12.21	12.21	821.28	81.31
0.075	18.5	2.20	2.20	2265.4	83.15
	820.70	100			16.85

Dari tabel 5.7 diperoleh grafik butirannya seperti yang tersaji pada Gambar 5.5 berikut ini :



Gambar 5.5 Grafik Distribusi Ukuran Butiran Dasar Sungai Gendol

Tabel 5.8 Ukuran butiran yang dipakai

Interval Ukuran butiran (mm)	Ukuran butiran rata-rata (mm)	Material (%)
0,0075 – 0,4	0,19	30
0,4 – 2,6	1,8	30
2,6 – 100	30,8	40

Sumber: Hasil Penelitian Laboratorium Mekanika Tanah Diploma Teknik Sipil Universitas Gadjah Mada, 2011

#### D. Hasil Simulasi SIMLAR

Pada aplikasi 2D menggunakan SIMLAR, besar curah hujan jam-jaman yang dipakai berasal dari Balai Sabo di Stasiun Sorasa pada bulan April 2013 sebesar 16,5 mm pada jam 14.00-15.00, untuk jam 15.00-16.00 curah hujan sebesar 64,5 mm, untuk jam 16.00-17.00 sebesar 5,5 mm. Sedangkan pada jam 21.00 sampai dengan jam 23.00 sebesar 0,5 mm dan untuk jam 06.00-07.00 sebesar 0,5 mm. Dalam menjalankan program SIMLAR, terdapat beberapa kondisi dengan beberapa macam *variable* yang harus ditinjau sebagaimana yang disertakan pada tabel 5.9 dibawah ini.

Tabel 5.9 Kondisi Sabo ditinjau dari beberapa variable

Jenis Simulasi	Sabo						Hidraulika		
	Elevasi dasar GE-D		Elevasi dasar GE-13		Elevasi dasar GE-12		Q (m³/d)	sedimen	manning
	sayap	Peluap	sayap	peluap	sayap	peluap			
Kondisi 1	655,642	652,447	567,257	565,319	525,292	523,516	Debit yang dipakai berasal dari data curah hujan jam-jaman Sta. Sorasa bulan April 2013 yang sudah dihitung menggunakan rumus Nakayasu menjadi hidrograf gabungan.	Dari distribusi grain size diperoleh : - 30% = 0,019 mm - 30 % = 0,18 mm - 40% = 3,08 mm	0,04
Kondisi 2	663,747	661,747	573,319	571,319	534,016	532,016	Debit yang dipakai berasal dari data curah hujan jam-jaman Sta. Sorasa bulan April 2013 yang sudah dihitung menggunakan rumus Nakayasu menjadi hidrograf gabungan.	Dari distribusi grain size diperoleh : - 30% = 0,019 mm - 30 % = 0,18 mm - 40% = 3,08 mm	0,04
Kondisi 3	663,747	661,747	573,319	572,319	534.016	532,016	Debit yang dipakai berasal dari data curah hujan jam-jaman Sta. Sorasa bulan April 2013 yang sudah dihitung menggunakan rumus Nakayasu menjadi hidrograf gabungan.	Dari distribusi grain size diperoleh : - 30% = 0,019 mm - 30 % = 0,18 mm - 40% = 3,08 mm	0,04

Tabel 5.10 Kondisi Sabo ditinjau dari beberapa *variable* (lanjutan)

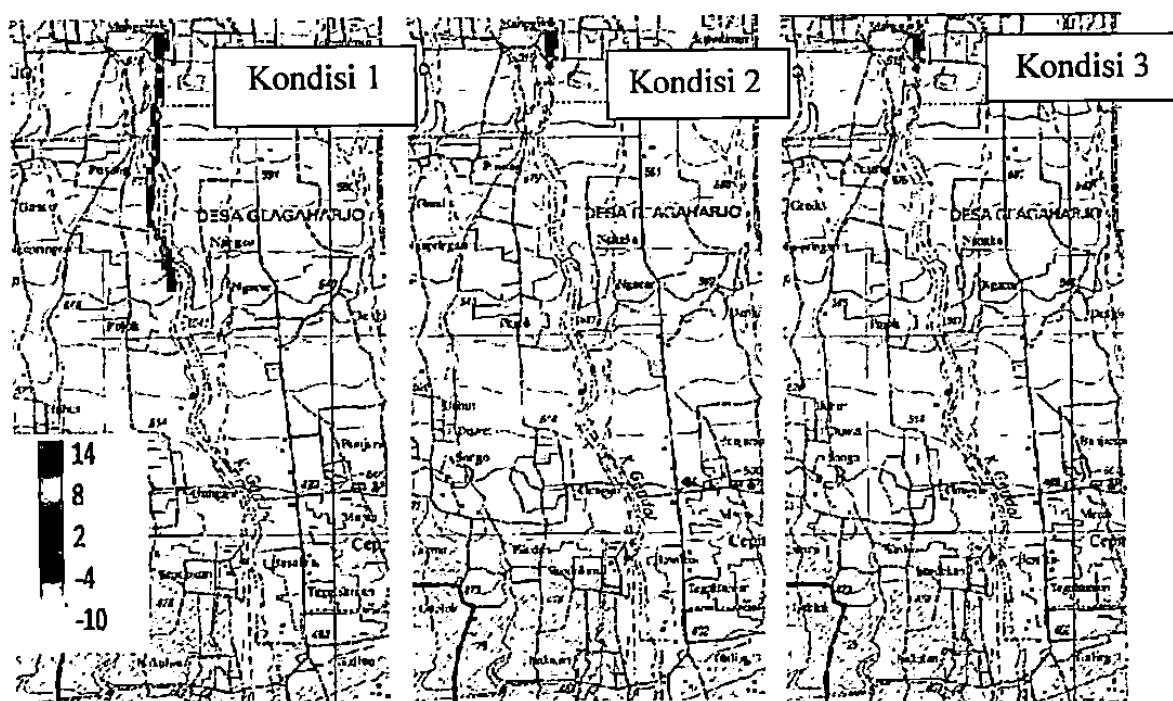
Kondisi 4	663,747	661,747	573,319	570,319	534,016	532,016	Debit yang dipakai berasal dari data curah hujan jam-jaman Sta. Sorasa bulan April 2013 yang sudah dihitung menggunakan rumus Nakayasu menjadi hidrograf gabungan.	Dari distribusi grain size diperoleh : - 30% = 0,019 mm - 30 % = 0,18 mm - 40% = 3,08 mm	0,04
Kondisi 5	663,747	661,747	574,319	571,319	534.016	532,016	Debit yang dipakai berasal dari data curah hujan jam-jaman Sta. Sorasa bulan April 2013 yang sudah dihitung menggunakan rumus Nakayasu menjadi hidrograf gabungan.	Dari distribusi grain size diperoleh : - 30% = 0,019 mm - 30 % = 0,18 mm - 40% = 3,08 mm	0,04
Kondisi 6	663,747	661,747	573,319	569,319	534.016	532,016	Debit yang dipakai berasal dari data curah hujan jam-jaman Sta. Sorasa bulan April 2013 yang sudah dihitung menggunakan rumus Nakayasu menjadi hidrograf gabungan.	Dari distribusi grain size diperoleh : - 30% = 0,019 mm - 30 % = 0,18 mm - 40% = 3,08 mm	0,04

Seperti yang dapat dilihat pada tabel 5.9 dan tabel 5.10 terdapat enam kondisi yang ditinjau berdasarkan *variable* yang berbeda, simulasi dilakukan dengan waktu 30 menit sampai 7 jam 30 menit. Pembahasan akan dilakukan dengan cara meninjau dan membandingkan setiap kondisi pada jam tertentu. Simulasi dilakukan dengan menggunakan program SIMLAR V.1.0, kemudian hasil dari simulasi tersebut diolah pada program *ArcGis.Map* sehingga dapat menghasilkan berupa gambar sebaran sedimen. Hasil simulasi sebagai berikut :

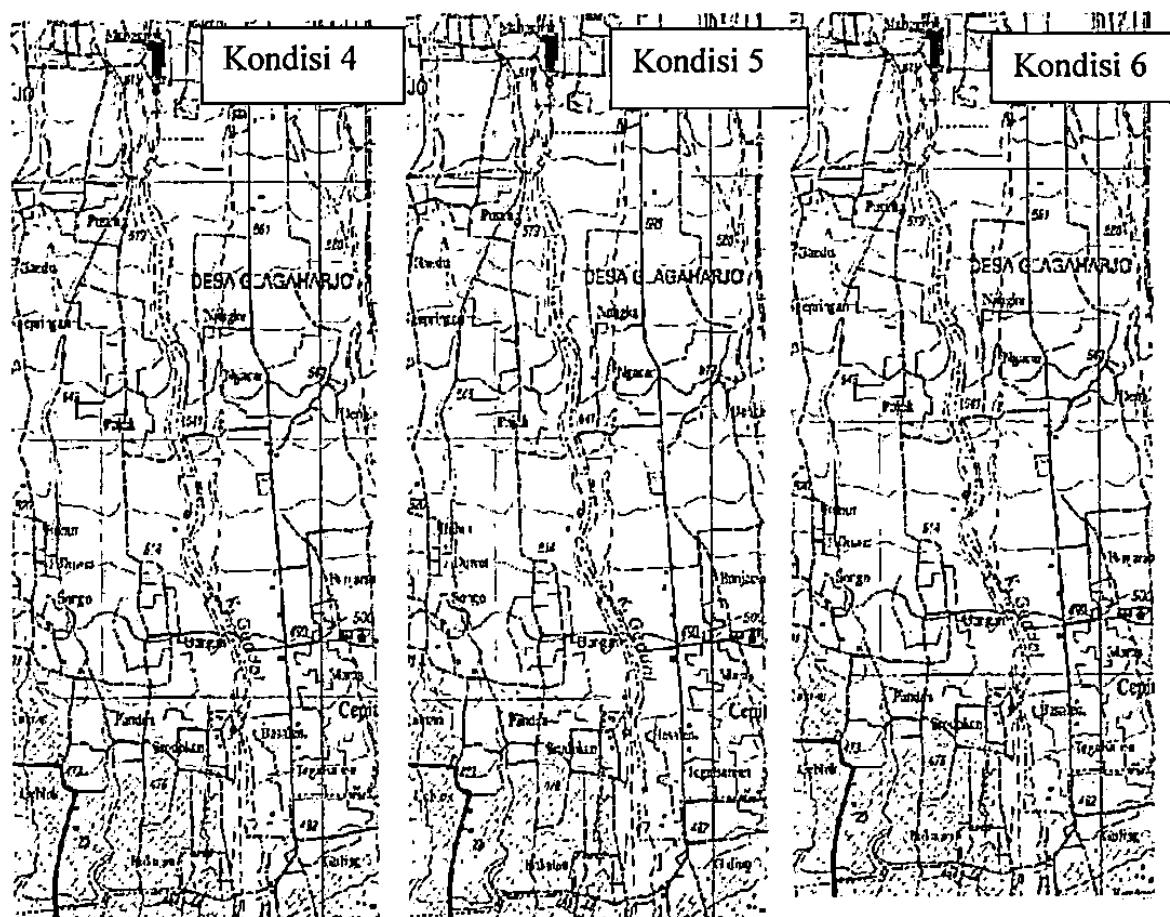
1. Hasil Simulasi Lahar pada waktu 30 menit dengan debit  $1.0962 \text{ m}^3/\text{d}$

Dari Gambar 5.7 terlihat beberapa perbedaan yang terjadi seperti:

- a. Pada kondisi 1 atau kondisi tanpa sabo, aliran sedimen melimpas dengan cepat melewati sabo GE-D namun masih dalam arah aliran sungai.
- b. Pada kondisi 2 atau kondisi dengan sabo eksisting GE-D, GE-13 dan GE-12. Terlihat aliran sedimen masih dapat tertahan sebelum sampai di posisi sabo GE-D.
- c. Pada kondisi 3, kondisi 4, kondisi 5 dan kondisi 6 terlihat aliran sedimen masih dapat tertahan sebelum sampai di posisi sabo GE-D sama dengan kondisi 2.

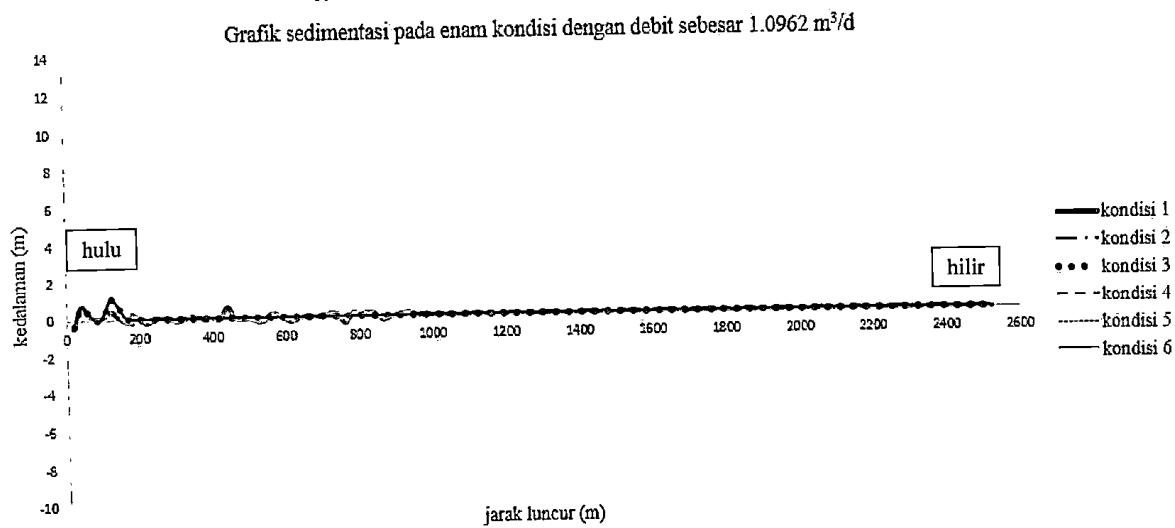


Gambar 5.6 Hasil Simulasi Lahar kondisi 1, kondisi 2 dan kondisi 3



Gambar. 5.7 Hasil Simulasi Lahar kondisi 4, kondisi 5 dan kondisi 6 pada waktu 30 menit dengan debit sebesar  $1.0962 \text{ m}^3/\text{d}$

Dari keenam kondisi hasil simulasi aliran debris dengan debit sebesar  $1.0962 \text{ m}^3/\text{d}$  didapat grafik sebaran sedimen dan erosi yang dapat dilihat pada Gambar 5.8. Dalam grafik tersebut dapat mengetahui jumlah sedimen dan erosi



Gambar 5.8 Grafik Erosi dan Sedimentasi dengan debit sebesar  $1.0962 \text{ m}^3/\text{d}$

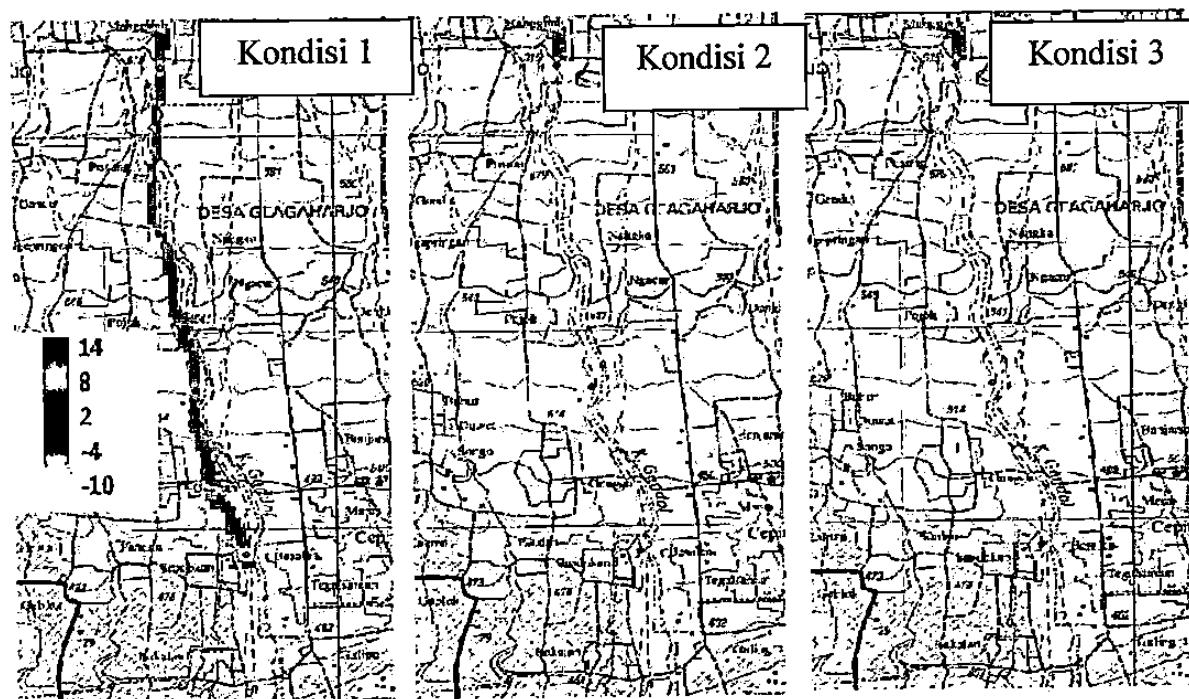
Berdasarkan hasil simulasi serta grafik erosi dan sedimen di atas, diperoleh data jumlah sedimen dan erosi pada hulu dan hilir sabo yang dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 5.11 Sedimen dan Erosi pada hulu dan hilir sabo waktu 30 menit

Kondisi	Hulu		Hilir	
	Sedimen (m)	Erosi (m)	Sedimen (m)	Erosi (m)
1	5.2834	2.4771	0	0
2	3.0058	-0.3240	0	0
3	3.0058	-0.3240	0	0
4	3.0058	-0.3240	0	0
5	3.0058	-0.3240	0	0
6	3.0058	-0.3240	0	0

2. Hasil Simulasi Lahar Pada waktu 1 jam dengan debit sebesar  $10.0713 \text{ m}^3/\text{d}$

Hasil simulasi pada waktu 1 jam terlihat bahwa kondisi 1 sangat cepat `sedimen mengalir melewati aliran sungai dan melewati sabo GE-D, GE-13 dan GE-12. Sedangkan kondisi 2 sampai kondisi 6 terlihat bahwa aliran sedimen masih tertahan sebelum sampai posisi sabo GE-D.



