

## Penerapan Ekohidrolik pada Hulu Sub DAS Bompon, Kabupaten Magelang, Jawa Tengah

Maola Maqdan, Andi Sungkowo, dan Ekha Yogafanny

Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknologi Mineral, UPN "Veteran" Yogyakarta  
Jl. SWK 104 Condong Catur, Depok, Sleman, Yogyakarta

E-mail korespondensi: maolamaqdan@gmail.com

### ABSTRAK

Hulu Sub DAS Bompon berada di Kabupaten Magelang, Jawa Tengah. Gerakan massa tanah dan erosi cukup sering terjadi di Sub DAS Bompon. Erosi disebabkan adanya *runoff* yang tinggi sehingga tanah maupun batuan menjadi terkikis dan material yang terkikis akan masuk ke badan sungai. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui karakteristik dan penerapan ekohidrolik pada Hulu Sub DAS Bompon. Metode survei, metode pemetaan dan metode matematis yang digunakan pada penelitian. Hasil pengukuran menunjukkan lebar sungai 1,1 m seperti saluran irigasi sawah, dengan pola pengaliran dendritik. Debit aliran sungai tertinggi sebesar 0,043 m<sup>3</sup>/s terjadi pada bulan januari, sedangkan debit aliran sungai terendah pada bulan juni sebesar 0,010 m<sup>3</sup>/s. Penerapan ekohidrolik menggunakan metode penahan tebing yaitu penanaman tebing, penutup tebing, tanaman tebing dan pagar datar serta penggunaan teras gulud.

**Kata Kunci:** Debit Aliran Sungai, Ekohidrolik, Erosi, Hulu Sungai;

### ABSTRACT

*The upstream of Bompon sub-watershed is located in Magelang Regency, Central Java. The movement of soil mass and erosion often happens at Bompon sub-watershed. The occurrence of erosion is caused by high runoff so the soil and rocks become eroded and the loose material will enter the river body. The purpose of this study is to determine the characteristics and application of eco-hydraulics in the Upper Bompon watershed. The methods used include survey, mapping methods and mathematical methods. Preparation stage were done by collecting secondary data which were used as the basis for field data collection. The field work phase include collecting primary data by crosschecking and mapping. Furthermore, measuring river flow and observing the name of the flora. The results of the study showed that the width of the river was 1.1 m, the same as rice field irrigation channel with the pattern of dendritic drainage. The highest river flow discharge was 0.043 m<sup>3</sup>/s that occur in January, while the lowest was in June with river discharge of 0.010 m<sup>3</sup>/s. Eco-hydraulic application uses cliff restraint methods, namely cliff planting, cliff cover, cliff plants, flat fences and the use of gulud terraces.*

**Keywords:** River Flow Discharge, Ecohydraulic, Erosion, Upstream.

### PENDAHULUAN

Menurut Asdak (2010) dalam Fatmawati (2016), Daerah Aliran Sungai (DAS) adalah daerah yang dibatasi oleh punggung-punggungan gunung sehingga apabila air hujan yang jatuh pada daerah tersebut akan ditampung terlebih dahulu, menyimpan air hujan dan kemudian akan dialirkan melalui sungai-sungai kecil menuju ke sungai utama, danau dan laut. Air sungai yang digunakan oleh warga pada sungai yang berada di Hulu Sub DAS Bompon yaitu untuk kegiatan sawah irigasi. Sungai mempunyai panjang sungai 2,155 km. Sungai di Hulu Sub DAS Bompon termasuk kedalam sungai periodik, dimana debit sungai tersebut tergantung musimnya, saat musim kemarau debit tersebut kecil/ tidak ada sedangkan saat musim penghujan debit sungai tersebut ada.

