

Kalibrasi Hydrophone pada Pemantauan Angkutan Sedimen Dasar di Sungai Code, Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta

The Calibration of Hydrophone on Monitoring of Bedload Sediment Transportation in Code River, Sleman, Special Region of Yogyakarta

Muhammad Azka Amal, Puji Harsanto

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Abstrak. Sedimen adalah butiran-butiran yang dibawa oleh aliran air menuju suatu tempat yang kecepatan aliran airnya rendah. Ada beberapa macam cara dalam pengujian sedimen di sungai, salah satunya yaitu dengan menggunakan *hydrophone*. *Hydrophone* adalah suatu alat yang dibuat dari pipa besi dan digunakan untuk pengukuran angkutan sedimen dengan pengaplikasian gelombang yang berasal dari angkutan material tersebut. Jenis sedimen yang dapat diolah oleh *hydrophone* yaitu berupa sedimen dasar (*bedload*) yang selalu bergerak pada dasar sungai dan memiliki ukuran yang besar. Hal ini dikarenakan letak *hydrophone* yang berada pada dasar sungai. Data yang dihasilkan oleh angkutan sedimen tersebut berupa bunyi dan kemudian diolah menjadi suatu gelombang (*pulse*). Penelitian dilakukan di Terjunan Gemawang pada Sungai Code dengan tujuan untuk mengetahui ukuran butir sedimen pada sungai tersebut dengan menggunakan *hydrophone*. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui ukuran butir sedimen berdasarkan besar gelombang yang dihasilkan. Pengujian ini dilakukan dengan cara mengalirkan butiran sedimen yang memiliki ukuran sama, sehingga gelombang yang dihasilkan memiliki besar yang hampir serupa. Pengujian dilakukan dengan mengalirkan butiran sedimen dengan ukuran rata-rata 1,18 mm, 2,38 mm, 4,75 mm, 9,5 mm dan 12,5 mm dengan debit aliran yang digunakan yaitu 0,0004 m³/detik dan 0,0002 m³/detik. Dari hasil pengujian menunjukkan ukuran butir sedimen yang mampu terbaca oleh *hydrophone* yaitu sebesar > 2 mm.

Kata-kata kunci : sedimen, sedimen dasar, *hydrophone*

Abstract. *Sediments are grains carried by the flow of water to a place where the speed of water flow is low. There are several ways in sediment testing in rivers, one of which is by using a microphone. The hydrophone is a device made from iron pipes and is used for measuring sediment transport by applying waves originating from the transport of these materials. The type of sediment that can be processed by hydrophone is a basic sediment (bedload) that always moves on the river bed and has a large size. This is because the location of the hydrophone is on the riverbed. The data produced by the sediment transport is in the form of sound and then processed into a wave (pulse). The study was conducted in Gemawang River on the Code River to determine the grain size of the sediment in the river using hydrophone. This test aims to determine the grain size of sediments based on the wave size produced. This test is carried out by flowing sediment granules which have the same size so that the resulting waves have almost the same size. The test is carried out by flowing sediment granules with an average size of 1.18 mm, 2.38 mm, 4.75 mm, 9.5 mm and 12.5 mm with the flow rate used which is 0,0004 m³ / sec and 0, 0002 m³ / second. From the test results, the grain size of the sediment that can be read by hydrophones is > 2 mm.*

Keywords: sediment, bedload, hydrophone

1. Pendahuluan

Sungai adalah tempat-tempat dan wadah-wadah serta jaringan pengaliran air mulai dari mata air sampai muara dengan dibatasi kanan dan kirinya serta sepanjang pengalirannya oleh garis sempadan (PPRI, No 35 Tahun 1991). Sungai mempunyai peranan yang sangat strategis dalam kehidupan manusia dan makhluk hidup lainnya. Kota Yogyakarta dilewati oleh 3

sungai, yaitu Sungai Winongo, Sungai Code, dan Sungai Gajahwong. Sungai Code merupakan anak Sungai Opak yang melintasi pertengahan Kota Yogyakarta dan bermata air di salah satu gunung aktif, yaitu di kaki Gunung Merapi.