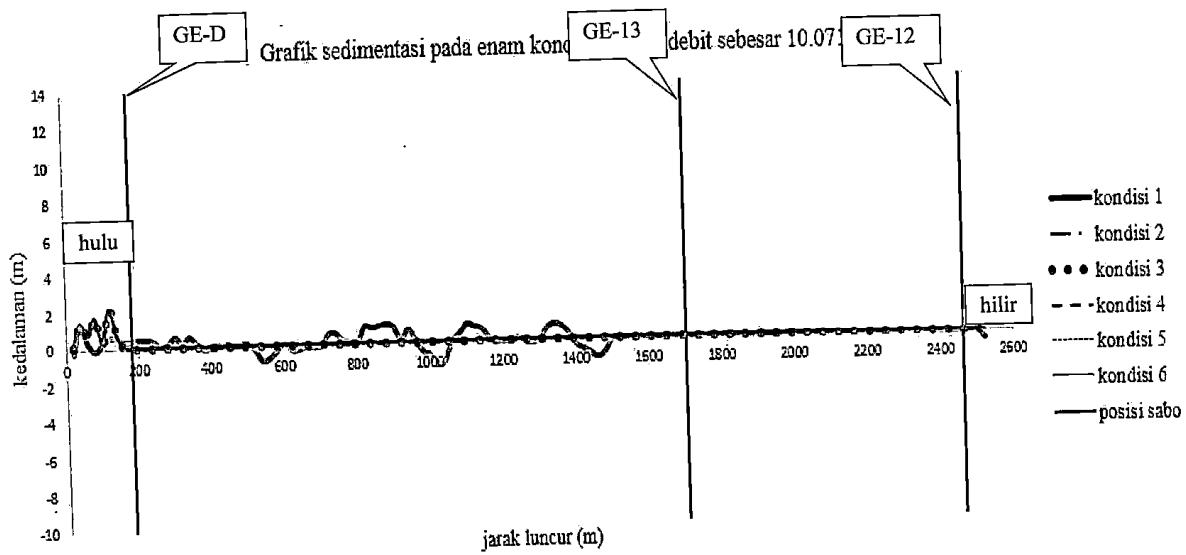
Gambar 5.9 Hasil Simulasi Lahar kondisi 1, kondisi 2 dan kondisi 3



Gambar 5.10 Hasil Simulasi Lahar kondisi 4, kondisi 5, kondisi 6

pada waktu 1 jam dengan debit sebesar  $10.0713 \text{ m}^3/\text{d}$

Dari keenam kondisi hasil simulasi aliran debris dengan debit sebesar  $10.0713 \text{ m}^3/\text{d}$  didapat grafik sebaran sedimen dan erosi yang dapat dilihat pada Gambar 5.11. Dalam grafik tersebut dapat mengetahui jumlah sedimen dan erosi



Gambar 5.11 Grafik Erosi dan Sedimentasi dengan debit sebesar  $10.7013 \text{ m}^3/\text{d}$

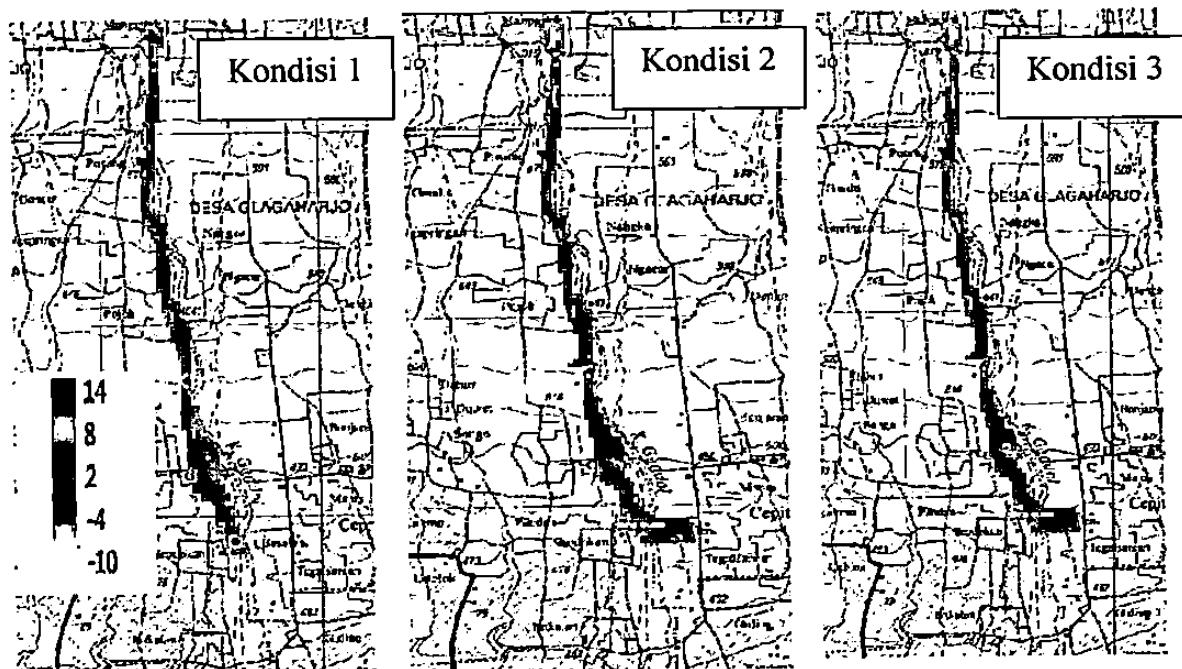
Berdasarkan hasil simulasi serta grafik erosi dan sedimen di atas, diperoleh data jumlah sedimen dan erosi pada hulu dan hilir sabo yang dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 5.12 Sedimen dan Erosi pada hulu dan hilir sabo waktu 1 jam

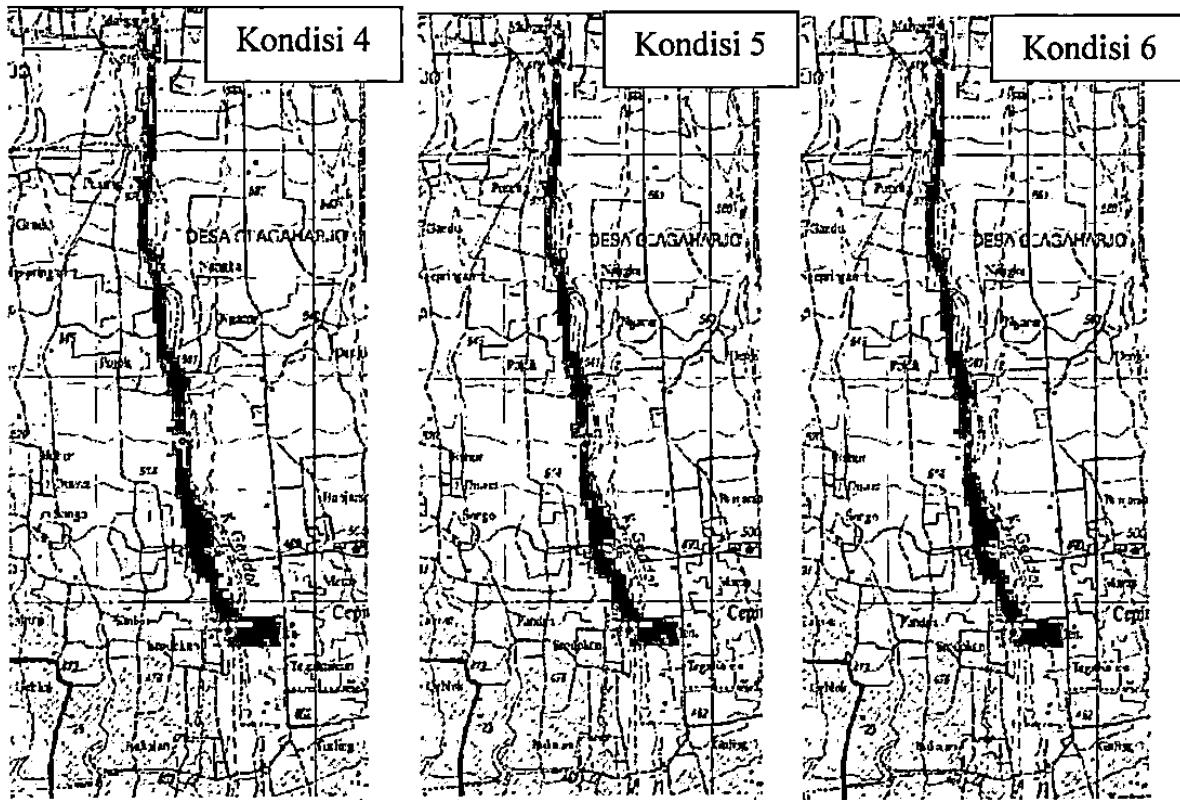
Kondisi	Hulu		Hilir	
	Sedimen (m)	Erosi (m)	Sedimen (m)	Erosi (m)
1	3.626	-0.2881	0	-0.493
2	7.7288	0	0	0
3	7.7288	0	0	0
4	7.7288	0	0	0
5	7.7288	0	0	0
6	7.7288	0	0	0

3. Hasil simulasi lahar pada waktu 1 jam 30 menit dengan debit sebesar  $38.2941 \text{ m}^3/\text{d}$

Hasil simulasi pada waktu 1 jam 30 menit terlihat pada kondisi 1, terlihat bahwa aliran sedimen masih ada pada arah aliran sungai. Sedangkan pada kondisi 2 sampai dengan kondisi 6 terlihat bahwa aliran sedimen sangat cepat sehingga pada posisi sabo GE-D, GE-13 dan GE-12 tidak bisa menahan aliran sedimen dan melebar sehingga masuk ke dusun Besalen.

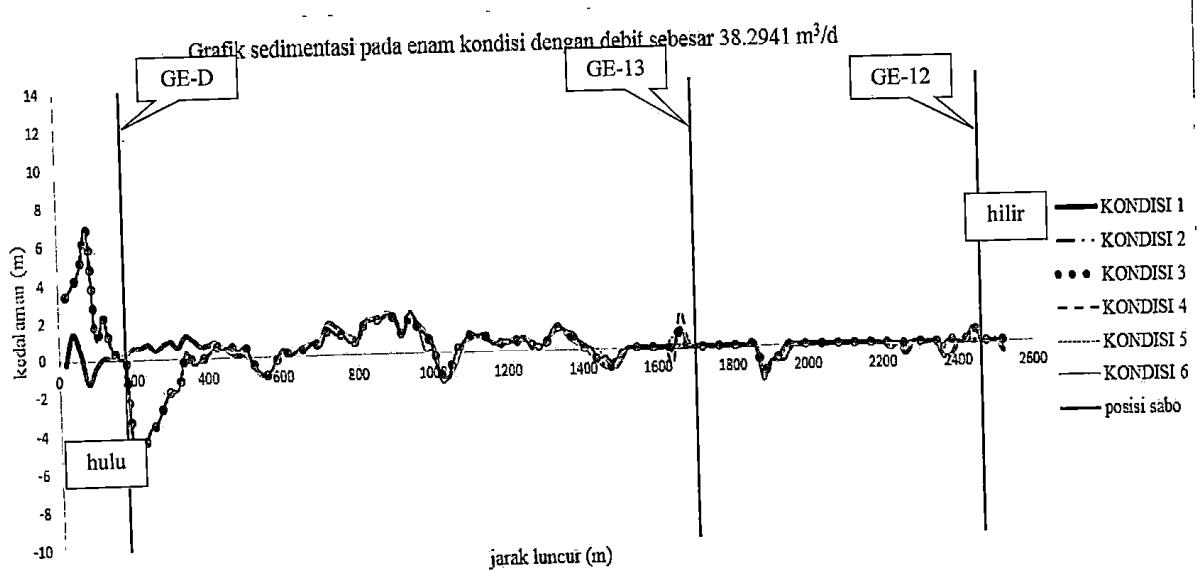


Gambar 5.12 Hasil Simulasi Lahar kondisi 1, kondisi 2 dan kondisi 3



Gambar 5.13 Hasil Simulasi Lahar Kondisi 4, kondisi 5 dan kondisi 6  
pada waktu 1 jam 30 menit dengan debit sebesar  $38.2941 \text{ m}^3/\text{d}$

Dari keenam kondisi hasil simulasi aliran debris dengan debit sebesar  $38.2941 \text{ m}^3/\text{d}$  didapat grafik sebaran sedimen dan erosi yang dapat dilihat pada Gambar 5.14. Dalam grafik tersebut dapat mengetahui jumlah sedimen dan erosi



Gambar 5.14 Grafik Sedimen dan Erosi dengan debit sebesar  $38.2941 \text{ m}^3/\text{d}$

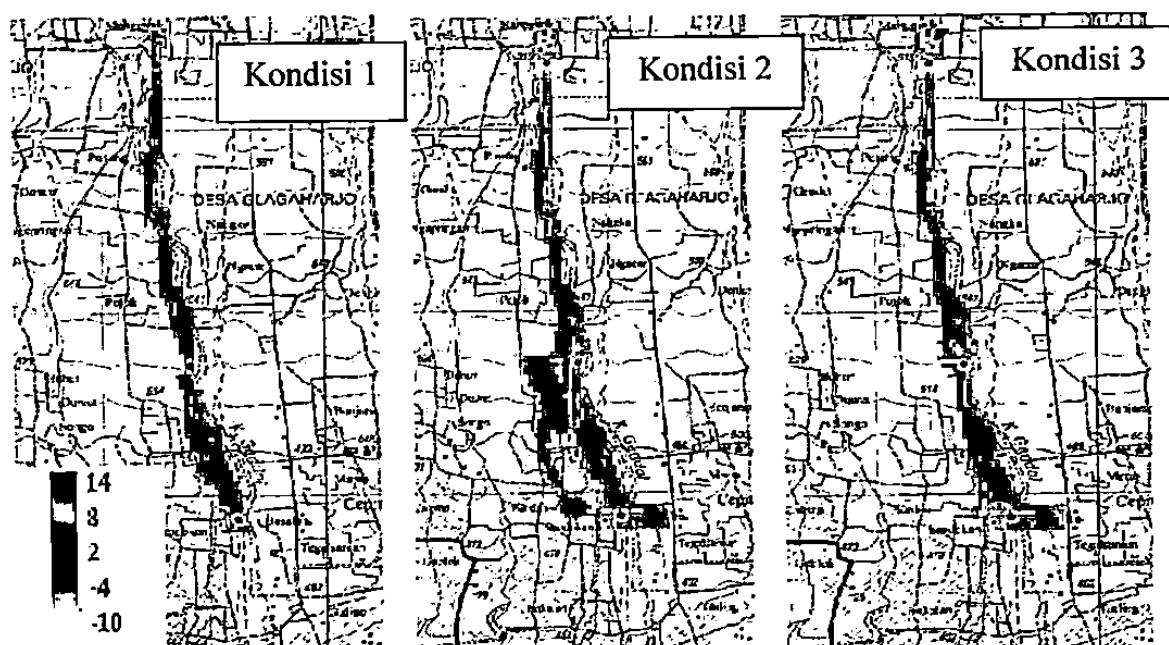
Berdasarkan hasil simulasi serta grafik erosi dan sedimen di atas, diperoleh data jumlah sedimen dan erosi pada hulu dan hilir sabo yang dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 5.13 Sedimen dan Erosi pada hulu dan hilir sabo waktu 1 jam 30 menit

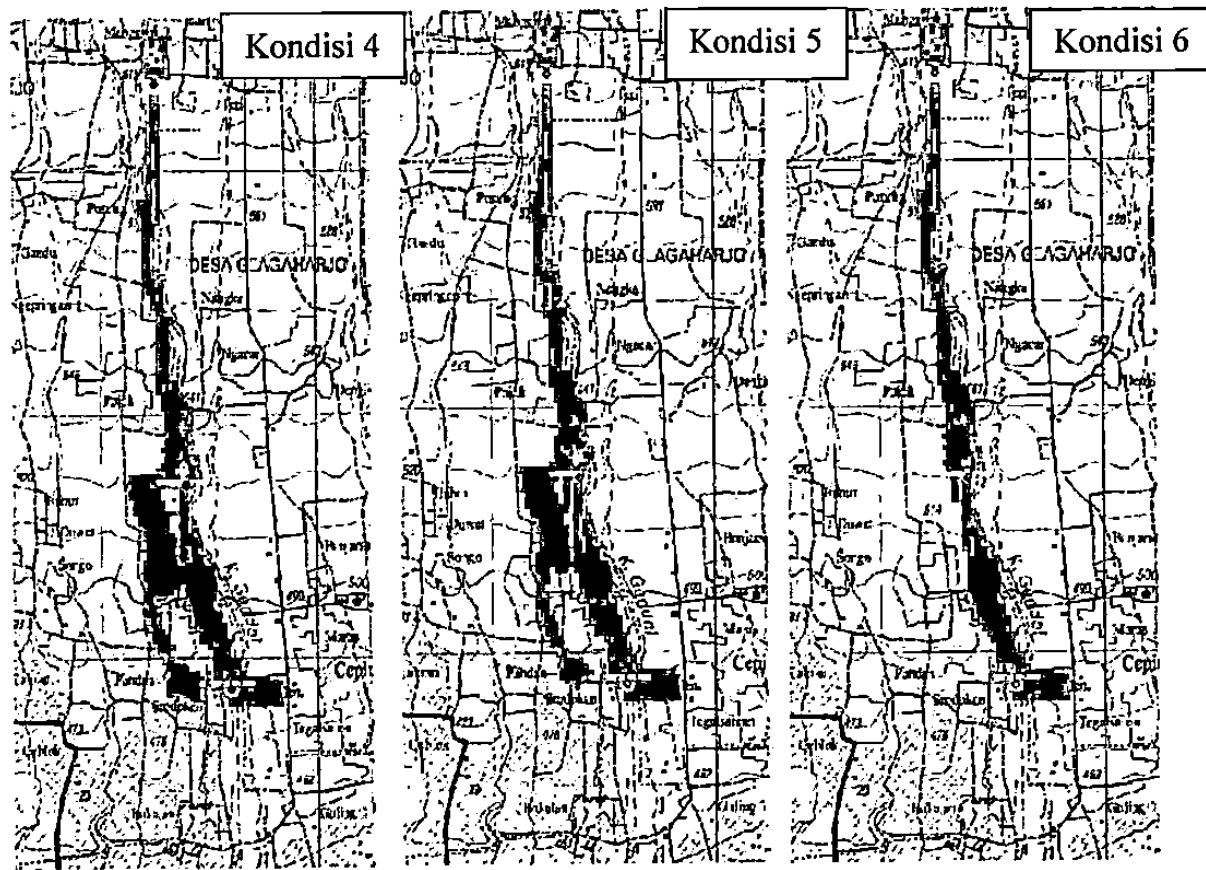
Kondisi	Hulu		Hilir	
	Sedimen (m)	Erosi (m)	Sedimen (m)	Erosi (m)
1	2.0743	-1.949	0	-0.58977
2	23.5758	0	0	-0.00654
3	23.5758	0	0	-0.022845
4	23.5758	0	8.54E-06	-0.0196
5	23.5758	0	0	-0.00441
6	23.5758	0	0	-0.025211

4. Hasil simulasi lahar pada waktu 2 jam dengan debit sebesar  $76.4285 \text{ m}^3/\text{d}$

Hasil simulasi lahar pada waktu 2 jam, pada kondisi 1, kondisi 3 dan kondisi 6 terlihat aliran sedimen mulai keluar arah aliran sungai, namun pada kondisi 3 dan kondisi 6 terlihat melebar sampai memasuk kei dusun Baselan. Pada kondisi 2, kondisi 4 dan kondisi 5 terlihat bahwa sabo GE-13 tidak bisa menahan aliran sedimen sehingga melebar ke dusun Gungan dan dusun Besalen.