Kawasan Sub DAS Bompon digunakan untuk kawasan pertanian (sawah irigasi), kebun campuran, tegalan dan permukiman. Hal ini dapat menyebabkan timbulnya dampak negatif terhadap kondisi sungai

pada Hulu Sub DAS Bompon. Dampak negatif bisa dilihat pada aliran air sungai yang menjadi tidak bersih/kotor, perubahan resistensi tanah maupun batuan dan perubahan fungsi lahan.

Gerakan massa tanah dan erosi tebing sungai terjadi di Sub DAS Bompon. Salah satunya penyebab bencana itu terjadi diakibatkan dari curah hujan, kemudian air hujan tersebut ada yang masuk ke tanah (infiltrasi) dan ada yang menjadi *runoff*. Apabila air hujan masuk secara terus-menerus ke dalam tanah akan menyebabkan tanah tersebut menjadi jenuh dan mudah lapuk sehingga tanah tersebut akan mudah terkikis. Selain air hujan masuk ke tanah, ada yang menjadi aliran permukaan (*runoff*), aliran tersebut akan menggerus dan membawa tanah tersebut ke dataran yang lebih rendah.

Menurut Asdak (2007) dalam Usman (2014), sedimen adalah pecahan dari material yang umumnya terdiri atas uraian dari batuan secara fisis dan secara kimia. Material seperti ini mempunyai ukuran yang besar sampai yang sangat halus, dan beragam bentuk dari yang bulat, lonjong sampai persegi. Hasil sedimen diperoleh dari pengukuran sedimen terlarut dalam sungai (*suspended sediment*), dengan kata lain bahwa sedimen adalah pecahan, mineral, atau material organik yang ditransport dari berbagai sumber dan akan diendapkan oleh beberapa media yaitu udara, angin, es, air dan juga termasuk didalamnya material yang diendapkan dari material yang melayang dalam air atau dalam bentuk larutan kimia atau material yang langsung mengendap.

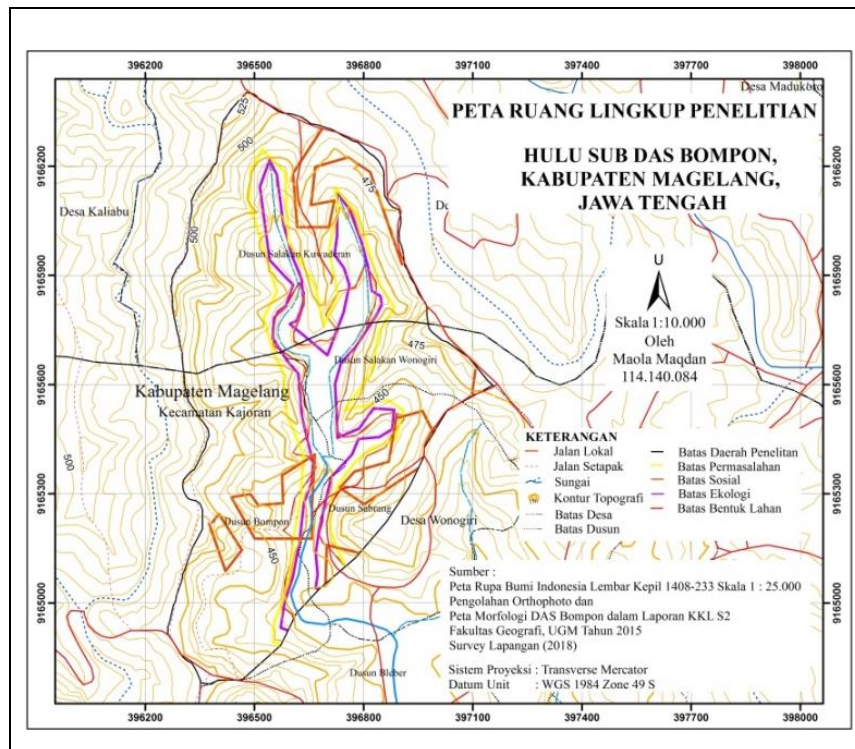
Adanya bencana tersebut dapat dikurangi atau makin memburuk, salah satunya dari faktor vegetasi sekitar pada Hulu Sub DAS Bompon. Misalnya pada tebing yang didekat sungai, tidak ada rumput yang menutup tebing tersebut, maka akan mempermudah aliran air sungai tersebut menggerus dan meningkatkan erosi pada tebing tersebut. Penempatan vegetasi yang salah dapat meningkatkan terjadinya gerakan massa tanah maupun erosi, misalnya penanaman pohon singkong pada kemiringan yang terjal dan pada solum tanah yang tebal dimana akan meningkatkan terjadinya gerakan massa tanah, hal ini disebabkan karena akar singkong yang memiliki panjang akar 30 cm.