Sungai memiliki peranan penting untuk masyarakat yang bertempat tinggal di daerah yang dialiri oleh sungai. Sungai memiliki fungsi sebagai media

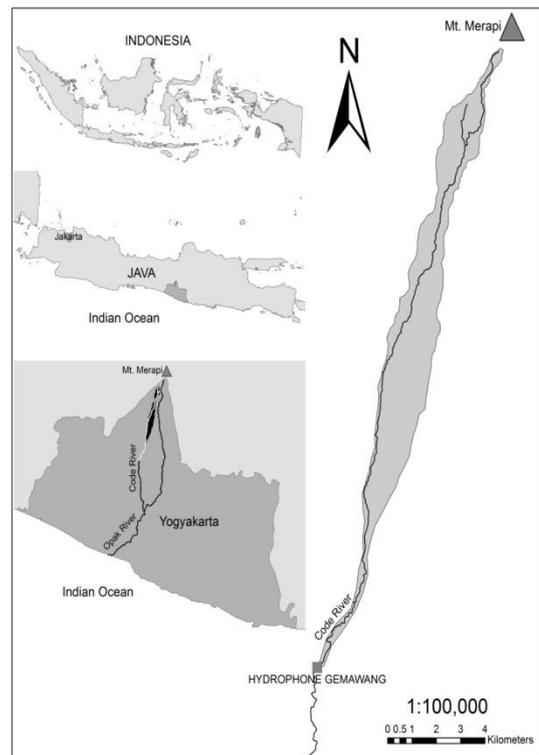
berlangsungnya proses geomorfologi, baik berupa erosi, transportasi, dan sedimentasi. Salah satu proses yang terjadi melalui sungai adalah proses sedimentasi.

Secara umum, sedimentasi yaitu suatu proses lepasnya butiran-butiran tanah dari suatu tempat dan diangkut oleh aliran air. Proses pengangkutan butiran tanah tersebut disertai dengan pengendapan oleh material lainnya. Sedimentasi yang terjadi di Sungai Code membawa berbagai macam ukuran butiran dari letusan gunung merapi. Material ini mengakibatkan terjadinya endapan yang nantinya akan mengubah penampang sungai dan menyebabkan pendangkalan pada sungai. Oleh karena itu perlu ada pemantauan sedimentasi, maka penelitian ini dibuat untuk mengetahui apakah metode *hydrophone* dapat digunakan untuk pemantauan angkutan sedimen pada Sungai Code.

Hydrophone yaitu teknik pengukuran sedimen yang dilakukan dengan cara pengaplikasian gelombang yang diberikan oleh angkutan material yang mengenai suatu pipa besi. Data yang dihasilkan yaitu suatu bunyi yang dikonversikan kedalam bentuk gelombang (*pulse*). Dengan demikian, akan didapatkan ukuran butir dari sedimen tersebut. Pada penelitian ini, *hydrophone* terletak di dasar Terjunan Gemawang, Sungai Code, Kecamatan Mlati, Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta.

2. Lokasi Penelitian

Penelitian angkutan sedimen dasar ini berlokasi di Terjunan Gemawang, Sungai Code, Kecamatan Mlati, Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta. Titik koordinat dari letak alat *hydrophone* pada Sungai Code yang didapatkan yaitu $7^{\circ}45'24,6''S$ dan $110^{\circ}22'17,1''E$. Pada lokasi ini juga terdapat alat untuk mengukur tinggi muka air AWLR (*Automatic Water Level Recorder*). Lokasi penelitian akan terdapat pada Gambar 1, dan untuk alat pemantauan akan ditampilkan pada Gambar 2.



Gambar 1 Lokasi *hydrophone* di Gemawang



Gambar 2 Alat pemantauan tinggi muka air dan sedimen di Terjunan Gemawang

3. Landasan Teori *Sungai*

Sungai merupakan torehan di permukaan bumi yang merupakan penampung dan penyalur alamiah aliran air, material yang dibawa dari bagian hulu ke bagian hilir suatu daerah pengaliran ke tempat yang lebih rendah dan akhirnya bermuara ke laut (Soewarno,1991). Kota Yogyakarta secara umum dialiri oleh 3 sungai, yakni Sungai Code, Sungai Winongo, dan Sungai Gajahwong.

Sungai Code

Sungai Code memiliki panjang sekitar 45 km. Sungai Code juga merupakan anak dari sungai Opak yang melintasi daerah Kota Yogyakarta. Sungai Code memiliki luas DAS (Daerah Aliran Sungai) sebesar $\pm 62,191$ km². Sungai code bermata air di daerah kaki Gunung Merapi dan bermuara pada Sungai Opak kemudian berlanjut ke Samudera Indonesia.

Erupsi Merapi

Gunung Merapi yang berada di wilayah Jawa Tengah dan Yogyakarta adalah salah satu gunung aktif di dunia. 20 September 2010, gunung ini meningkat statusnya dari Normal menjadi Waspada, dan selanjutnya ditingkatkan menjadi Siaga (Level III) pada 21 Oktober 2010. Sejak 25 Oktober 2010, kegiatan Gunung Merapi dari Siaga menjadi Awas (Level IV), dan pada 26 Oktober 2010 mengalami erupsi awal hingga awal November 2010. Erupsi semacam ini memiliki siklus rata-rata 100-150 tahun sekali (Mulyaningsih (2006) dalam Aisyah dan Purnamawati (2010)).