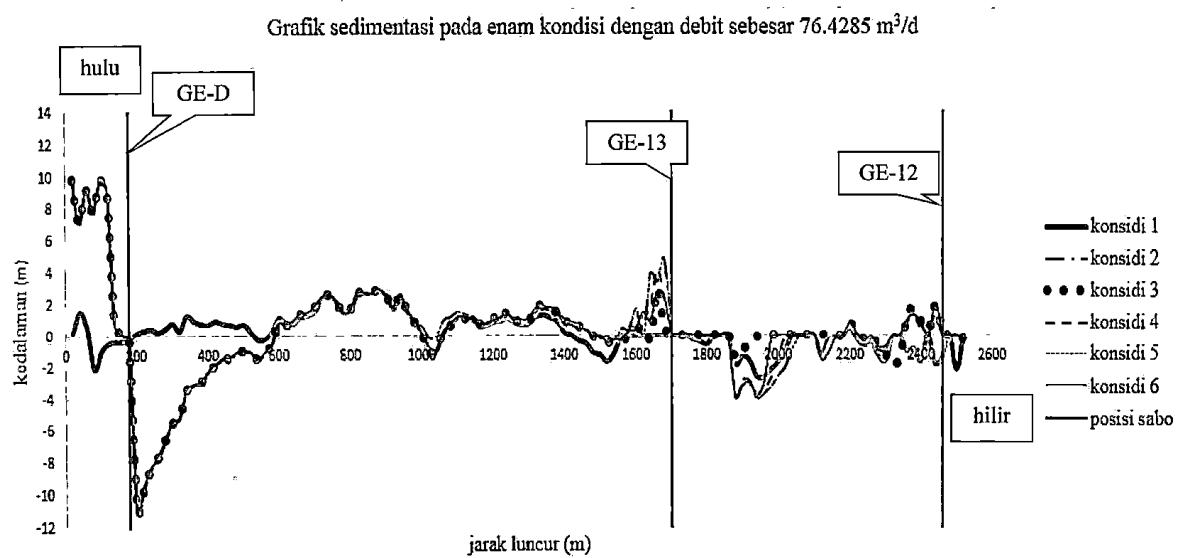


Gambar 5.15 Hasil Simulasi Lahar kondisi 1, kondisi 2 dan kondisi 3



Gambar 5.16 Hasil Simulasi Lahar kondisi 4, kondisi 5, dan kondisi 6  
pada waktu 2 jam dengan debit sebesar  $76.4285 \text{ m}^3/\text{d}$

Dari keenam kondisi hasil simulasi aliran debris dengan debit sebesar  $76.4285 \text{ m}^3/\text{d}$  didapat grafik sebaran sedimen dan erosi yang dapat dilihat pada Gambar 5.17. Dalam grafik tersebut dapat mengetahui jumlah sedimen dan erosi



Gambar 5.17 Grafik Sedimen dan Erosi dengan debit sebesar  $76.4285 \text{ m}^3/\text{d}$

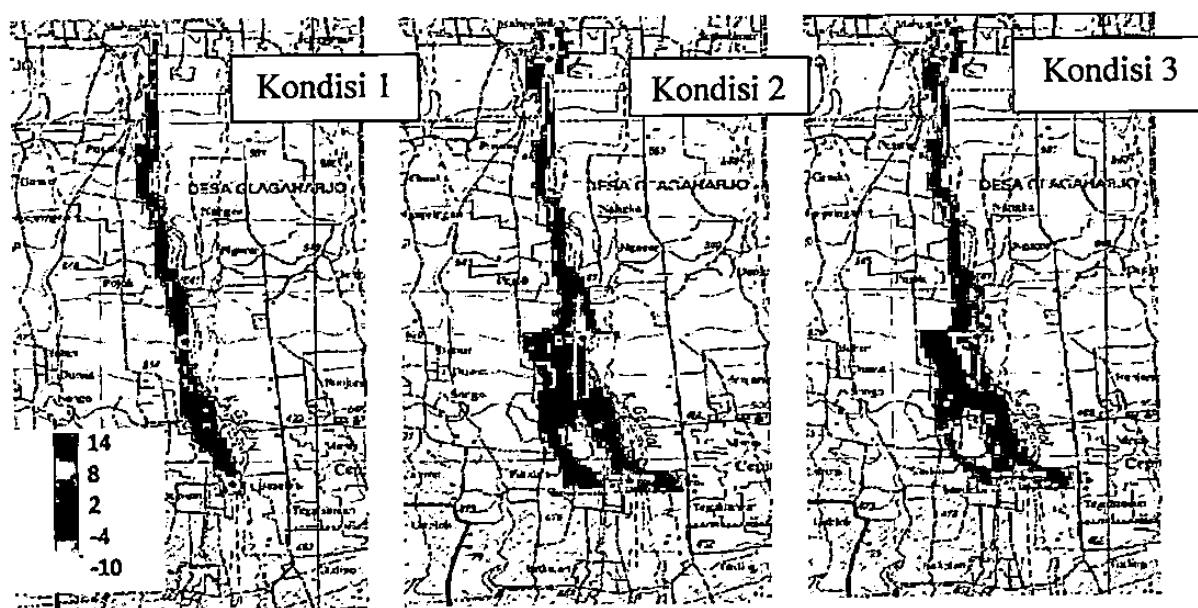
Berdasarkan hasil simulasi serta grafik erosi dan sedimen di atas, diperoleh data jumlah sedimen dan erosi pada hulu dan hilir sabo yang dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 5.14 Sedimen dan Erosi pada hulu dan hilir sabo waktu 2 jam

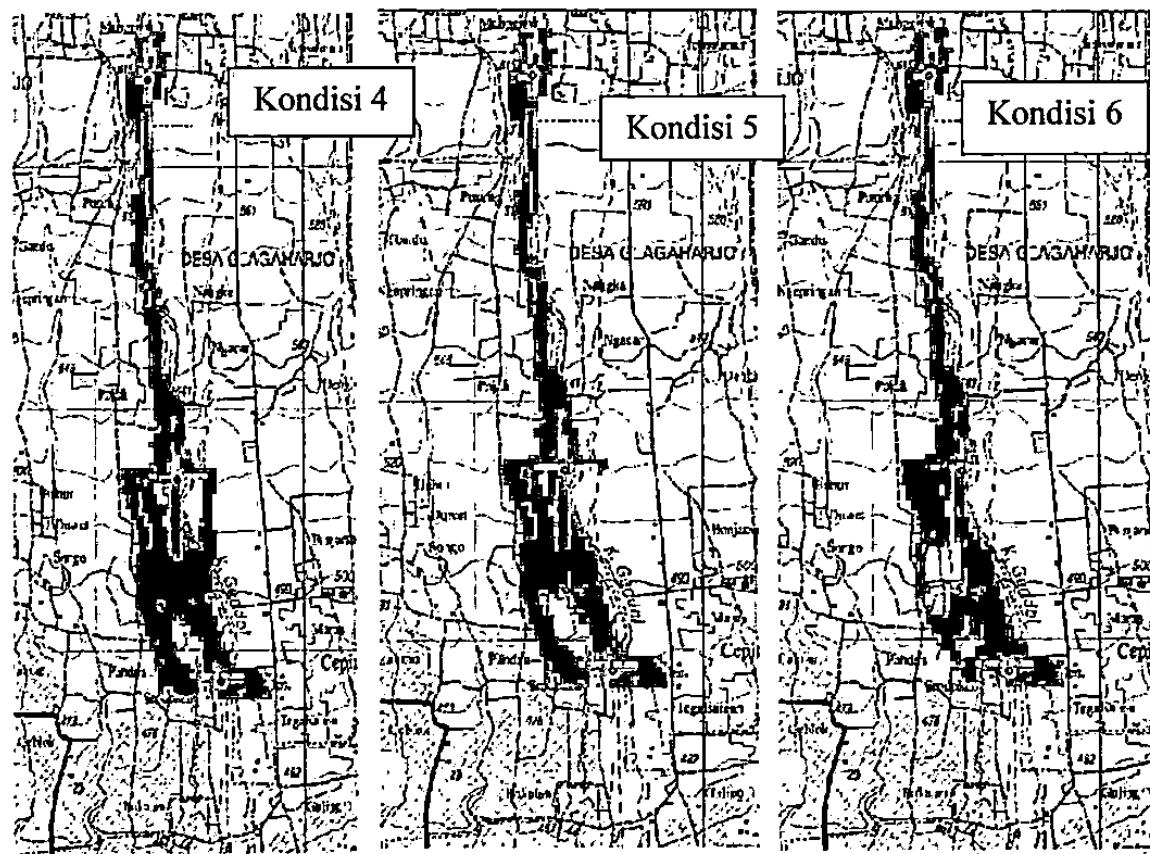
Kondisi	Hulu		Hilir	
	Sedimen (m)	Erosi (m)	Sedimen (m)	Erosi (m)
1	2.379	-4.217	0.0558	-2.1612
2	53.6894	0	0	-0.41807
3	53.6894	0	0	-0.3582
4	53.6994	0	0.000234	-0.3753
5	53.6994	0	0	-0.38278
6	53.7204	0	0	-0.3548

5. Hasil simulasi lahar pada waktu 2 jam 30 menit dengan debit sebesar  $73.2980 \text{ m}^3/\text{d}$

Hasil simulasi lahar pada waktu 2 jam 30 menit, pada kondisi 1 terlihat aliran sedimen mulai keluar dari arah aliran sungai. Pada kondisi 2 sampai kondisi 6 terlihat bahwa sabo GE-13 dan GE-12 sudah tidak bisa menahan aliran sedimen sehingga melebar luas ke dusun Gungan dan dusun Besalen.

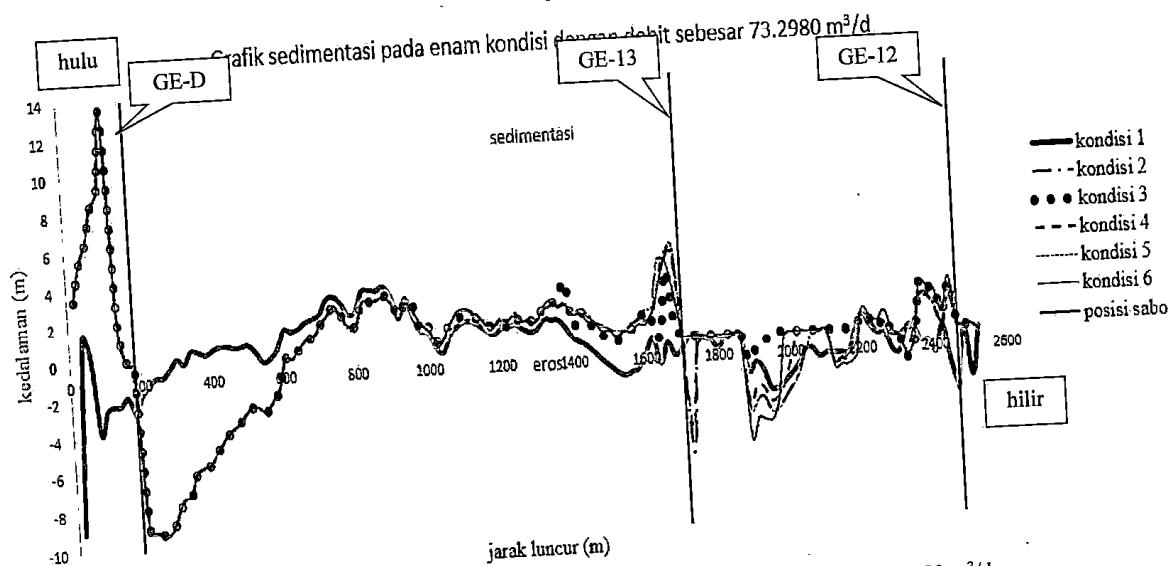


Gambar 5.18 Hasil Simulasi Lahar kondisi 1, kondisi 2 dan kondisi 3



Gambar 5.19 Hasil Simulasi Lahar kondisi 4, kondisi 5, dan kondisi 6  
pada waktu 2 jam 30 menit dengan debit sebesar  $73.2980 \text{ m}^3/\text{d}$

Dari keenam kondisi hasil simulasi aliran debris dengan debit sebesar  $73.2980 \text{ m}^3/\text{d}$  didapat grafik sebaran sedimen dan erosi yang dapat dilihat pada Gambar 5.20. Dalam grafik tersebut dapat mengetahui jumlah sedimen dan erosi



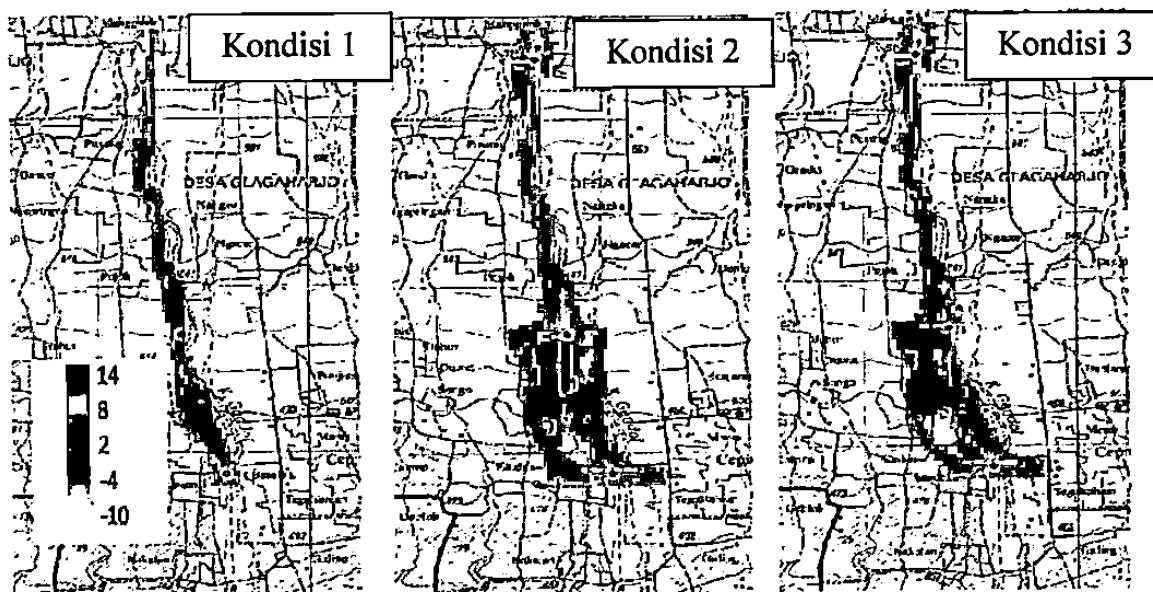
Gambar 5.20 Grafik Sedimentasi dan Erosi dengan debit sebesar  $73.2980 \text{ m}^3/\text{d}$

Berdasarkan hasil simulasi serta grafik erosi dan sedimen di atas, diperoleh data jumlah sedimen dan erosi pada hulu dan hilir sabo yang dapat dilihat pada tabel berikut:

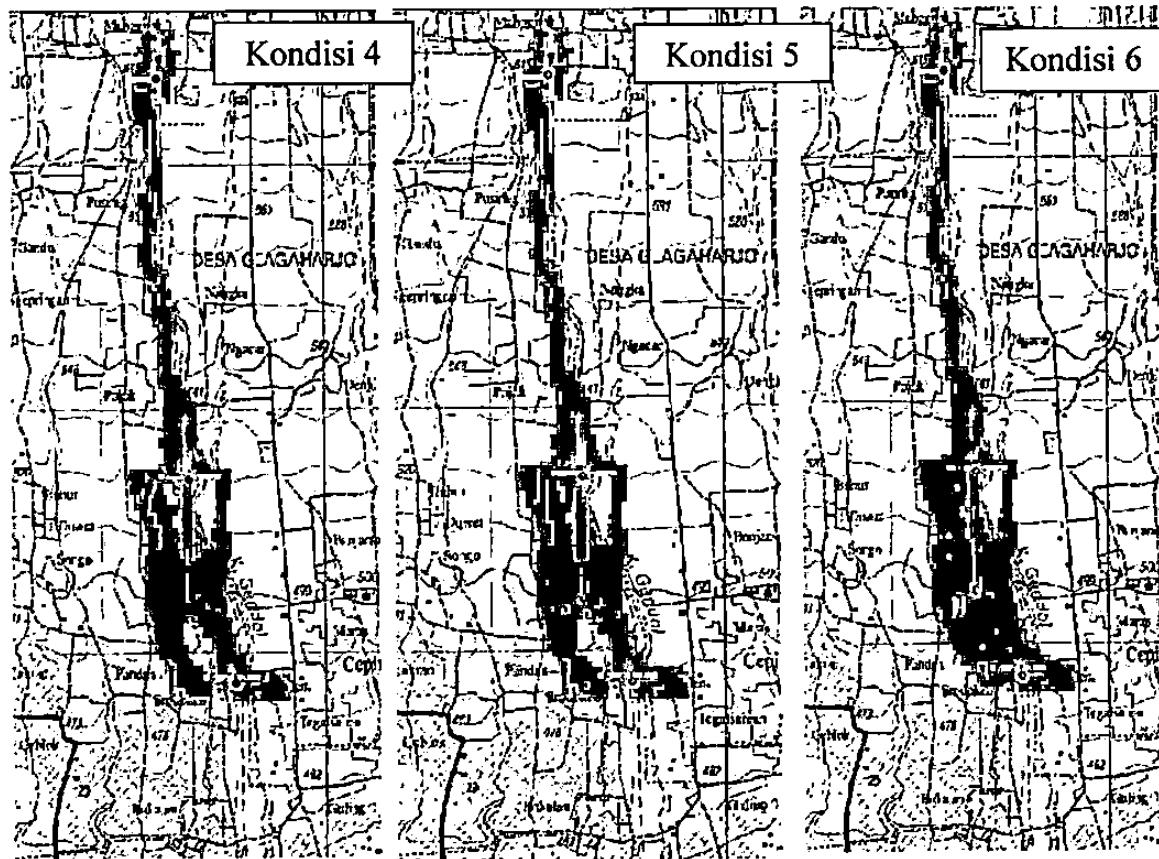
Tabel 5.15 Sedimen dan Erosi pada hulu dan hilir sabo waktu 2 jam 30 menit

Kondisi	Hulu		Hilir	
	Sedimen (m)	Erosi (m)	Sedimen (m)	Erosi (m)
1	2.096	-21.16	0	-3.084
2	48.9968	0	0	-0.41807
3	48.9568	0	0	-0.3762
4	48.8668	0	0.000234	-0.3753
5	49.0769	0	0	-0.38278
6	48.8868	0	0	-0.4145

6. Hasil simulasi lahar pada waktu 3 jam dengan debit sebesar  $56.0250 \text{ m}^3/\text{d}$
- Hasil simulasi lahar pada jam ke-3, pada kondisi 1 terlihat aliran sedimen mulai keluar dari arah aliran sungai. Pada kondisi 3 terlihat aliran sedimen melebar kanan pada posisi sabo GE-13 sehingga masuk ke dusun Gungan, dusun Srodokan dan dusun Besalen. Sedangkan kondisi 2, kondisi 4, kondisi 5, dan kondisi 6 terlihat bahwa sabo GE-13 sudah tidak bisa menahan aliran sedimen sehingga melebar ke kanan masuk ke dusun Gungan, dan dusun Srodukan serta ke kiri masuk ke dusun Baselan.