Salah satu upaya penanggulangan bencana tersebut adalah penggunaan konsep ekohidrolik. Konsep ekohidrolik merupakan salah satu bagian dari pengelolaan sumber daya air terpadu. Dalam pengelolaan sumber daya air terpadu terdapat empat konsep yaitu *hydroecology*, *aquatic ecohydrology*, *ecohydraulics* and *environmental flows*. Definisi *ecohydraulic* adalah konsep yang menggabungkan antara proses fisik dan respon ekologi pada sungai, estuaria dan lahan basah. (Naiman et al., 2007 dalam Pertiwi et al., 2011). Pengembangan konsep ini bertujuan untuk memanfaatkan komponen ekologi untuk perbaikan struktur fisik wilayah sungai. Tujuan Penelitian ini antara lain mengetahui karakteristik pada Hulu Sub DAS Bompon dan penerapan ekohidrolik yang cocok pada Hulu Sub DAS Bompon. Sehingga tujuan penelitian ini untuk :

1. Mengetahui karakteristik Hulu Sub DAS Bompon
2. Penerapan ekohidrolik pada Hulu Sub DAS Bompon

## **METODE PENELITIAN**

Secara administratif Hulu Sub DAS Bompon berada di Kecamatan Kajoran, Kabupaten Magelang, Jawa Tengah yang berada pada koordinat UTM 395900 mU – 397100 mU dan 9165000 mT – 9166500 mT. Secara Geografis Hulu Sub DAS Bompon berbatasan sebelah utara dengan Desa Kuwaderan, sebelah selatan dengan Desa Wonogiri, Dusun Sabrang, Dusun Bleber dan Dusun Ngemplak, sebelah timur dengan Desa Kuwaderan dan Desa Wonogiri dan sebelah barat dengan Desa Kaliabu, dapat dilihat pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Peta Ruang Lingkup Penelitian

Metode survei dilakukan untuk mendapatkan data primer (survei lapangan) dan data sekunder dengan cara membandingkan data sekunder yang telah didapatkan kemudian melakukan pengecekan, pengamatan, pencarian informasi terkait dengan objek penelitian. Survei data sekunder adalah kegiatan mengumpulkan data dan peta dari uraian wilayah yang tersedia pada berbagai instansi terkait sesuai dengan rumusan masalah dan sebagai dasar untuk melakukan survei lapangan. Survei data primer diawali dengan melakukan pengecekan Peta Jenis Tanah Provinsi Jawa Tengah, Peta Rupabumi Indonesia, Peta Geologi Regional dan peta-peta tematik lain. Hasil survei lapangan ditampilkan dalam bentuk peta, tabel dan analisis deskriptif.

Metode pemetaan adalah suatu proses penggambaran, pengukuran serta perhitungan suatu permukaan bumi dengan menggunakan cara dan/atau metode tertentu sehingga akan didapatkan hasil berupa peta. Pemetaan dilakukan dengan tujuan untuk menyajikan data berupa peta ruang lingkup penelitian.