Angkutan Sedimen

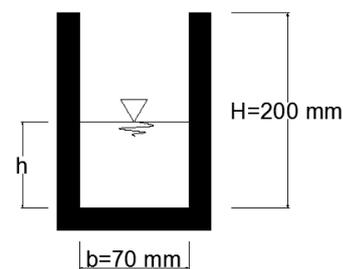
Sedimen secara umum merupakan tanah atau bagian-bagian tanah yang terangkut oleh air dari suatu tempat yang mengalami erosi pada suatu daerah aliran sungai (DAS) dan masuk kedalam suatu badan air. Proses terjadinya sedimentasi yaitu mengendapnya material hasil erosi dan dibawa oleh aliran air pada suatu tempat yang kecepatan alirannya rendah (Arsyad, 2000).

Hydrophone

Hydrophone adalah tipe pipa baja Jepang yang berfungsi untuk pemantauan sedimen dasar dengan cara merekam partikel sedimen dengan mikrofon (Mizuyama, 2011). Apabila suatu sedimen dasar mengenai pipa besi yang berada pada dasar saluran, mikrofon akan mendeteksi benturan tersebut lalu dikonversikan menjadi gelombang atau *pulse*.

4. Metode Penelitian

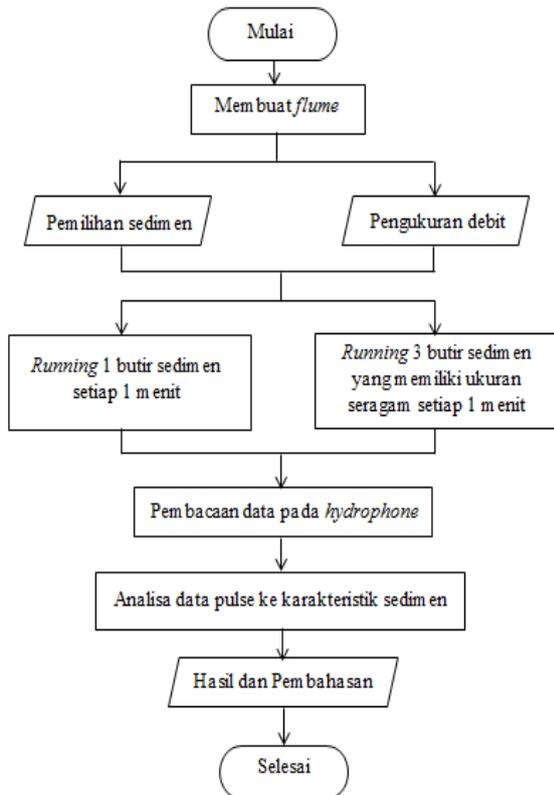
Metode penelitian yaitu dengan menggunakan data primer dan data sekunder. Data primer pada penelitian ini berupa debit aliran dan data gelombang (*pulse*) yang dihasilkan dari material sedimen yang mengenai pipa hydrophone yang berada di dasar sungai yang berlokasi di Terjunan Gemawang. Ukuran penampang *flume* akan ditampilkan pada Gambar 3 dan perhitungan debit akan ditampilkan pada poin (a) dan (b). Pengumpulan data sekunder yang dilakukan yaitu berupa pengambilan koordinat lokasi untuk penelitian ini di daerah Sungai Code. Bagan alir dari penelitian akan ditampilkan pada Gambar 4.



Gambar 3 Ukuran penampang *flume*

- a. Perhitungan debit 1
- | | |
|-------------------------|---|
| Tinggi penampang (H) | = 0,2 m |
| Lebar penampang (b) | = 0,07 m |
| Tinggi muka air (h) | = 0,012 m |
| Panjang (l) | = 2 m |
| Kecepatan 1 (t1) | = 4,1 detik |
| Kecepatan 2 (t2) | = 4,17 detik |
| Kecepatan 3 (t3) | = 4,36 detik |
| Kecepatan rata-rata (t) | = 4,21 detik |
| Luas penampang (A) | = $h \times b$
= 0,00084 m ² |
| Kecepatan aliran (v) | = l/t
= 0,48 m/dt |
| Debit (Q) | = $A \times v$
= 0,0004 m ³ /dt |
- b. Perhitungan debit 2
- | | |
|-------------------------|--|
| Tinggi penampang (H) | = 0,2 m |
| Lebar penampang (b) | = 0,07 m |
| Tinggi muka air (h) | = 0,009 m |
| Panjang (l) | = 2 m |
| Kecepatan 1 (t1) | = 5,98 detik |
| Kecepatan 2 (t2) | = 6,15 detik |
| Kecepatan 3 (t3) | = 6,06 detik |
| Kecepatan rata-rata (t) | = 6,06 detik |
| Luas penampang (A) | = $h \times b$
= 0,00063 m ² |