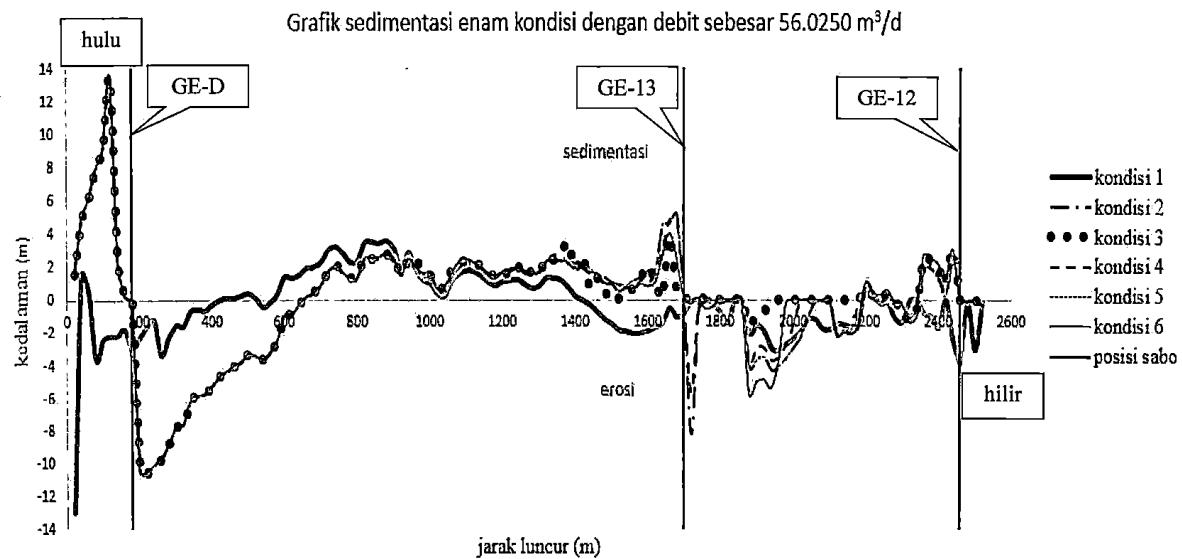


Gambar 5.21 Hasil Simulasi Lahar kondisi 1, kondisi 2 dan kondisi 3



Gambar 5.22 Hasil Simulasi Lahar kondisi 4, kondisi 5, dan kondisi 6  
pada waktu 3 jam dengan debit sebesar  $56.0250 \text{ m}^3/\text{d}$

Dari keenam kondisi hasil simulasi aliran debris dengan debit sebesar  $56.0250 \text{ m}^3/\text{d}$  didapat grafik sebaran sedimen dan erosi yang dapat dilihat pada Gambar 5.23. Dalam grafik tersebut dapat mengetahui jumlah sedimen dan erosi



Gambar 5.23 Grafik Sedimen dan Erosi dengan debit sebesar  $56.0250 \text{ m}^3/\text{d}$

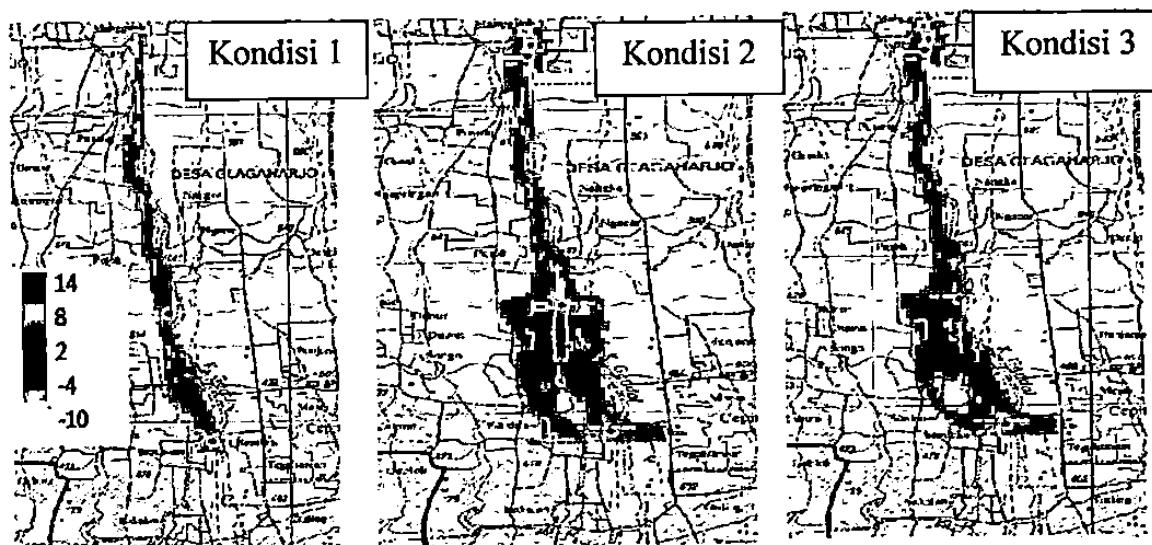
Berdasarkan hasil simulasi serta grafik erosi dan sedimen di atas, diperoleh data jumlah sedimen dan erosi pada hulu dan hilir sabo yang dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 5.16 Sedimen dan Erosi pada hulu dan hilir sabo waktu 3 jam

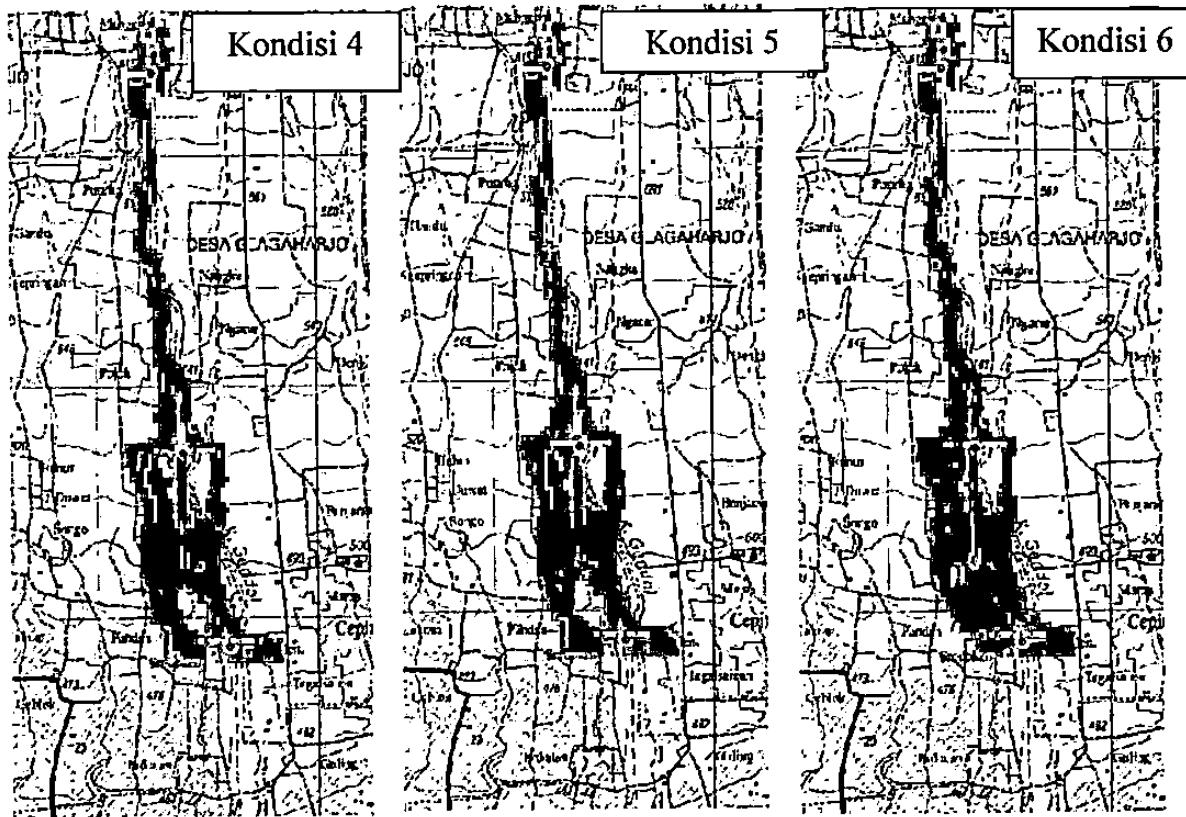
Kondisi	Hulu		Hilir	
	Sedimen (m)	Erosi (m)	Sedimen (m)	Erosi (m)
1	2.096	-25.27	0	-3.431
2	45.495	0	0	-0.43837
3	45.764	0	0	-0.3762
4	45.805	0	0.000763	-0.3951
5	45.353	0	0	-0.38278
6	45.888	0	0	-0.41604

7. Hasil simulasi lahar pada jam waktu 3 jam 30 menit dengan debit sebesar  $42.1822 \text{ m}^3/\text{d}$

Hasil simulasi lahar pada waktu 3 jam 30 menit, pada kondisi 1 terlihat aliran sedimen mulai keluar dari arah aliran sungai. Pada kondisi 3 terlihat aliran sedimen melebar kanan pada posisi sabo GE-13 sehingga masuk ke dusun Gungan, dusun Srodokan dan dusun Besalen. Sedangkan kondisi 2, kondisi 4, kondisi 5, dan kondisi 6 terlihat bahwa sabo GE-13 sudah tidak bisa menahan aliran sedimen sehingga melebar ke kanan masuk ke dusun Gungan, dan dusun Srodukan serta ke kiri masuk ke dusun Baselan.

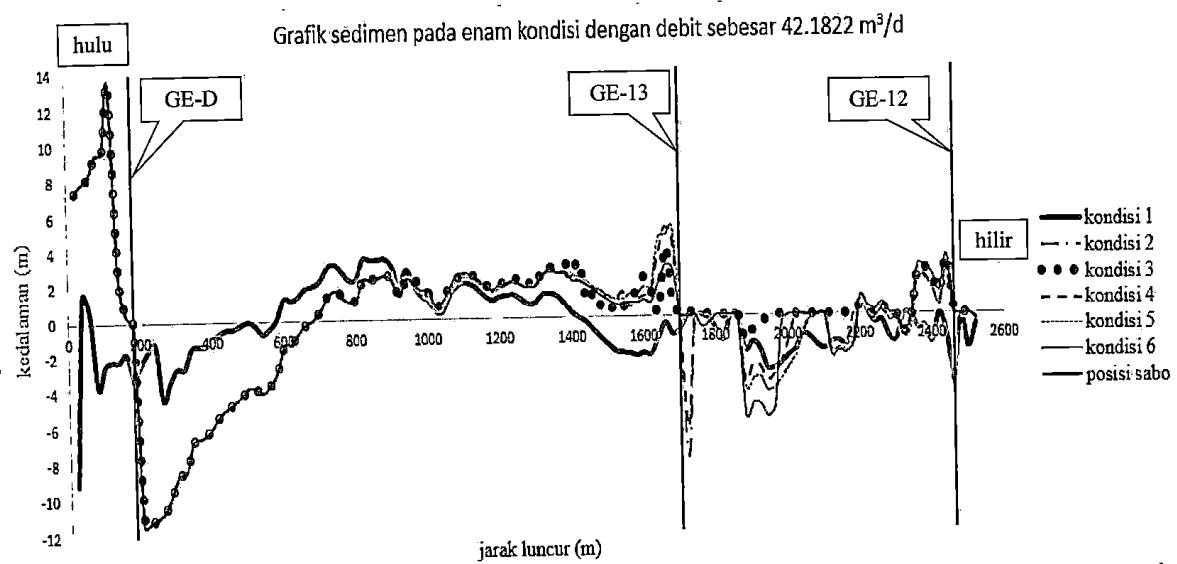


Gambar 5.24 Hasil Simulasi Lahar kondisi 1, kondisi 2 dan kondisi 3



Gambar 5.25 Hasil Simulasi Laha kondisi 4, kondisi 5, dan kondisi 6 pada waktu 3 jam 30 menit dengan debit sebesar  $42.1822 \text{ m}^3/\text{d}$

Dari keenam kondisi hasil simulasi aliran debris dengan debit sebesar  $42.1822 \text{ m}^3/\text{d}$  didapat grafik sebaran sedimen dan erosi yang dapat dilihat pada Gambar 5.26. Dalam grafik tersebut dapat mengetahui jumlah sedimen dan erosi



Gambar 5.26 Grafik Sedimen dan Erosi dengan debit sebesar  $42.1822 \text{ m}^3/\text{d}$

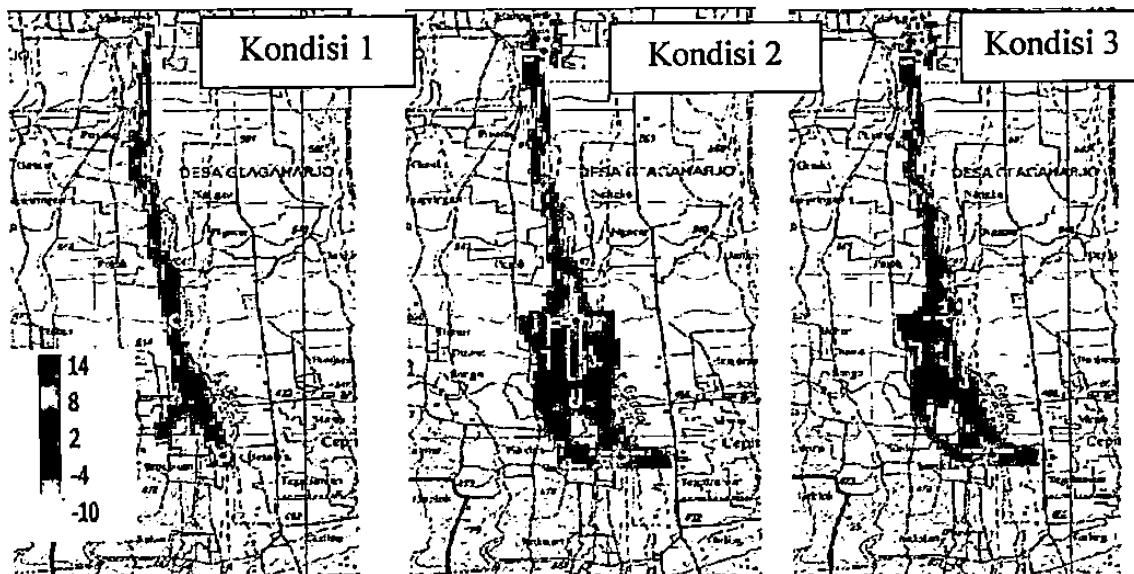
Berdasarkan hasil simulasi serta grafik erosi dan sedimen di atas, diperoleh data jumlah sedimen dan erosi pada hulu dan hilir sabo yang dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 5.17 Sedimen dan Erosi pada hulu dan hilir sabo waktu 3 jam 30 menit

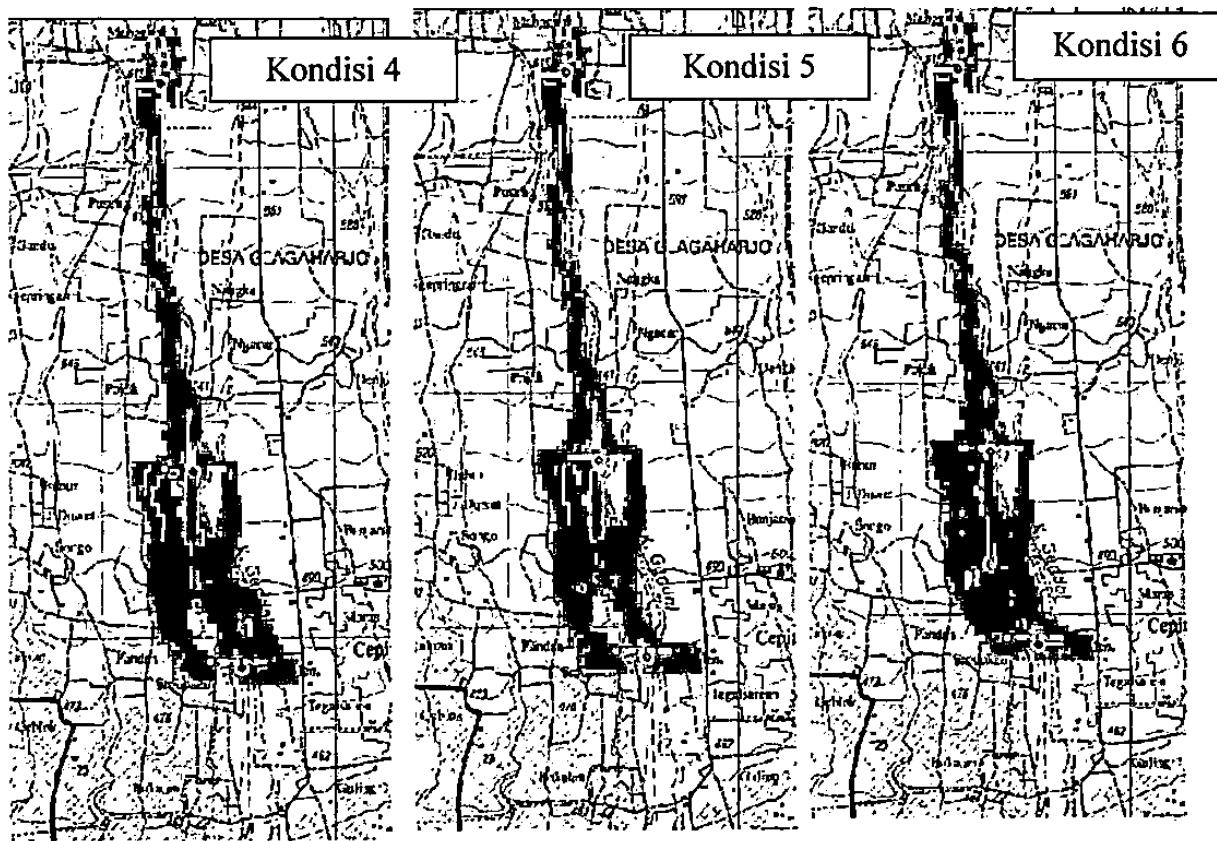
Kondisi	Hulu		Hilir	
	Sedimen (m)	Erosi (m)	Sedimen (m)	Erosi (m)
1	2.096	-21.41	0	-2.771
2	58.99	0	0	-0.44437
3	59.268	0	0	-0.3762
4	59.361	0	0.0012	-0.4112
5	58.84	0	0	-0.38178
6	59.579	0	0	-0.41604

8. Hasil simulasi lahar pada waktu 4 jam dengan debit sebesar  $32.0825 \text{ m}^3/\text{d}$

Hasil simulasi lahar pada waktu 4 jam, pada kondisi 1 terlihat aliran sedimen mulai keluar dari arah aliran sungai. Pada kondisi 3 terlihat aliran sedimen melebar kanan pada posisi sabo GE-13 sehingga masuk ke dusun Gungan, dusun Srodokan dan dusun Besalen. Sedangkan kondisi 2, kondisi 4, kondisi 5, dan kondisi 6 terlihat bahwa sabo GE-13 sudah tidak bisa menahan aliran sedimen sehingga melebar ke kanan masuk ke ke dusun Gungan, dan dusun Srodukan serta ke kiri masuk ke dusun Baselan.