Metode matematis yang menggunakan kumpulan rumus-rumus dan perhitungan. Perhitungan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain perhitungan debit aliran sungai. Hasil perhitungan akan digunakan untuk menganalisa debit aliran sungai pada lokasi penelitian. Pengukuran debit aliran sungai menggunakan pelampung. Pengukuran kecepatan aliran dilakukan dengan cara menggerakkan suatu benda yang mengapung pada lintasan tertentu sampai dengan suatu titik yang ditentukan jaraknya. Lokasi pengukuran terletak pada bagian sungai yang relatif lurus dan tidak banyak pusaran air (Norhadi et al., 2015).

Metode pengukuran dengan pelampung dapat dilakukan pada kondisi (Sosrodarsono, 2003):

- Kecepatan aliran tidak dapat diukur atau belum dapat diukur dengan menggunakan alat ukur arus karena darurat atau keadaan aliran membahayakan.

- Kecepatan aliran melebihi kemampuan spesifikasi alat menurut jenis dan tipe alat ukur arus yang digunakan.
- Diperlukan untuk penyelidikan debit sesaat pada saat survey pendahuluan.

Perhitungan debit aliran sungai dapat dilihat pada “**Persamaan 1**” dan **Persamaan 2** :

$$Q = A \times k \times V \quad (1)$$

Keterangan:

Q = debit aliran (m<sup>3</sup>/dt)

A = luas penampang basah (m<sup>2</sup>)

k = koefisien

V = kecepatan pelampung (m/dt)

Nilai k tergantung dari jenis pelampung yang dipakai, dan dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$k = 1 - 0,116 (\sqrt{1 - \alpha} - 0,1) \quad (2)$$

Keterangan:

$\alpha$  = kedalaman tangkai (h) per kedalam air (d) yaitu kedalaman bagian pelampung yang tenggelam di bagian kedalam air.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakter fisik sungai pada bagian Hulu Sub DAS Bompon memiliki dimensi saluran yang relatif kecil dengan lebar sungai sebesar 1,1 m dan bentuk seperti saluran irigasi sawah. Terdapat dua jenis sungai pada lokasi penelitian, yaitu anak sungai dan sungai utama. Anak sungai bersifat musiman dimana aliran air terdapat saat musim penghujan, beberapa anak sungai bahkan hanya tersedia ketika intensitas hujan tinggi selama beberapa hari. Anak-anak sungai saling bertemu dan membentuk alur sungai yang sedikit lebih besar yang disebut sungai utama. Sungai utama bersifat tetap, dimana aliran sungainya tersedia sepanjang tahun. Air sungai tersebut digunakan oleh warga sekitar sebagai suplai air irigasi sawah yang terletak di sisi tepi lahan sawah atau tegalan atau kebun campuran yang dibatasi oleh lereng perbukitan.

### Karakteristik Hulu Sub DAS Bompon

Pola aliran pada aliran sungai Hulu Sub DAS Bompon yaitu pola pengaliran dendritik, karena pola pengaliran dendritik dicirikan anak cabangnya berbentuk seperti ranting pohon yang selanjutnya bergabung dengan sungai induk, dan mencerminkan tanah yang seragam dan resistensi batuan. Bentuk Hulu Sub DAS Bompon memanjang. Klasifikasi sungai pada Hulu Sub DAS Bompon, berdasarkan klasifikasi menurut Kern (1994), sungai tersebut termasuk kedalam kali kecil, dikarenakan lebar sungai pada Hulu Sub DAS Bompon sebesar 1,1 m, dilihat pada Tabel 1. Kondisi sungai pada hulu Sub DAS Bompon dilihat pada Gambar 2.