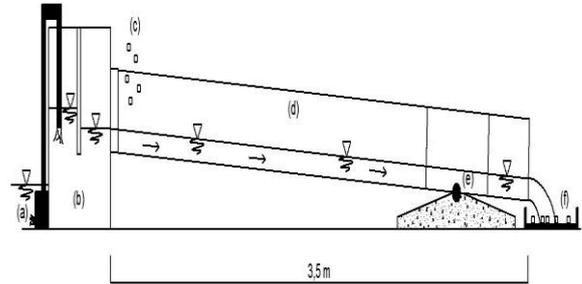
$$\begin{aligned} \text{Kecepatan aliran (v)} &= l/t \\ &= 0,33 \text{ m/dt} \\ \text{Debit (Q)} &= A \times v \\ &= 0,0002 \text{ m}^3/\text{dt} \end{aligned}$$



Gambar 4. Bagan alir penelitian

Pada pengujian ini digunakan sebuah saluran (flume) berukuran panjang 3 meter dengan lebar 10 cm dan tinggi 20 cm dengan slope sebesar 0,05% yang diposisikan pada hilir hydrophone yang telah terpasang diatas tubuh bendung. Pada pengujian ini, kinerja hydrophone dicek dengan menggunakan 1 dan 3 butir sedimen yang memiliki beragam ukuran (1,18 mm, 2,38 mm, 4,75 mm, 9,5 mm dan 12,5 mm) yang dialirkan pada dasar flume. Sedimen dijatuhkan pada bagian hulu flume dengan jarak waktu 1 menit, karena kemampuan hydrophone dalam membaca data dilakukan setiap jangka waktu 1 menit. 1 butir sedimen dijatuhkan sebanyak 10 kali percobaan (10 menit), dan 3 butir sedimen dijatuhkan sebanyak 5 kali percobaan (5 menit). Debit aliran di hulu saluran dialirkan dengan menggunakan pompa kedalam bak penampung hingga air mengalir pada flume dan menggerakkan butiran sedimen pada dasar saluran dan kemudian aliran air tersebut membawa

material ke arah pipa *hydrophone* hingga mengenai pipa dari *hydrophone* tersebut. Sketsa pada *flume* akan ditampilkan pada Gambar 5 dan Foto proses kalibrasi *hydrophone* akan ditampilkan pada Gambar 6.



Gambar 5 (a) pompa, (b) bak penampung, (c) titik penjatuhan sedimen, (d) flume, (e) *hydrophone*, (f) tangki hilir



Gambar 6 Foto proses kalibrasi *hydrophone*

Dari pengujian yang dilakukan di lapangan, *hydrophone* menampilkan data-data hasil pembacaan berupa waktu pengujian, *DiffVolt*, dan HP. Contoh hasil pembacaan *hydrophone* akan ditampilkan pada Tabel 1

Tabel 1 Contoh data dari pembacaan *hydrophone*

Date Time	DiffVolt	HP1	HP2	HP3	HP4
9:41	0.013	1	0	0	0
9:42	0.019	1	0	0	0
9:43	0.056	4	0	0	0
9:44	0	2	0	0	0
9:45	0.098	4	2	0	0
9:46	0	0	0	0	0
9:47	0.095	6	0	0	0
9:48	0	3	0	0	0
9:49	0	0	0	0	0
9:50	0.169	5	1	0	0
9:51	0.019	4	0	0	0
9:52	0.03	8	0	0	0
9:53	0.126	9	0	0	0
9:54	0.083	5	1	0	0
9:55	0.039	7	0	0	0

5. Hasil

Dari hasil penelitian didapatkan besaran *pulse* yang dihasilkan dari sejumlah material yang memiliki ukuran yang berbeda-beda. Besar dari ukuran material dan kecepatan aliran akan mempengaruhi pergerakan dari sedimen. Pengujian dilakukan dengan menggunakan dua debit yang berbeda yang diatur menggunakan katup.