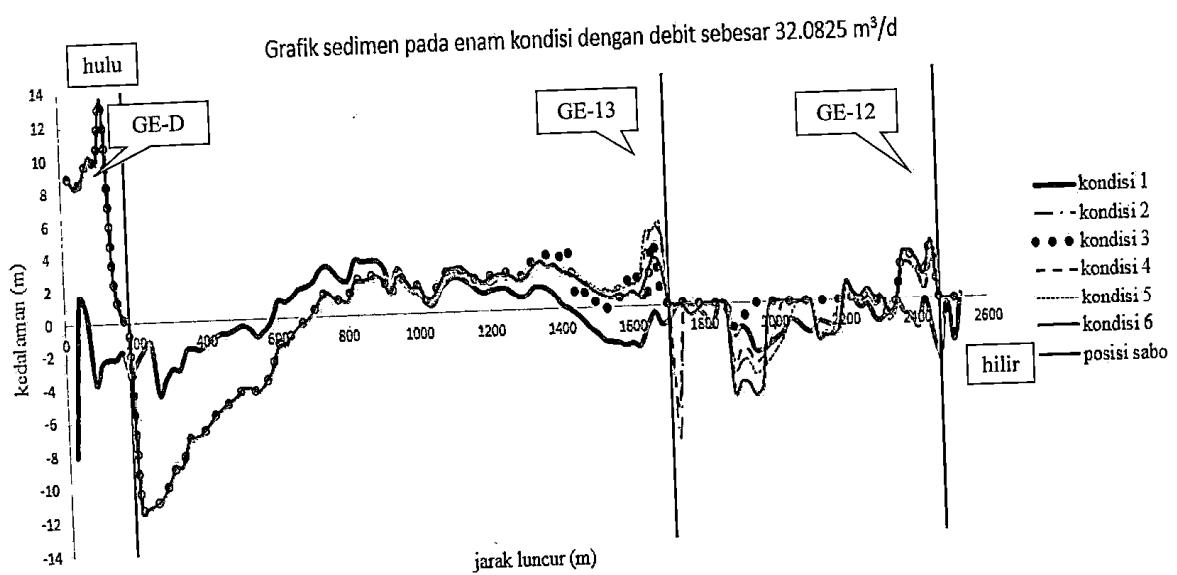


Gambar 5.27 Hasil Simulasi Lahar kondisi 1, kondisi 2 dan kondisi 3



Gambar 5.28 Hasil Simulasi Lahar kondisi 4, kondisi 5 dan kondisi 6  
pada waktu 4 jam dengan debit sebesar  $32.0825 \text{ m}^3/\text{d}$

Dari keenam kondisi hasil simulasi aliran debris dengan debit sebesar  $32.0825 \text{ m}^3/\text{d}$  didapat grafik sebaran sedimen dan erosi yang dapat dilihat pada Gambar 5.29. Dalam grafik tersebut dapat mengetahui jumlah sedimen dan erosi



Gambar 5.29 Grafik Sedimen dan Erosi dengan debit sebesar  $32.0825 \text{ m}^3/\text{d}$

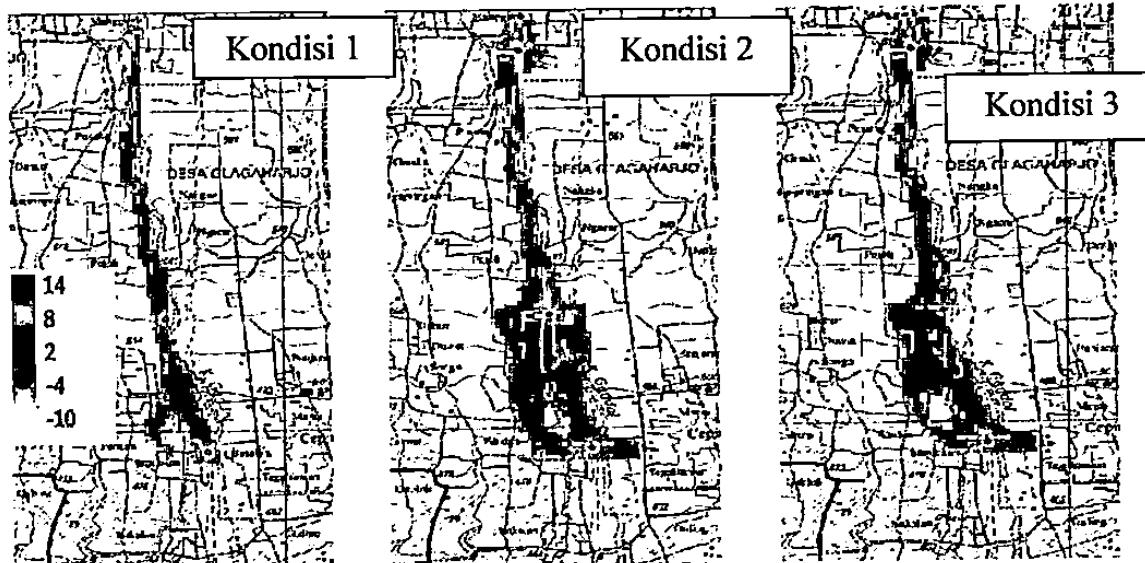
Berdasarkan hasil simulasi serta grafik erosi dan sedimen di atas, diperoleh data jumlah sedimen dan erosi pada hulu dan hilir sabo yang dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 5.18 Sedimen dan Erosi pada hulu dan hilir sabo waktu 4 jam

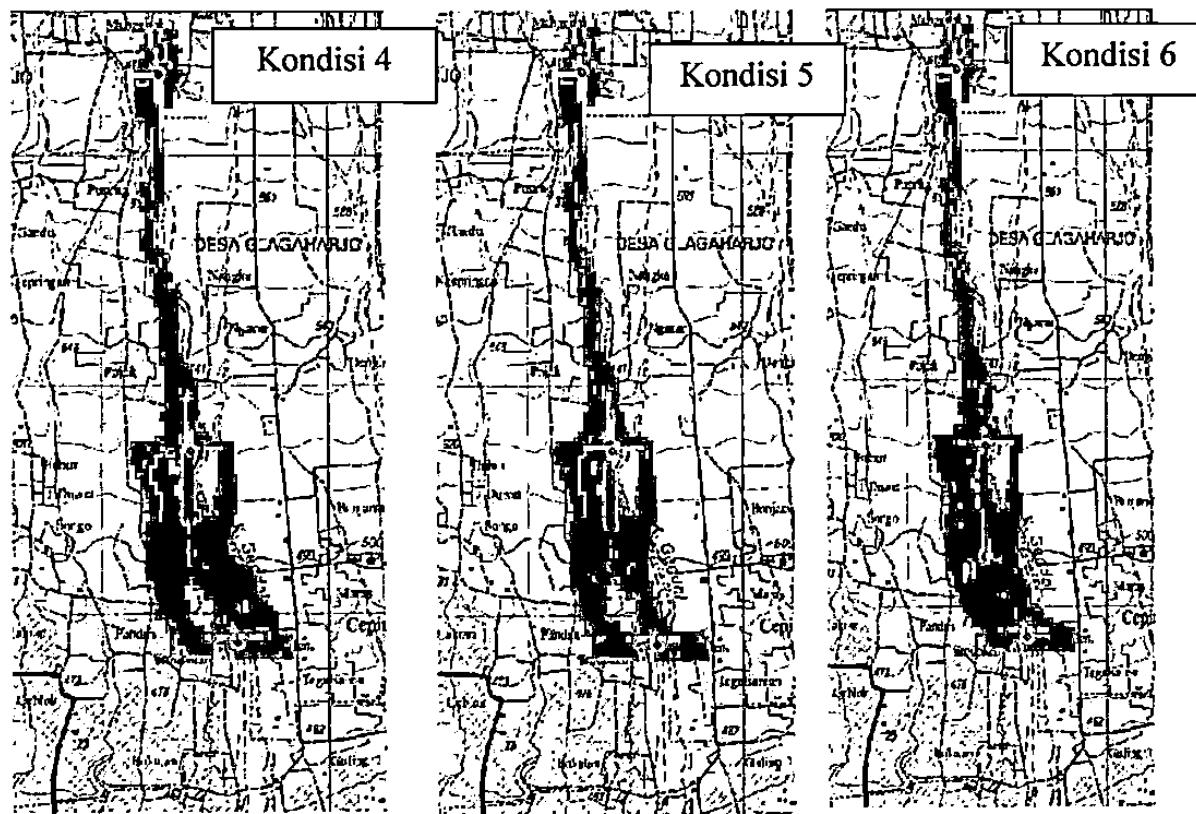
kondisi	hulu		hilir	
	Sedimen (m)	Erosi (m)	Sedimen (m)	Erosi (m)
1	2.096	-20.29	0.205	-2.887
2	62.482	0	0	-0.44337
3	62.689	0	0	-0.3772
4	62.762	0	0.00121	-0.4225
5	62.25	0	0	-0.37978
6	62.989	0	0	-0.41705

9. Hasil simulasi lahar pada waktu 4 jam 30 menit dengan debit sebesar  $25.5772 \text{ m}^3/\text{d}$

Hasil simulasi lahar pada waktu 4 jam 30 menit, pada kondisi 1 terlihat aliran sedimen mulai keluar dari arah aliran sungai. Pada kondisi 3 terlihat aliran sedimen melebar kanan pada posisi sabo GE-13 sehingga masuk ke dusun Gungan, dusun Srodokan dan dusun Besalen. Sedangkan kondisi 2, kondisi 4, kondisi 5, dan kondisi 6 terlihat bahwa sabo GE-13 sudah tidak bisa menahan aliran sedimen sehingga melebar ke kanan masuk ke dusun Gungan, dan dusun Srodukan serta ke kiri masuk ke dusun Baselan.

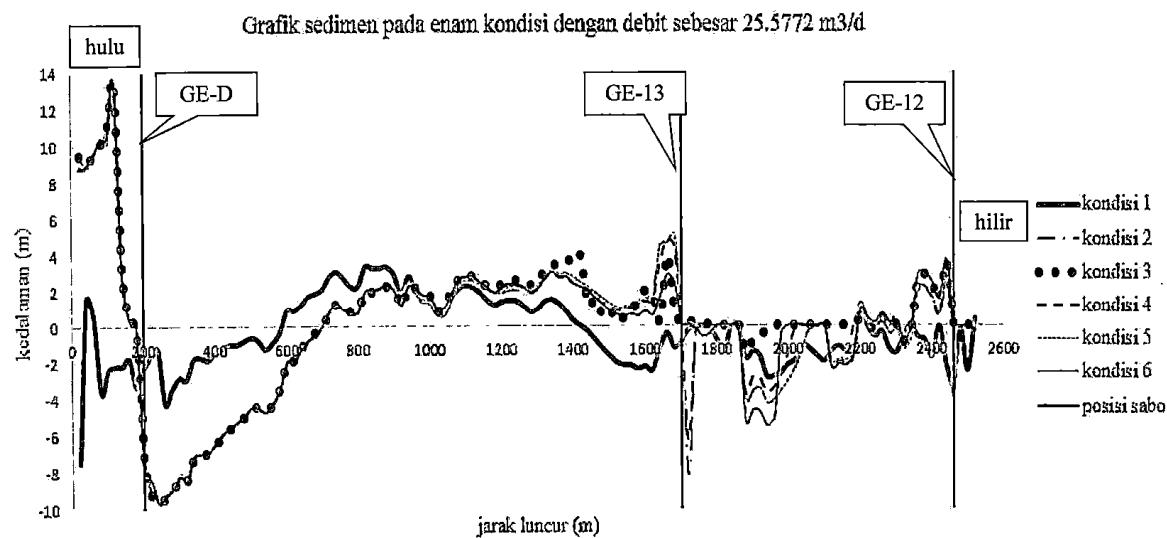


Gambar 5.30 Hasil Simulasi Lahar kondisi 1, kondisi 2 dan kondisi 3



Gambar 5.31 Hasil Simulasi Lahar kondisi 4, kondisi 5, kondisi 6  
pada waktu 4 jam 30 menit dengan debit sebesar  $25.5772 \text{ m}^3/\text{d}$

Dari keenam kondisi hasil simulasi aliran debris dengan debit sebesar  $25.5772 \text{ m}^3/\text{d}$  didapat grafik sebaran sedimen dan erosi yang dapat dilihat pada Gambar 5.32. Dalam grafik tersebut dapat mengetahui jumlah sedimen dan erosi



Gambar 5.32 Grafik Sedimen dan Erosi dengan debit sebesar  $25.5772 \text{ m}^3/\text{d}$

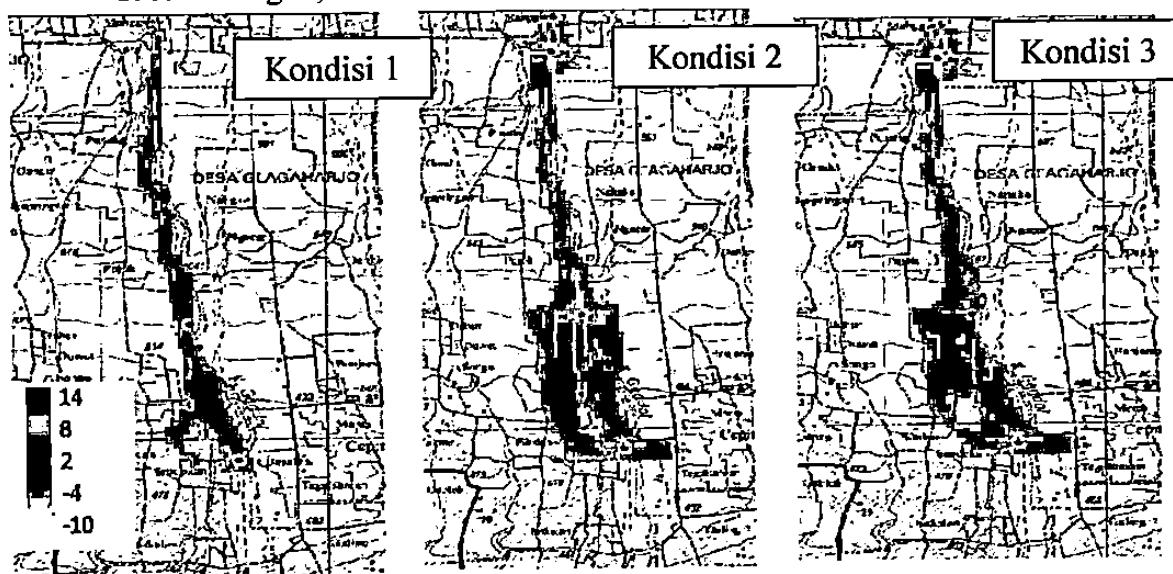
Berdasarkan hasil simulasi serta grafik erosi dan sedimen di atas, diperoleh data jumlah sedimen dan erosi pada hulu dan hilir sabo yang dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 5.19 Sedimen dan Erosi pada hulu dan hilir sabo waktu 4 jam 30 menit

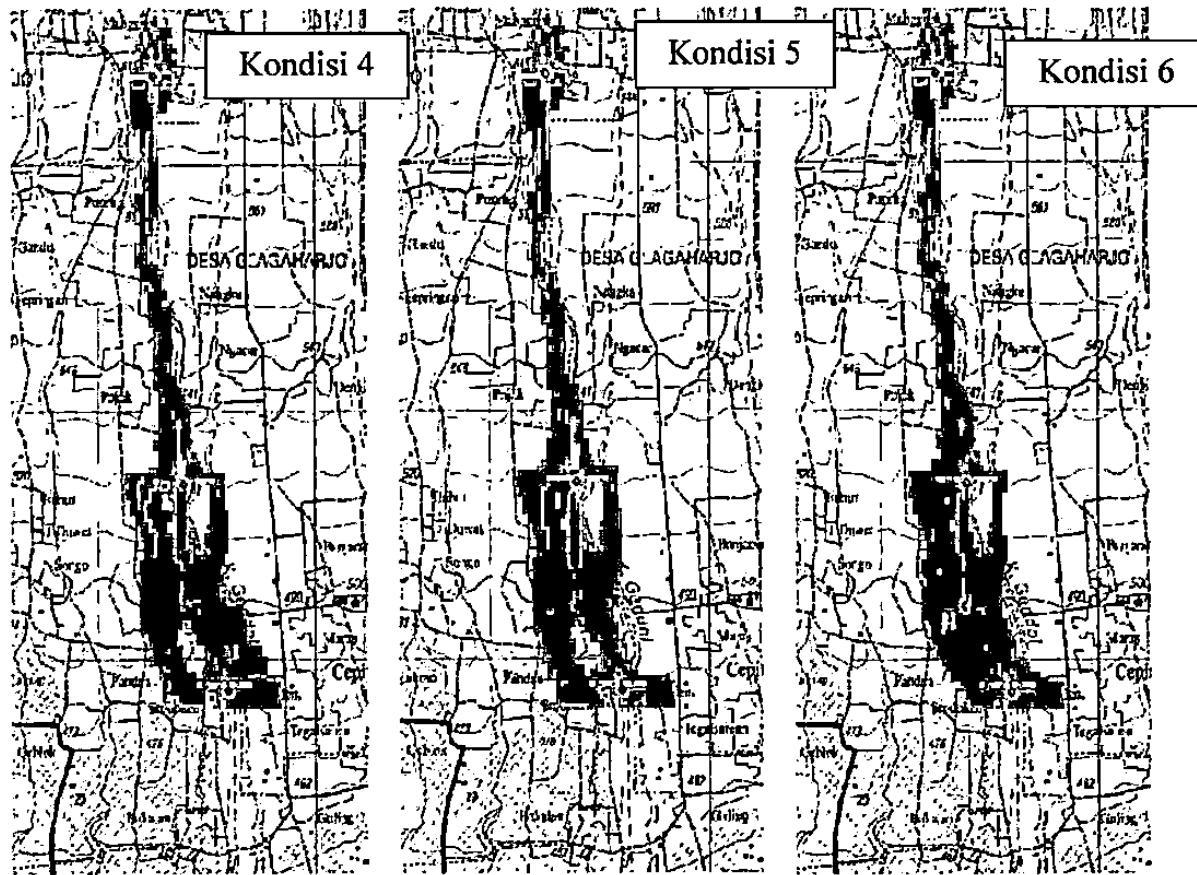
Kondisi	Hulu		Hilir	
	Sedimen (m)	Erosi (m)	Sedimen (m)	Erosi (m)
1	2.096	-23.11	0.399	-2.797
2	65.594	0	0	-0.44537
3	65.991	0	0	-0.37884
4	64.964	0	0.00121	-0.4215
5	64.052	0	0	-0.37978
6	64.961	0	0	-0.42061

10. Hasil simulasi lahar pada waktu 5 jam dengan debit sebesar  $20.8494 \text{ m}^3/\text{d}$

Hasil simulasi lahar pada waktu 5 jam, pada kondisi 1 terlihat aliran sedimen mulai keluar dari arah aliran sungai. Pada kondisi 3 terlihat aliran sedimen melebar kanan pada posisi sabo GE-13 sehingga masuk ke dusun Gungan, dusun Srodokan dan dusun Besalen. Sedangkan kondisi 2, kondisi 4, kondisi 5, dan kondisi 6 terlihat bahwa sabo GE-13 sudah tidak bisa menahan aliran sedimen sehingga melebar ke kanan masuk ke dusun Gungan, dan dusun Srodukan serta ke kiri masuk ke dusun Baselan.