**Gambar 2.** Kondisi Sungai pada Hulu Sub DAS Bompon  
 Sumber: Foto Penulis (2018)

**Tabel 1.** Klasifikasi menurut Kern (1994)

Klasifikasi Sungai	Nama	Lebar Sungai
Sungai Kecil	Kali kecil dari suatu mata air	< 1 m
	Kali kecil	1- 10 m
Sungai Menengah	Sungai kecil	10 – 20 m
	Sungai menengah	20 – 40 m
	Sungai	40 – 80 m
Sungai Besar	Sungai besar	80 – 220 m
	Bengawan	> 220 m

Sumber : Maryono (2008)

Bentuk morfometri sungai pada Hulu Sub DAS Bompon memiliki kedalaman sungai yang berbeda. Morfometri sungai diperoleh dari pengukuran lebar dan kedalaman sungai sehingga akan di dapat luas penampang. Hasil pengukuran debit aliran pada Hulu Sub DAS Bompong selama beberapa bulan dapat dilihat pada **Tabel 2.**, dimana kisaran debit aliran sebesar 0,010 m<sup>3</sup>/s hingga 0,043 m<sup>3</sup>/s dengan debit aliran rata-rata 0,023 m<sup>3</sup>/s. Debit aliran sungai tertinggi sebesar 0,043 m<sup>3</sup>/s pada bulan januari. Debit aliran sungai terendah sebesar 0,010 m<sup>3</sup>/s pada bulan juni. Morfometri sungai bisa dilihat pada Gambar 3.

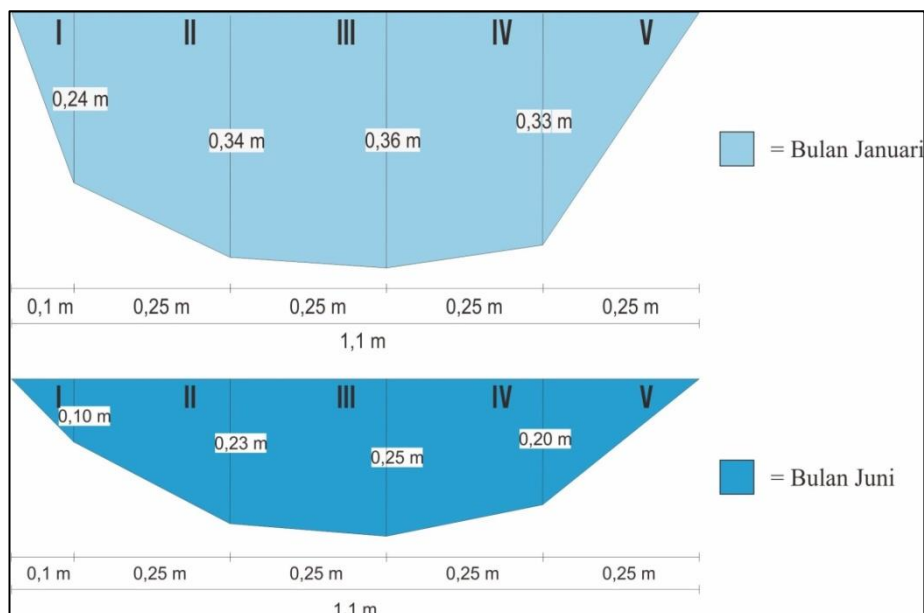
**Tabel 2.** Hasil Perhitungan Debit Aliran Sungai

Bulan	Luas Penampang (m <sup>2</sup> )	k	Kecepatan aliran (m/s)	Debit Aliran (m <sup>3</sup> /s)
Desember	0,237	0,935	0,132	0,029
Januari	0,298	0,928	0,154	0,043
Feburari	0,274	0,939	0,139	0,035
Maret	0,241	0,932	0,078	0,018
April	0,221	0,934	0,073	0,015

Bulan	Luas Penampang (m <sup>2</sup> )	k	Kecepatan aliran (m/s)	Debit Aliran (m <sup>3</sup> /s)
Mei	0,202	0,937	0,057	0,011
Juni	0,188	0,929	0,058	0,010

Sumber : Data Penulis (2018)