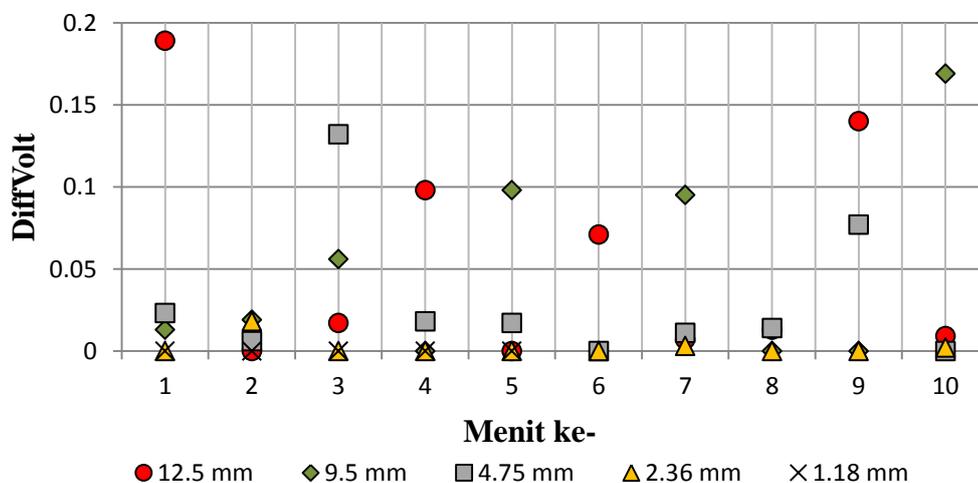
Pengujian debit 1 dilakukan dengan cara meletakkan 1 dan 3 butir kerikil yang memiliki ukuran butiran rata-rata 1,18 mm, 2,38 mm, 4,75 mm, 9,5 mm dan 12,5 mm dengan debit (Q) sebesar 0,0004 m³/detik. Data dari pengujian debit 1 dengan 1 butir kerikil akan ditampilkan pada Tabel 1 dan grafik perbedaan gelombang akan

ditampilkan pada Gambar 6, sedangkan data dari pengujian debit 1 dengan 3 butir kerikil akan ditampilkan pada Tabel 2 dan grafik perbedaan gelombang akan ditampilkan pada Gambar 7.

Hasil pengujian debit 2 dilakukan dengan cara meletakkan 1 dan 3 butir kerikil yang memiliki ukuran butiran rata-rata 1,18 mm, 2,38 mm, 4,75 mm, dan 9,5 mm dengan debit (Q) sebesar 0,0002 m³/detik. Data dari pengujian debit 2 dengan 1 butir kerikil akan ditampilkan pada Tabel 3 dan grafik perbedaan gelombang akan ditampilkan pada Gambar 8, sedangkan data dari pengujian debit 2 dengan 3 butir kerikil akan ditampilkan pada Tabel 4 dan grafik perbedaan gelombang akan ditampilkan pada Gambar 9.

Tabel 2 Data perbedaan gelombang 1 butir kerikil pada debit 1

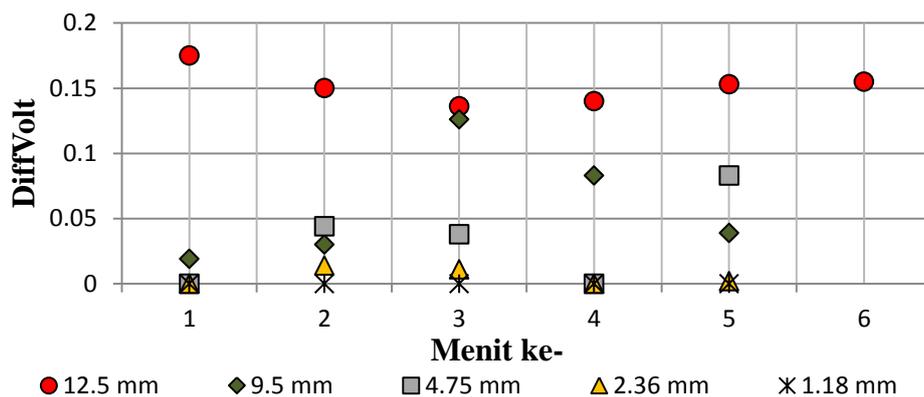
Menit ke-	DiffVolt				
	9.5 mm	4.75 mm	2.36 mm	1.18 mm	12.5 mm
1	0.013	0.023	0	0	0.189
2	0.019	0.006	0.018	0	0
3	0.056	0.132	0	0	0.017
4	0	0.018	0	0	0.098
5	0.098	0.017	0	0	0
6	0	0	0		0.071
7	0.095	0.011	0.003		0.007
8	0	0.014	0		0.013
9	0	0.077	0		0.14
10	0.169	0	0.002		0.009