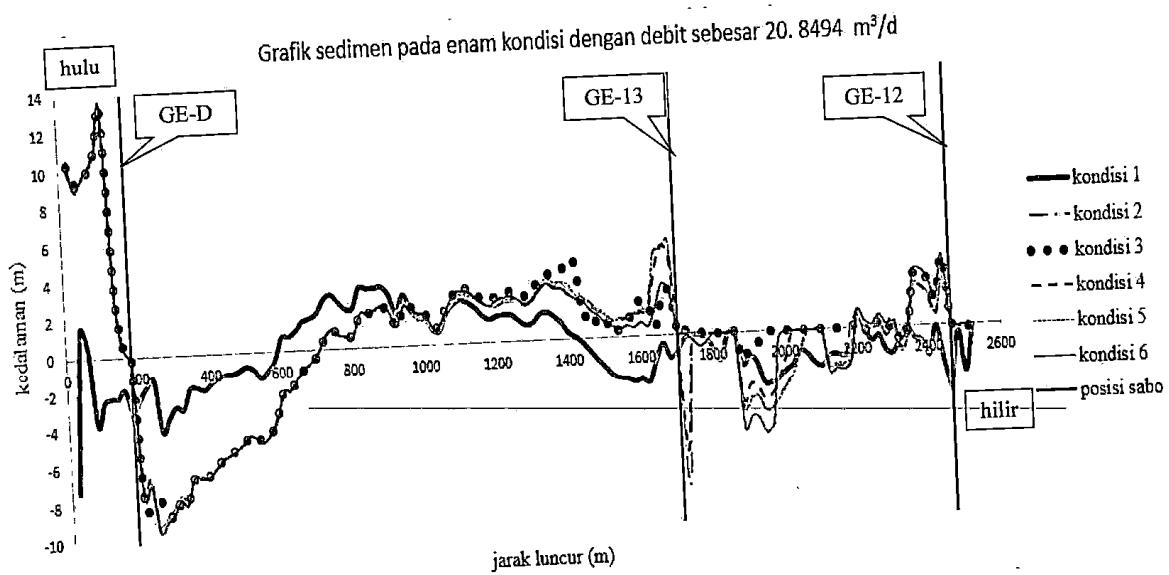
Gambar 5.33 Hasil Simulasi Lahar kondisi 1, kondisi 2 dan kondisi 3



Gambar 5.34 Hasil Simulasi Lahar kondisi 4, kondisi 5, kondisi 6

pada waktu 5 jam dengan debit sebesar  $20.8494 \text{ m}^3/\text{d}$

Dari keenam kondisi hasil simulasi aliran debris dengan debit sebesar  $20.8494 \text{ m}^3/\text{d}$  didapat grafik sebaran sedimen dan erosi yang dapat dilihat pada Gambar 5.35. Dalam grafik tersebut dapat mengetahui jumlah sedimen dan erosi



Gambar 5.35 Grafik Sedimen dan Erosi dengan debit sebesar  $20.8494 \text{ m}^3/\text{d}$

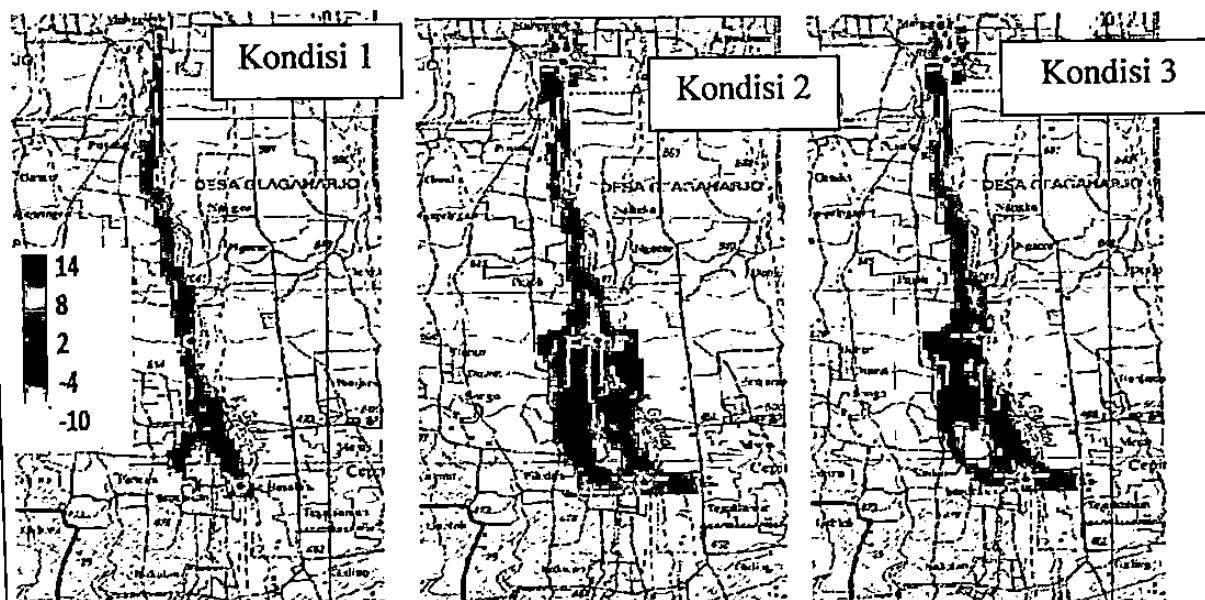
Berdasarkan hasil simulasi serta grafik erosi dan sedimen di atas, diperoleh data jumlah sedimen dan erosi pada hulu dan hilir sabo yang dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 5.20 Sedimen dan Erosi pada hulu dan hilir sabo waktu 5 jam

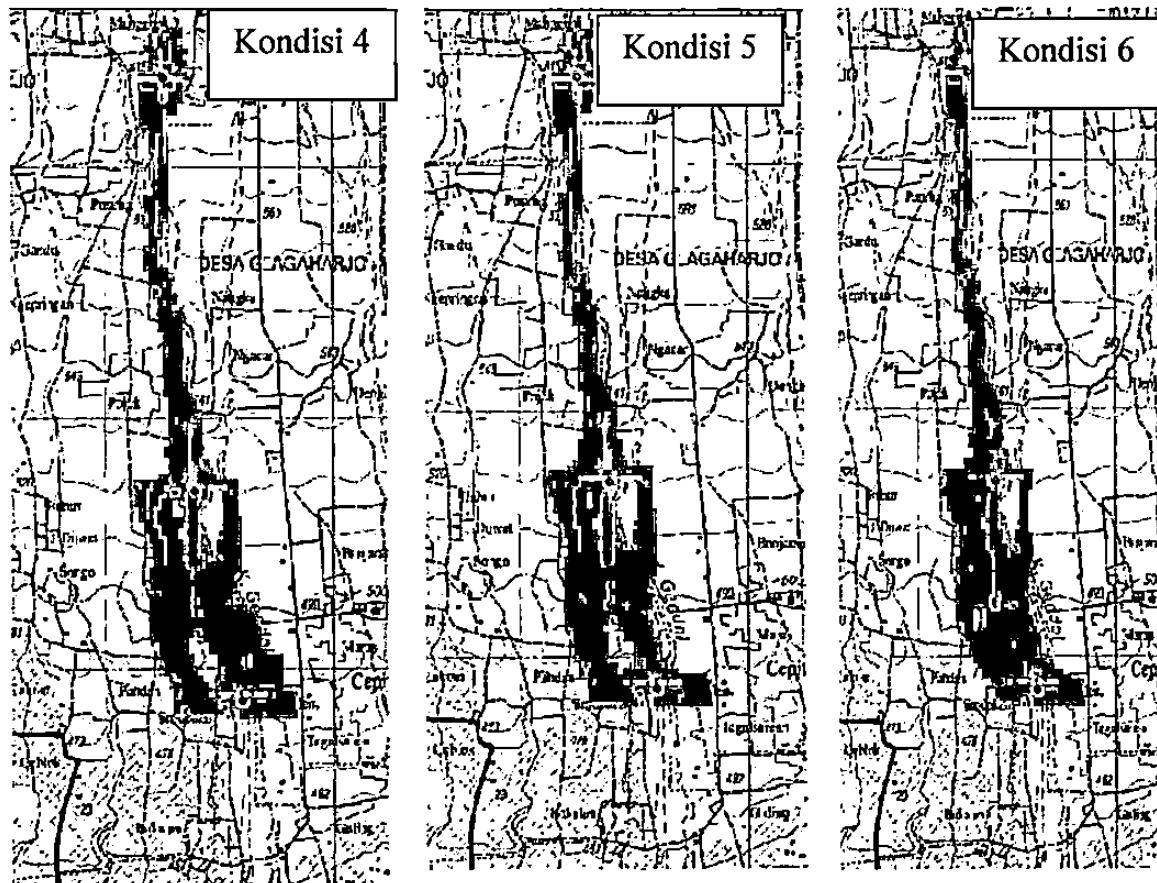
Kondisi	Hulu		Hilir	
	Sedimen (m)	Erosi (m)	Sedimen (m)	Erosi (m)
1	2.096	-19.49	0	-2.86
2	67.534	0	0	-0.44137
3	68.012	0	0	-0.3754
4	67.324	0	0.00121	-0.4215
5	66.642	0	0	-0.37078
6	67.522	0	0	-0.42061

11. Hasil simulasi lahar pada waktu 5 jam 30 menit dengan debit sebesar  $17.0477 \text{ m}^3/\text{d}$

Hasil simulasi lahar pada waktu 5 jam 30 menit, pada kondisi 1 terlihat aliran sedimen mulai keluar dari arah aliran sungai. Pada kondisi 3 terlihat aliran sedimen melebar kanan pada posisi sabo GE-13 sehingga masuk ke dusun Gungan, dusun Srodokan dan dusun Besalen. Sedangkan kondisi 2, kondisi 4, kondisi 5, dan kondisi 6 terlihat bahwa sabo GE-13 sudah tidak bisa menahan aliran sedimen sehingga melebar ke kanan masuk ke dusun Gungan, dan dusun Srodukan serta ke kiri masuk ke dusun Baselan.

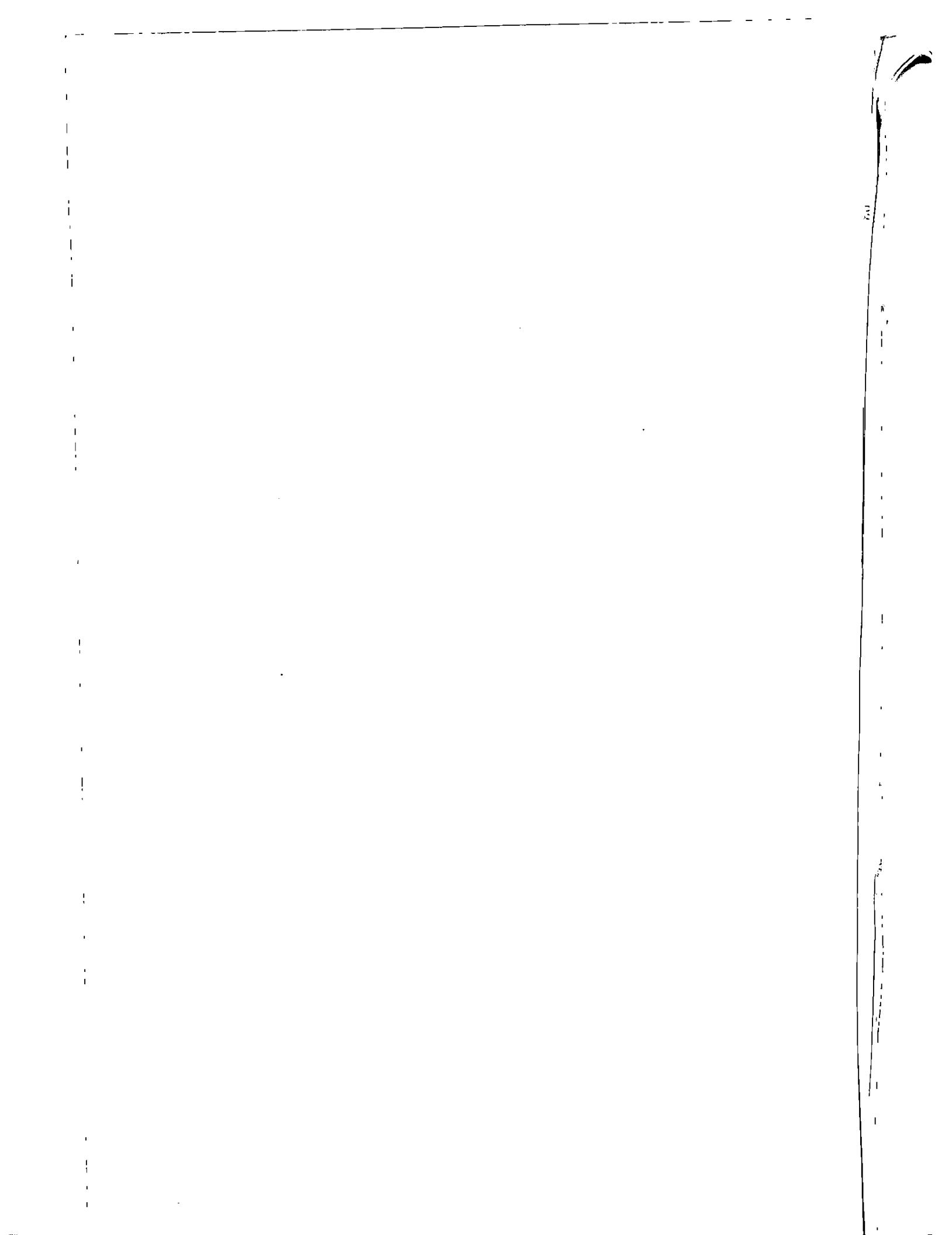


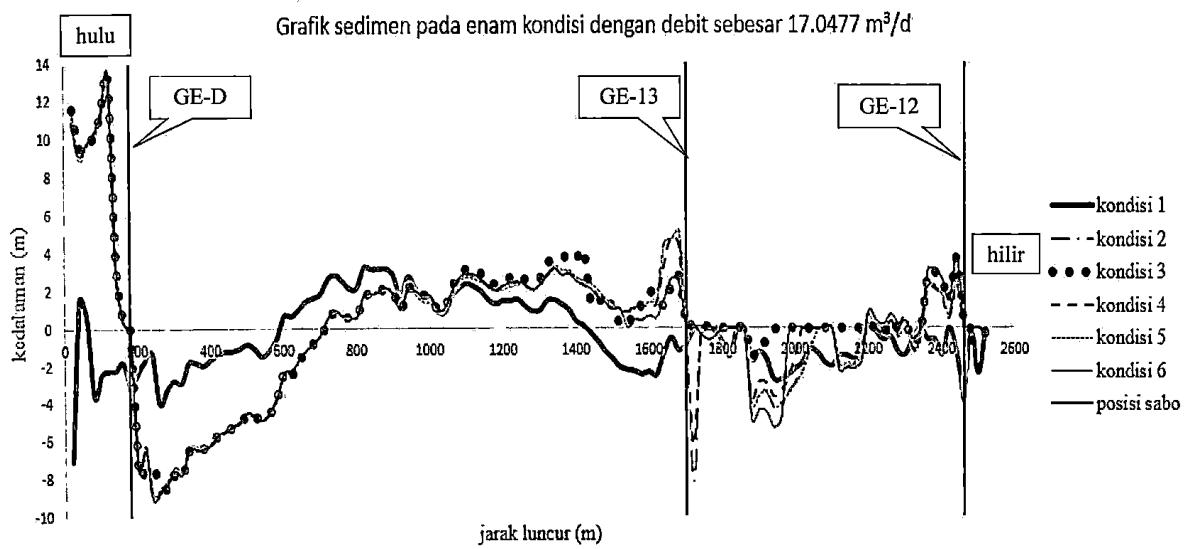
Gambar 5.36 Hasil Simulasi Lahar kondisi 1, kondisi 2 dan kondisi 3



Gambar 5.37 Hasil Simulasi Lahar kondisi 4, kondisi 5 dan kondisi 6 pada waktu 5 jam 30 menit dengan debit sebesar  $17.0477 \text{ m}^3/\text{d}$

Dari keenam kondisi hasil simulasi aliran debris dengan debit sebesar  $17.0477 \text{ m}^3/\text{d}$  didapat grafik sebaran sedimen dan erosi yang dapat dilihat pada Gambar 5.38. Dalam grafik tersebut dapat mengetahui jumlah sedimen dan erosi





Gambar 5.38 Grafik Sedimen dan Erosi dengan debit sebesar  $17.0477 \text{ m}^3/\text{d}$

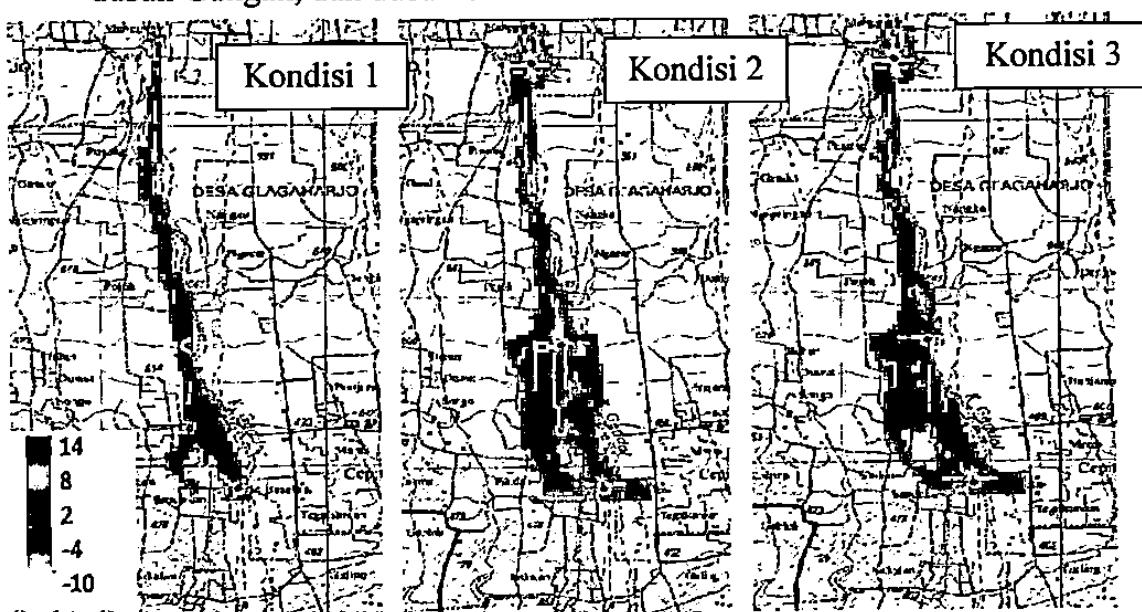
Berdasarkan hasil simulasi serta grafik erosi dan sedimen di atas, diperoleh data jumlah sedimen dan erosi pada hulu dan hilir sabo yang dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 5.21 Sedimen dan Erosi pada hulu dan hilir sabo waktu 5 jam 30 menit

Kondisi	Hulu		Hilir	
	Sedimen (m)	Erosi (m)	Sedimen (m)	Erosi (m)
1	2.096	-19.34	0	-2.796
2	69.024	0	0	-0.43937
3	69.772	0	0	-0.3714
4	68.384	0	0.00121	-0.4215
5	66.772	0	0	-0.36678
6	68.792	0	0	-0.42061

12. Hasil simulasi lahar pada waktu 6 jam dengan debit sebesar  $13.9558 \text{ m}^3/\text{d}$

Hasil simulasi lahar pada waktu 6 jam, pada kondisi 1 terlihat aliran sedimen mulai keluar dari arah aliran sungai. Pada kondisi 3 terlihat aliran sedimen melebar kanan pada posisi sabo GE-13 sehingga masuk ke dusun Gungan, dusun Srodokan dan dusun Besalen. Sedangkan kondisi 2, kondisi 4, kondisi 5, dan kondisi 6 terlihat bahwa sabo GE-13 sudah tidak bisa menahan aliran sedimen sehingga melebar ke kanan masuk ke dusun Gungan, dan dusun Srodukan serta ke kiri masuk ke dusun Baselan.