**Gambar 3.** Perbandingan profil morfometri sungai

### Ekohidrolik pada Hulu Sub DAS Bompon

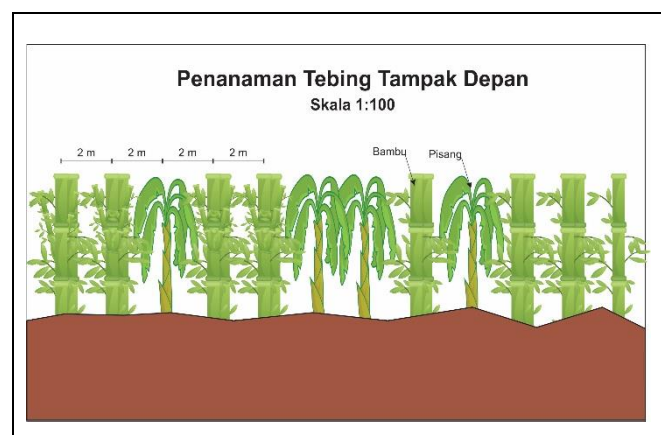
Pengelolaan sungai dengan teknik ekohidrolik mempunyai maksud untuk melestarikan komponen ekologi yang berada di lingkungan sungai dalam suatu rekayasa hidrolis dan juga menggunakan

komponen ekologi sungai dalam suatu rekayasa hidraulik. Komponen ekologi dan hidrolis dalam suatu sungai mempunyai hubungan yang saling berpengaruh.

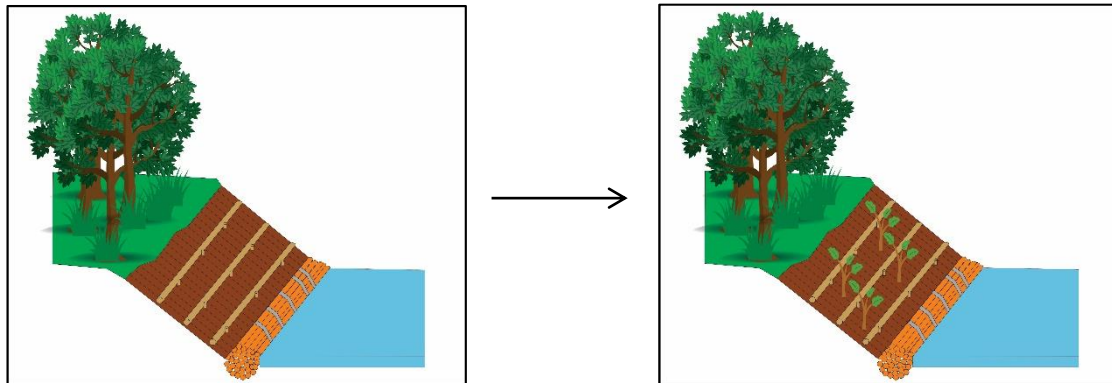
Tebing yang berada di dekat sungai pada lokasi penelitian rawan terhadap adanya penggerusan oleh aliran air sungai, erosi dan gerakan massa tanah, sehingga perlu adanya rekayasa sekitar tebing sungai tersebut. Bangunan perlindungan tebing sungai biasanya yang digunakan yaitu dalam teknik perlindungan teknik konvensional yaitu perkerasan tebing dengan pasangan batu isi atau kosong. Kontruksi ini menutupi seluruh permukaan tebing. Bangunan ini akan memperpendek alur sungai dan menurunkan faktor kekasaran dinding. Selain itu dapat menimbulkan kesulitan bagi biota sungai untuk bermigrasi atau bergerak dan juga dapat menghilangkan biota pada sungai tersebut (Rahardiani, 2014).

Ekohidraulik menawarkan rekayasa untuk memperkuat tebing tersebut, salah satunya dengan metode penahan tebing. Metode penahan tebing yang digunakan untuk lokasi penelitian yaitu dengan penanaman tebing, tanaman tebing dan pagar datar, sehingga diharapkan dapat meningkatkan tebing sungai dan dapat menanggulangi erosi maupun gerakan massa tanah (Maryono, 2008).