Gambar 7 Grafik perbedaan gelombang 1 butir kerikil pada debit 1

Tabel 3 Data perbedaan gelombang 3 butir kerikil pada debit 1

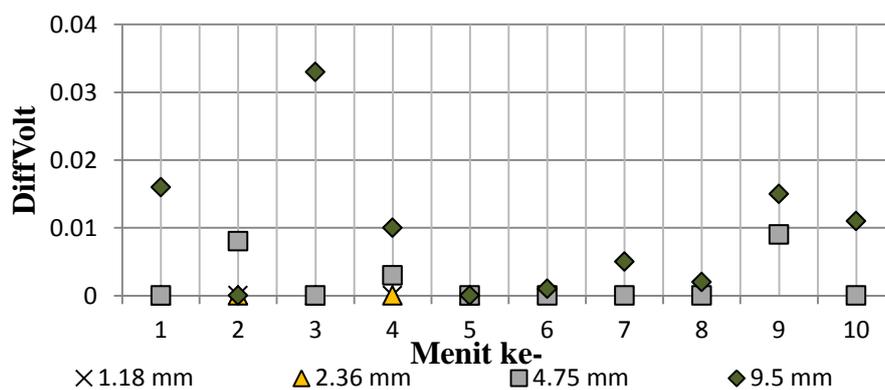
Menit ke-	DiffVolt				
	9.5 mm	4.75 mm	2.36 mm	1.18 mm	12.5 mm
1	0.019	0	0	0	0.175
2	0.03	0.044	0.014	0	0.15
3	0.126	0.038	0.011	0	0.136
4	0.083	0	0	0	0.14
5	0.039	0.083	0.002	0	0.153
6					0.155



Gambar 8 Grafik perbedaan gelombang 3 butir kerikil pada debit 1

Tabel 4 Data perbedaan gelombang 1 butir kerikil pada debit 2

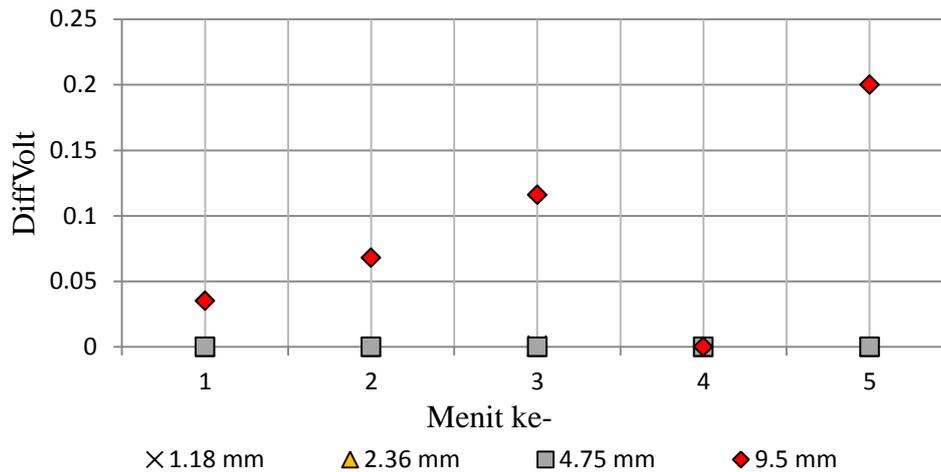
Menit ke-	DiffVolt			
	1.18 mm	2.36 mm	4.75 mm	9.5 mm
1	0	0	0	0.016
2	0	0	0.008	0
3	0	0	0	0.033
4	0	0	0.003	0.01
5	0	0	0	0
6			0	0.001
7			0	0.005
8			0	0.002
9			0.009	0.015
10			0	0.011



Gambar 9 Grafik perbedaan gelombang 1 butir kerikil pada debit 2

Tabel 5 Data perbedaan gelombang 3 butir kerikil pada debit 2

Menit ke-	DiffVolt			
	1.18 mm	2.36 mm	4.75 mm	9.5 mm
1	0	0	0	0.035
2	0	0	0	0.068
3	0.001	0	0	0.116
4	0	0	0	0
5	0	0	0	0.2



Gambar 10 Grafik perbedaan gelombang 3 butir kerikil pada debit 2

Pada penelitian dengan menggunakan debit (Q) sebesar 0,0004 m³/detik, seluruh material ditampung pada bagian hilir *flume*. Total berat yang didapatkan dari seluruh material yang telah tertampung yaitu sebesar 237,3 gram dan volume sebesar 100 ml (0,0001 m³). Penelitian menunjukkan masih terdapat nilai 0 pada kolom DiffVolt. Hal ini disebabkan karena benturan antara material uji dengan *hydrophone* tidak cukup kuat. Hal tersebut juga dapat disebabkan karena material yang digunakan memiliki berat yang berbeda, sehingga *hydrophone* tidak mampu membaca bunyi yang dihasilkan dari material tersebut dan menghasilkan nilai 0 pada data tersebut.