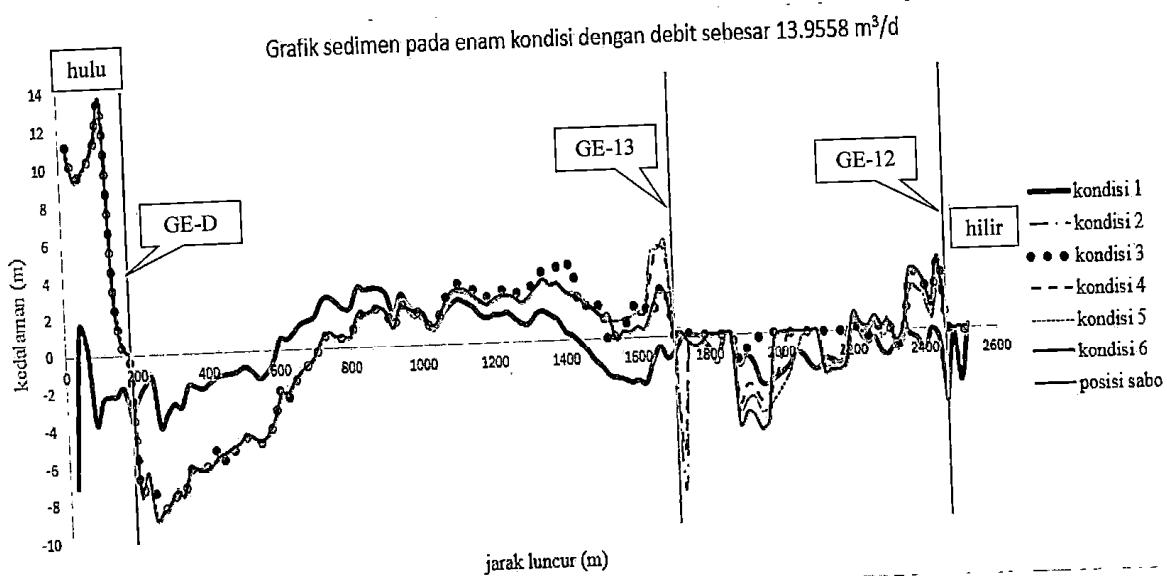


Gambar 5.39 Hasil Simulasi Lahar kondisi 1, kondisi 2 dan kondisi 3



Gambar 5.40 Hasil Simulasi Lahar kondisi 4, kondisi 5, dan kondisi 6 pada waktu 6 jam dengan debit sebesar  $13.9558 \text{ m}^3/\text{d}$

Dari keenam kondisi hasil simulasi aliran debris dengan debit sebesar  $13.9558 \text{ m}^3/\text{d}$  didapat grafik sebaran sedimen dan erosi yang dapat dilihat pada Gambar 5.41. Dalam grafik tersebut dapat mengetahui jumlah sedimen dan erosi



Gambar 5.41 Grafik Sedimen dan Erosi dengan debit sebesar  $13.9558 \text{ m}^3/\text{d}$

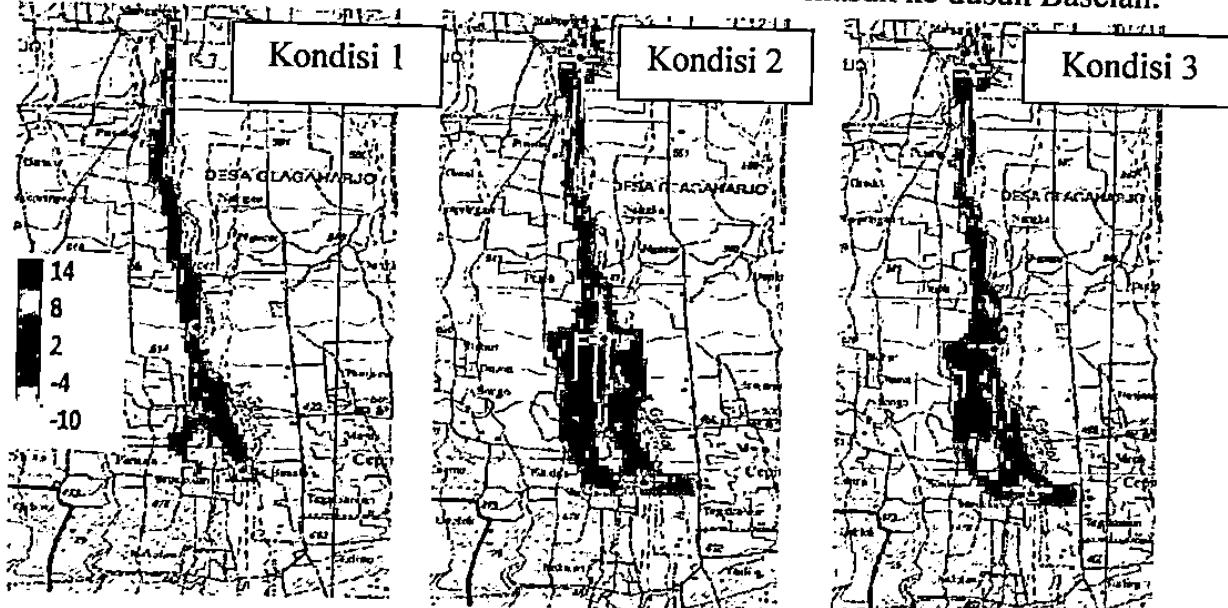
Berdasarkan hasil simulasi serta grafik erosi dan sedimen di atas, diperoleh data jumlah sedimen dan erosi pada hulu dan hilir sabo yang dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 5.22 Sedimen dan Erosi pada hulu dan hilir sabo waktu 6 jam

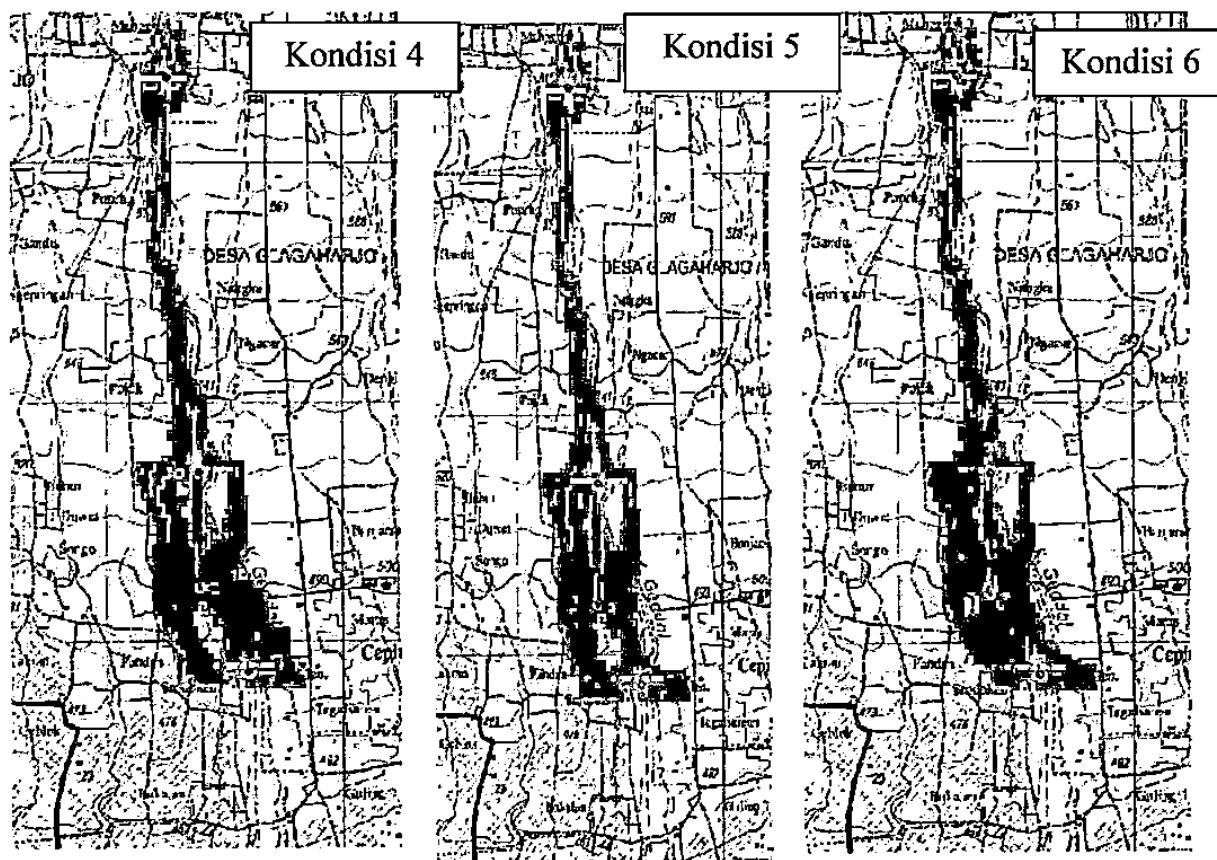
Kondisi	Hulu		Hilir	
	Sedimen (m)	Erosi (m)	Sedimen (m)	Erosi (m)
1	2.096	-19.27	0.124	-3.187
2	68.954	0	0	-0.43937
3	69.682	0	0	-0.3694
4	68.814	0	0.00121	-0.4215
5	68.332	0	0	-0.36578
6	69.282	0	0	-0.42061

13. Hasil simulasi lahar pada waktu 6 jam 30 menit dengan debit sebesar  $11.4394 \text{ m}^3/\text{d}$

Hasil simulasi lahar pada waktu 6 jam 30 menit, pada kondisi 1 terlihat aliran sedimen mulai keluar dari arah aliran sungai. Pada kondisi 3 terlihat aliran sedimen melebar kanan pada posisi sabo GE-13 sehingga masuk ke dusun Gungan, dusun Srodokan dan dusun Besalen. Sedangkan kondisi 2, kondisi 4, kondisi 5, dan kondisi 6 terlihat bahwa sabo GE-13 sudah tidak bisa menahan aliran sedimen sehingga melebar ke kanan masuk ke dusun Gungan, dan dusun Srodukan serta ke kiri masuk ke dusun Baselan.

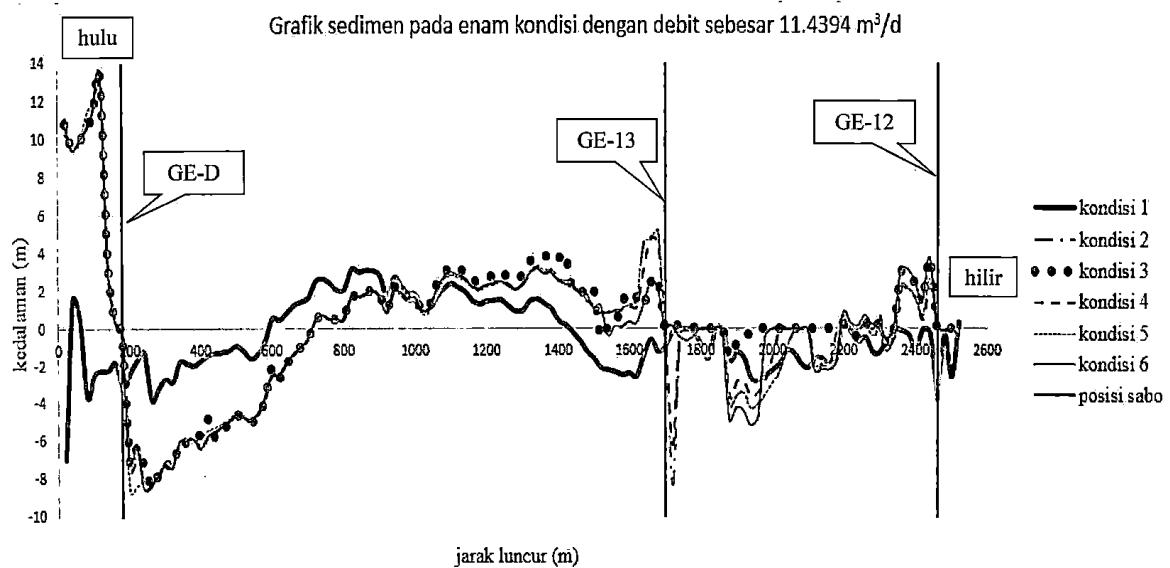


Gambar 5.42 Hasil Simulasi Lahar kondisi 1, kondisi 2 dan kondisi 3



Gambar 5.43 Hasil Simulasi Lahar kondisi 4, kondisi 5, dan kondisi 6  
pada waktu 6 jam 30 menit dengan debit sebesar  $11.4394 \text{ m}^3/\text{d}$

Dari keenam kondisi hasil simulasi aliran debris dengan debit sebesar  $11.4394 \text{ m}^3/\text{d}$  didapat grafik sebaran sedimen dan erosi yang dapat dilihat pada Gambar 5.44. Dalam grafik tersebut dapat mengetahui jumlah sedimen dan erosi



Gambar 5.44 Grafik Sedimen dan Erosi dengan debit sebesar  $11.4394 \text{ m}^3/\text{d}$

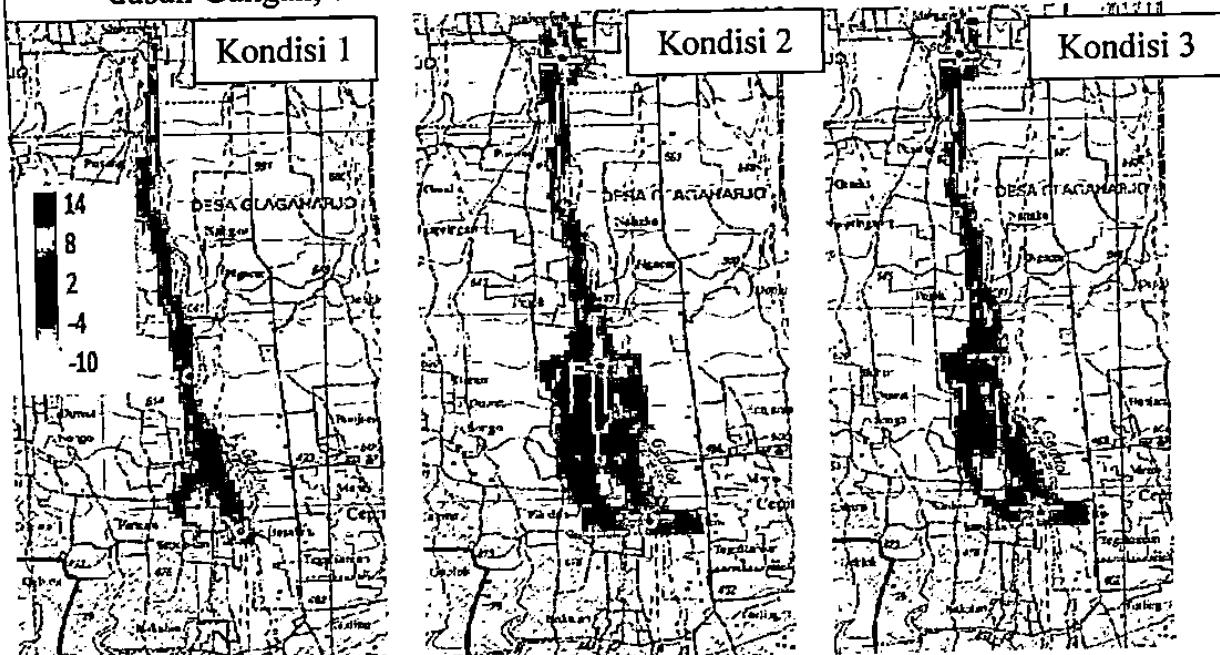
Berdasarkan hasil simulasi serta grafik erosi dan sedimen di atas, diperoleh data jumlah sedimen dan erosi pada hulu dan hilir sabo yang dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 5.23 Sedimen dan Erosi pada hulu dan hilir sabo waktu 6 jam 30 menit