Pada penelitian dengan menggunakan debit (Q) sebesar 0,0002 m³/detik, total berat yang didapatkan dari seluruh material yang telah tertampung yaitu sebesar 99,8 gram dan volume sebesar 45 ml (0,000045 m³). Penelitian menunjukkan banyak terdapat nilai 0 yang dihasilkan pada data tersebut. Pada pengujian ini, nilai 0

yang muncul pada debit ini (0,0002 m³/detik) lebih banyak dari pengujian dengan debit sebelumnya (0,0004 m³/detik). Hal ini disebabkan karena material yang digunakan memiliki berat yang berbeda dan disebabkan juga karena benturan antara material uji dengan *hydrophone* tidak cukup kuat karena dorongan arus air tidak begitu kuat. Ketika dorongan dari arus air tidak cukup kuat, pergerakan dari material tersebut akan menjadi lambat dan benturan antar material dengan pipa *hydrophone* tidak cukup kuat. Ketika benturan dari material tidak cukup kuat, *hydrophone* tidak mampu membaca bunyi yang dihasilkan oleh material tersebut sehingga menghasilkan nilai 0 pada data tersebut. Hal ini menunjukkan bahwa debit aliran mempengaruhi pergerakan sedimen.

6. Kesimpulan

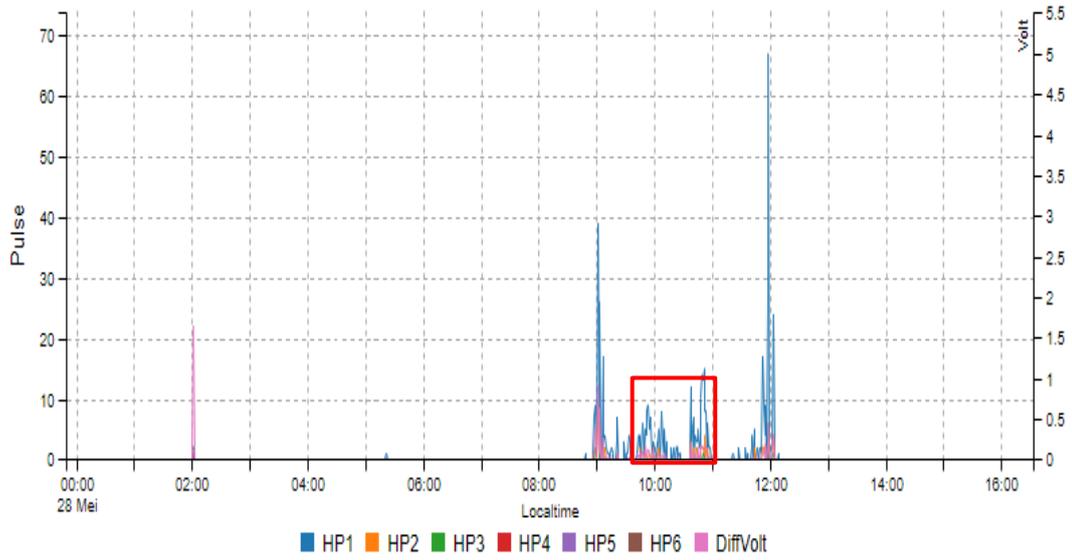
Berdasarkan hasil pengujian kalibrasi *hydrophone* dengan menggunakan kerikil, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

- a. Pada pengujian dilakukan dengan cara meletakkan 1 dan 3 butir kerikil yang memiliki ukuran butiran rata-rata 1,18 mm, 2,38 mm, 4,75 mm, 9,5 mm dan 12,5 mm dengan debit (Q) sebesar 0,0004 m³/detik dan 0,0002 m³/detik.
- b. Pada debit 1 (0,0004 m³/detik) total berat yang didapatkan dari seluruh material yang telah tertampung pada hilir *flume* yaitu sebesar 237,3 gram dengan volume sebesar 100 ml (0,0001 m³) dan pada debit 2 (0,0002 m³/detik) yaitu 99,8 gram dengan volume sebesar 45 ml (0,00045 m³).
- c. Pada pengujian dengan debit 0,0004 m³/detik masih terdapat nilai 0 pada kolom *DiffVolt*. Hal ini disebabkan karena benturan antara material uji dengan *hydrophone* tidak cukup kuat, bahkan dapat disebabkan karena material yang digunakan memiliki berat yang berbeda, sehingga *hydrophone* tidak mampu membaca bunyi ketika material tersebut mengenai pipa *hydrophone*.
- d. Pada pengujian dengan debit 0,0002 m³/detik nilai 0 yang diperoleh lebih banyak dari pengujian dengan debit sebelumnya. Hal ini disebabkan karena material yang digunakan memiliki berat yang berbeda dan dapat disebabkan juga oleh benturan antara material uji dengan *hydrophone* tidak cukup kuat karena dorongan arus air tidak begitu kuat. Ketika benturan dari material tidak cukup kuat, *hydrophone* tidak mampu membaca bunyi yang dihasilkan oleh material tersebut. Hal ini menunjukkan bahwa debit aliran mempengaruhi pergerakan sedimen.
- e. Dari pengujian dengan kedua debit, kerikil dengan ukuran butir rata-rata 1,18 mm tidak dapat terbaca, namun kerikil dengan ukuran butir rata-rata 2,38 mm dapat terbaca oleh *hydrophone*. Hal ini menunjukkan bahwa ukuran butir yang dapat terbaca oleh pipa *hydrophone* yaitu > 2 mm.

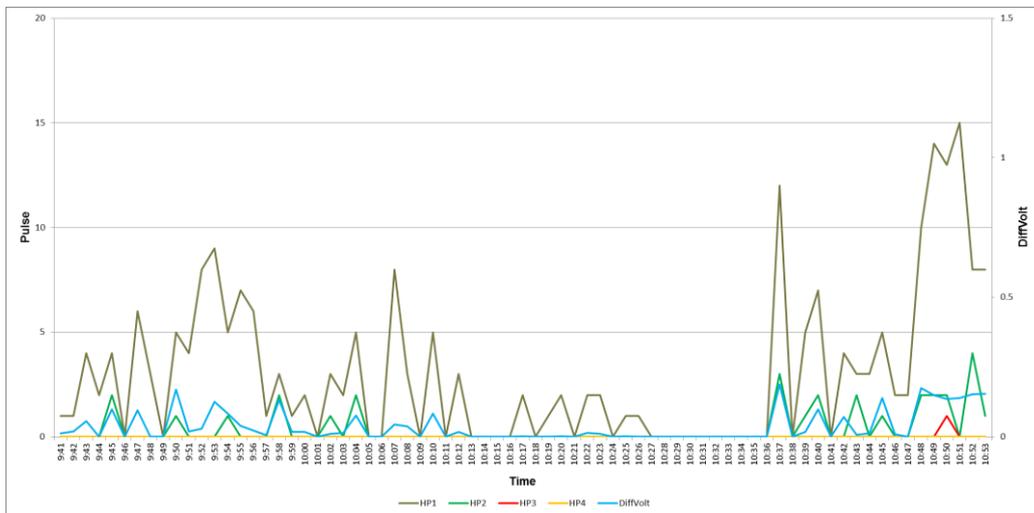
7. Daftar Pustaka

- Aisyah, N., & Purnamawati, D. I. (2012). Tinjauan dampak banjir lahar kali putih, Kabupaten Magelang pasca erupsi Merapi 2010. *Jurnal Teknologi Technoscientia*, 5(1), 19-30.
- Arsyad, S. (2000). Konservasi Tanah dan Air. UPT Produksi Media Informasi. Lembaga Sumberdaya Informasi. Institut Pertanian Bogor, IPB Press, Bogor.
- Indonesia, P. R. (1991). Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 35 tahun 1991 Tentang Sungai. Jakarta: MenteriI/Sekretaris Negara Republik Indonesia.
- Mizuyama, T., Hirasawa, R., Kosugi, K. I., Tsutsumi, D., & Nonaka, M. (2011). Sediment monitoring with a hydrophone in mountain torrents. *International Journal of Erosion Control Engineering*, 4(2), 43-47.
- Mulyaningsih, S., Sampurno, Zaim, Y., Puradimaja, D. J., Bronto, S. (2006). "Dinamika Pengendapan Lahar Permukaan Pada Alur-alur Lembah di Bagian Selatan Gunung Api Merapi, Yogyakarta" *Jurnal Geologi Indonesia*, Vol. 1 No. 3 September 2006 hal 129-142.
- Soewarno. 1991. Hidrologi Pengukuran dan Pengolahan Data Aliran Sungai (Hidrometri), Nova, Bandung.

Lampiran 1. Hasil *pulse*



Hasil *pulse* pada tanggal 28 Mei 2019



Hasil *pulse* pengujian pada tanggal 28 Mei 2019