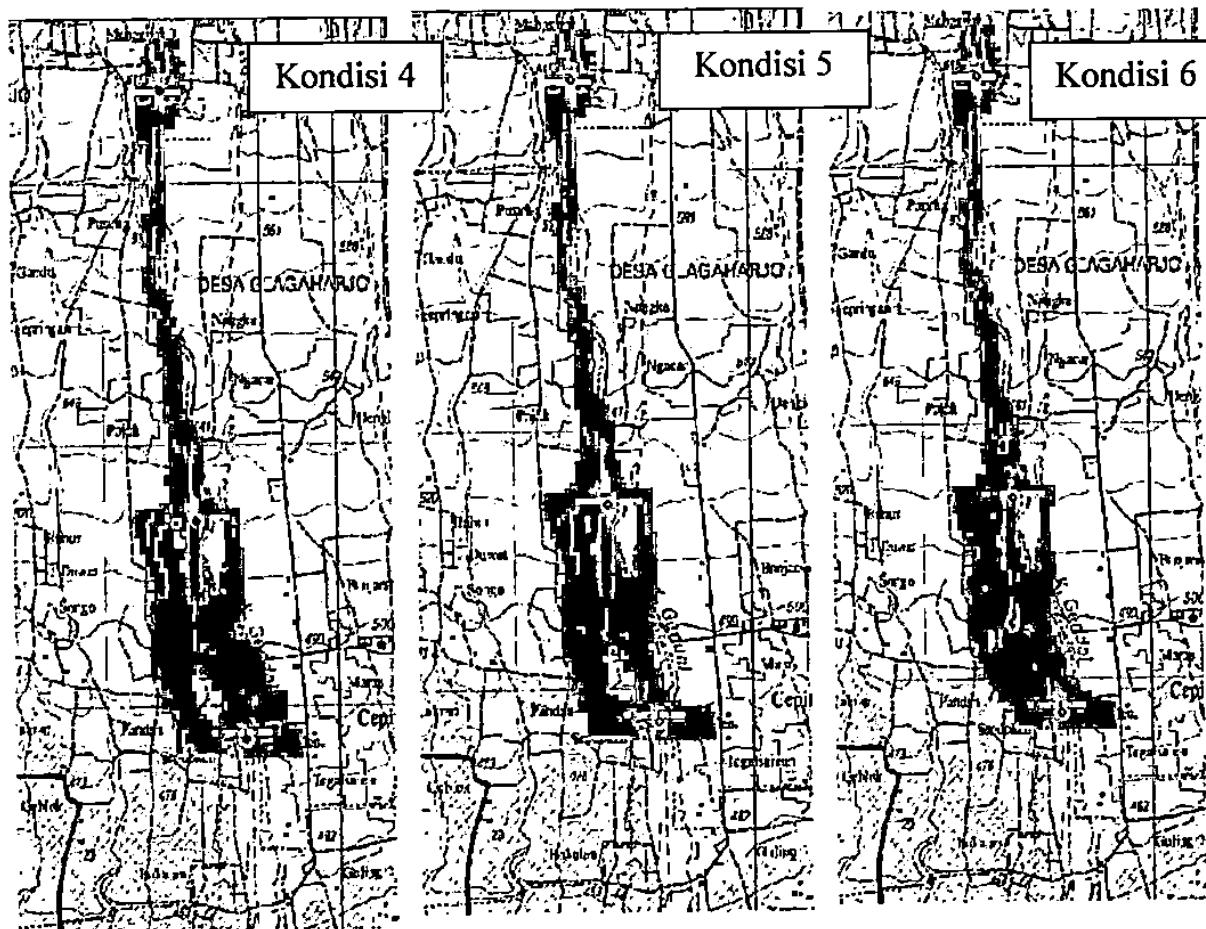
Kondisi	Hulu		Hilir	
	Sedimen (m)	Erosi (m)	Sedimen (m)	Erosi (m)
1	2.096	-19.23	0.348	-2.877
2	69.234	0	0	-0.43937
3	69.462	0	0	-0.3694
4	69.304	0	0.00121	-0.4215
5	69.642	0	0	-0.36578
6	69.422	0	0	-0.42061

#### 14. Hasil simulasi lahar pada waktu 7 jam dengan debit sebesar $9.4208 \text{ m}^3/\text{d}$

Hasil simulasi lahar pada jam waktu 7 jam, pada kondisi 1 terlihat aliran sedimen mulai keluar dari arah aliran sungai. Pada kondisi 3 terlihat aliran sedimen melebar kanan pada posisi sabo GE-13 sehingga masuk ke dusun Gungan, dusun Srodokan dan dusun Besalen. Sedangkan kondisi 2, kondisi 4, kondisi 5, dan kondisi 6 terlihat bahwa sabo GE-13 sudah tidak bisa menahan aliran sedimen sehingga melebar ke kanan masuk ke dusun Gungan, dan dusun Srodukan serta ke kiri masuk ke dusun Baselan.



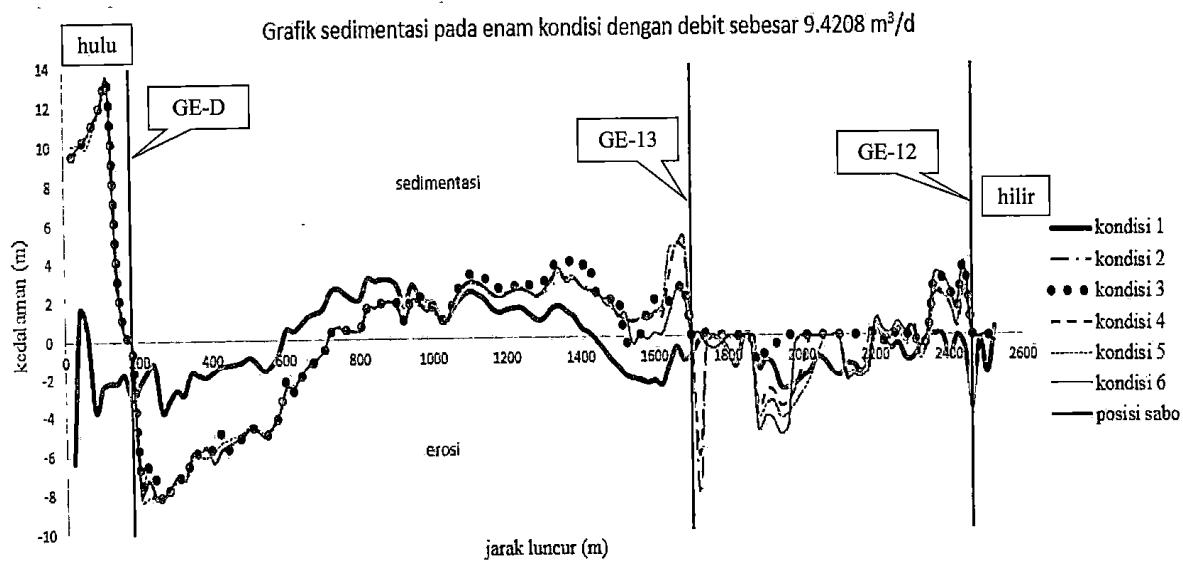
Gambar 5.45 Hasil Simulasi Lahar kondisi 1, kondisi 2, dan kondisi 3



Gambar 5.46 Hasil Simulasi Lahar kondisi 4, kondisi 5 dan kondisi 6

pada waktu 7 jam dengan debit sebesar  $9.4208 \text{ m}^3/\text{d}$

Dari keenam kondisi hasil simulasi aliran debris dengan debit sebesar  $9.4208 \text{ m}^3/\text{d}$  didapat grafik sebaran sedimen dan erosi yang dapat dilihat pada Gambar 5.47. Dalam grafik tersebut dapat mengetahui jumlah sedimen dan erosi



Gambar 5.47 Grafik Sedimen dan Erosi dengan debit sebesar  $9.4208 \text{ m}^3/\text{d}$

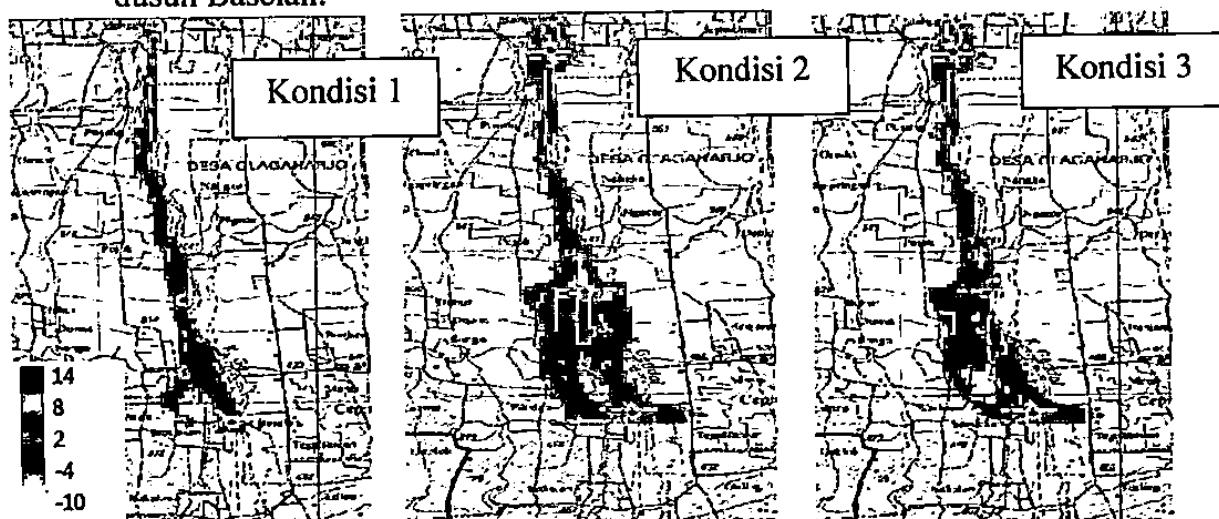
Berdasarkan hasil simulasi serta grafik erosi dan sedimen di atas, diperoleh data jumlah sedimen dan erosi pada hulu dan hilir sabo yang dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 5.24 Sedimen dan Erosi pada hulu dan hilir sabo waktu 7 jam

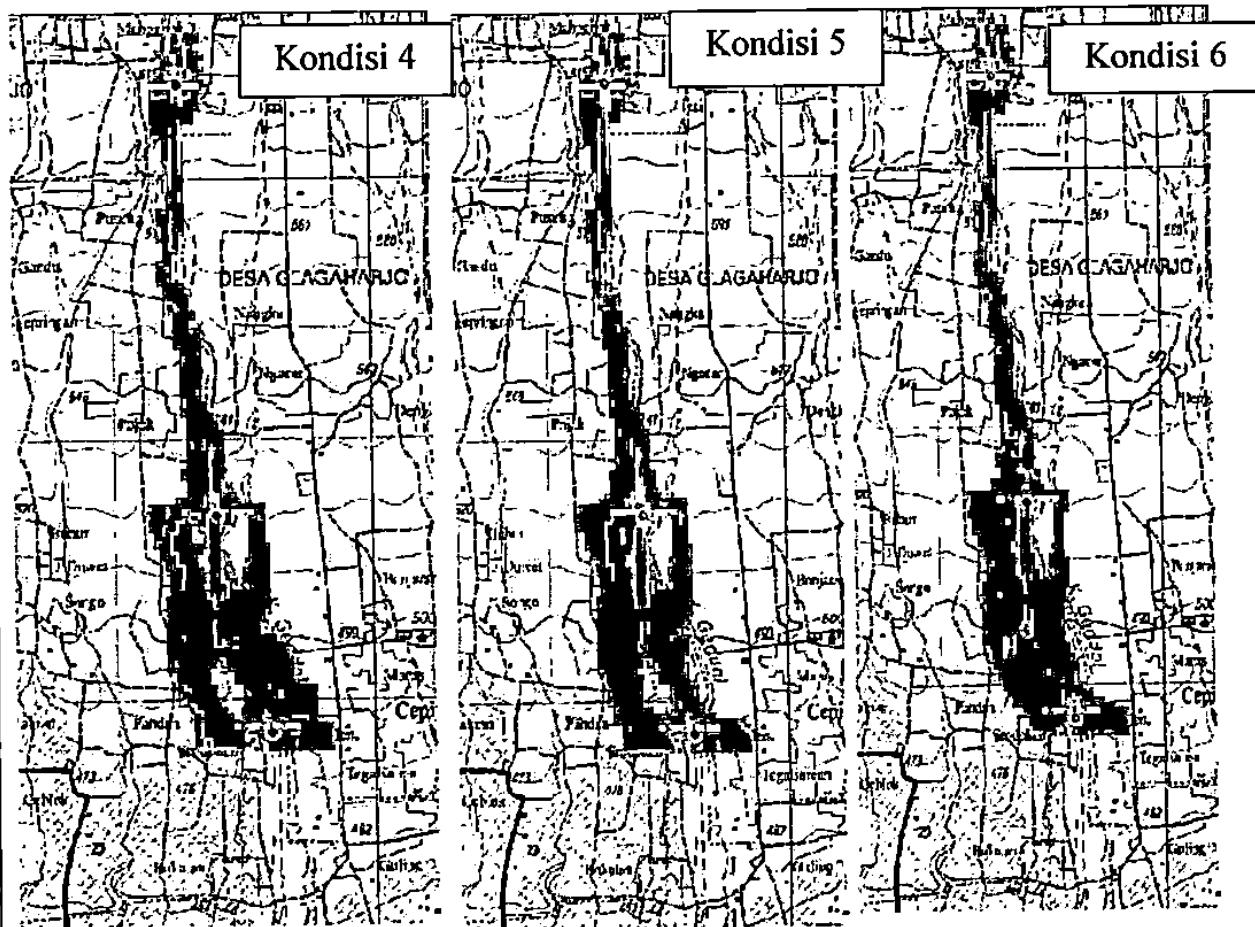
Kondisi	Hulu		Hilir	
	Sedimen (m)	Erosi (m)	Sedimen (m)	Erosi (m)
1	2.096	-18.57	0.404	-2.277
2	69.804	0	0	-0.43937
3	71.032	0	0	-0.3694
4	70.684	0	0.00121	-0.4215
5	70.272	0	0	-0.36578
6	70.992	0	0	-0.42061

15. Hasil simulasi lahar pada waktu 7 jam 30 menit dengan debit sebesar  $7.9804 \text{ m}^3/\text{d}$

Hasil simulasi lahar pada waktu 7 jam 30 menit, pada kondisi 1 terlihat aliran sedimen mulai keluar dari arah aliran sungai. Pada kondisi 3 terlihat aliran sedimen melebar kanan pada posisi sabo GE-13 sehingga masuk ke dusun Gungan, dusun Srodokan dan dusun Besalen. Sedangkan kondisi 2, kondisi 4, kondisi 5 dan kondisi 6 terlihat bahwa sabo GE-13 sudah tidak bisa menahan aliran sedimen sehingga melebar ke kanan masuk ke dusun Gungan, dan dusun Srodukan serta ke kiri masuk ke dusun Baselan.

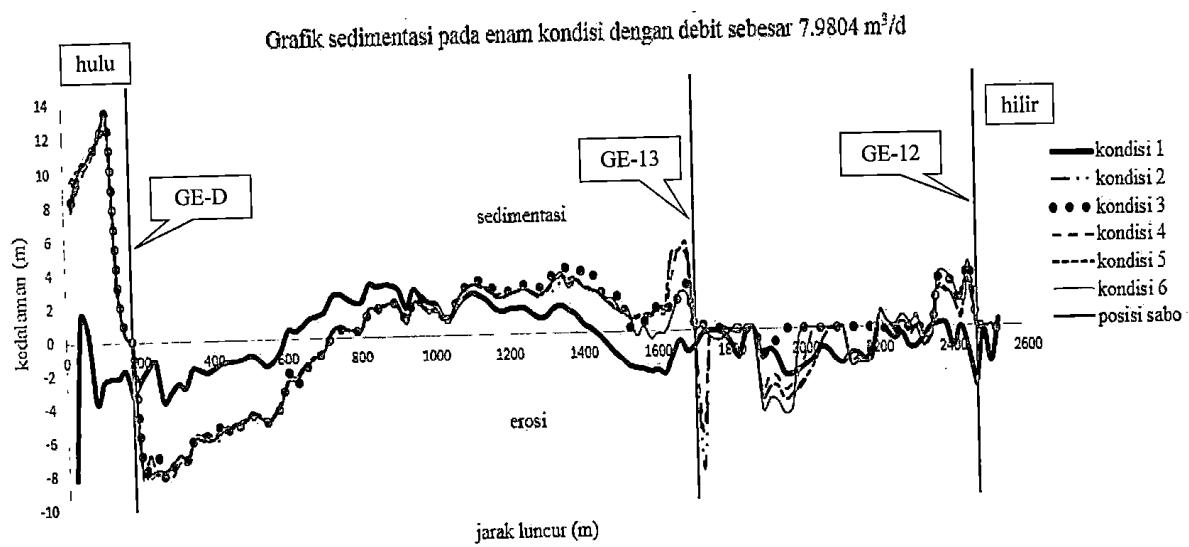


Gambar 5.48 Hasil Simulasi kondisi 1, kondisi 2, dan kondisi 3



Gambar 5.49 Hasil Simulasi kondisi 4, kondisi 5, dan kondisi 6 pada waktu 7 jam 30 menit dengan debit sebesar  $7.9804 \text{ m}^3/\text{d}$

Dari keenam kondisi hasil simulasi aliran debris dengan debit sebesar  $7.9804 \text{ m}^3/\text{d}$  didapat grafik sebaran sedimen dan erosi yang dapat dilihat pada Gambar 5.50. Dalam grafik tersebut dapat mengetahui jumlah sedimen dan erosi



Gambar 5.50 Grafik Sedimen dan Erosi dengan debit sebesar  $7.9804 \text{ m}^3/\text{d}$

Berdasarkan hasil simulasi serta grafik erosi dan sedimen di atas, diperoleh data jumlah sedimen dan erosi pada hulu dan hilir sabo yang dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 5.25 Sedimen dan Erosi pada hulu dan hilir sabo waktu 7 jam 30 menit

Kondisi	Hulu		Hilir	
	Sedimen (m)	Erosi(m)	Sedimen (m)	Erosi (m)
1	2.096	-20.42	0.347	-2.447
2	68.234	0	0	-0.43937
3	69.972	0	0	-0.3694
4	68.494	0	0	-0.4215
5	70.402	0	0	-0.36578
6	70.122	0	0	-0.42061

#### E. Luasan Daerah Terdampak

Dengan mengetahui luasan daerah terdampak merupakan salah satu usaha mengetahui dimensi bangunan sabo manakah yang efektif dalam mengatasi aliran sedimen, karena semakin kecil luas daerah terdampak, maka semakin baik atau efektif bangunan sabo tersebut. Luas terdampak dihitung dengan menggunakan program *ArcGis.Map* dengan data yang dipakai adalah data register dan hasil simulasi aliran *debris*. Tampilan hasil simulasi aliran *debris* dalam program *ArcGis.Map* berupa gambar sebaran aliran sedimen, kemudian dihitung manual dengan cara *block* gambar sebaran aliran sedimen dan klik *icon measure an area*. Hasil luas terdampak dapat dilihat pada tabel 5.26 dan dapat dikatakan bahwa luas daerah terdampak yang paling kecil adalah pada kondisi 1 yaitu sebesar 0,2419 Km<sup>2</sup> atau alternatif lain adalah kondisi 3 luas area terdampak sebesar 0,4270 Km<sup>2</sup>. Luas penampang bangunan sabo ini tidak ikut dihitung sebagai luas area terdampak karena elevasi permukaan tanah asli lebih rendah dibandingkan dengan elevasi permukaan bangunan sabo sehingga melebar ke samping.

Tabel 5.26 Luas Daerah Terdampak

Kondisi	Luas Area yang Tedampar	
1	0.2419	km <sup>2</sup>
2	0.5023	km <sup>2</sup>
3	0.4270	km <sup>2</sup>
4	0.5056	km <sup>2</sup>
5	0.4814	km <sup>2</sup>
6	0.4666	km <sup>2</sup>