Penanaman tebing mempunyai fungsi sebagai pelindung tebing dan retensi aliran sehingga kecepatan aliran air sungai yang menggerus tanah pada tebing sungai akan menurun dan banjir pada bagian hilir sungai dapat dikurangi. Tumbuhan yang cocok digunakan untuk menerapkan penanaman tebing yaitu bambu dan pisang. Jenis bambu yang pendek dan kecil dapat ditanam pada sungai yang relatif kecil, sedangkan jenis bambu yang tinggi dan berbatang besar digunakan pada tebing sungai besar. Tanaman bambu mempunyai sisi ekologis dimana tanaman bambu memiliki kemampuan menjaga keseimbangan lingkungan karena adanya sistem perakarannya yang dapat mencegah erosi dan dapat mengatur tata air (Sukawi, 2010 dalam Huzaemah et al., 2016). Selain bambu, pisang yang rapat akan mengurangi lahan kering dari erosi. Pisang layak dikembangkan pada kemiringan lereng 0 – 15 %, tetapi tumbuhan pisang perlu konservasi lahan (Mujiyo, et al., 2017). Selain menggunakan bambu dan pisang juga bisa menggunakan rumput vetiver, rumput vetiver dapat sebagai penangkal erosi akibat hujan, karena akarnya kuat dan mampu mengikat tanah. Akar vetiver dapat menancap mencapai 3 meter sehingga tidak terjadi perebutan unsur hara dengan tanaman lain (Maryono, 2008). Sketsa penanaman tebing bisa dilihat pada “Gambar 4” dan sketsa penutup tebing bisa dilihat pada Gambar 5.



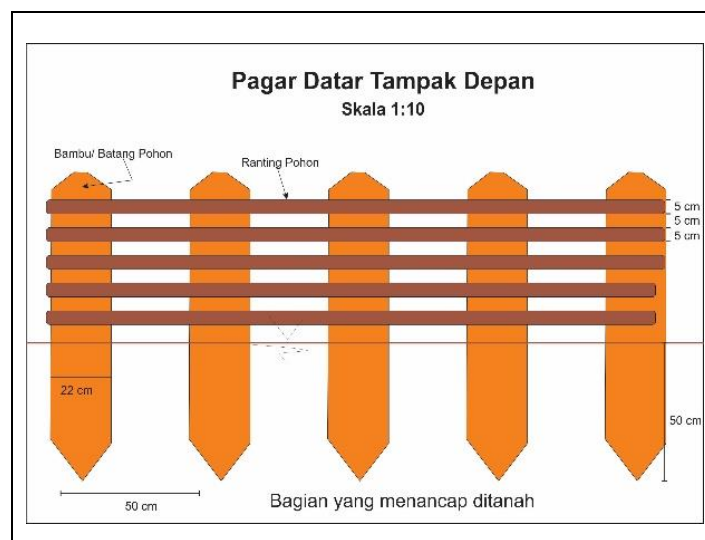
**Gambar 4.** Sketsa Penanaman Tebing, Tampak depan  
Sumber : Maryono (2008) yang telah dimodifikasi (2018)



**Gambar 5.** Sketsa Penutup Tebing

Sumber : Maryono (2008) yang telah dimodifikasi (2018)

Tanaman tidak langsung tumbuh besar, biasanya perlu dilakukan dengan penanaman bibit, sehingga perlu adanya cara agar tanaman tersebut dapat tumbuh dan tetap menjaga tanah agar tidak tererosi. Penutup tebing bisa menjadi solusi yang tepat agar tanaman dapat tumbuh dan tetap tanah yang ditanami bibit tidak terkena erosi. Metode lain yaitu dengan menggunakan pagar datar. Jarak tanam bambu berjarak 2 m. Pagar datar dbuat dari pilar (bambu/batang pohon) & ranting pohon, dengan menancapkan pilar sampai 50 cm kedalam tanah, jarak antar pilar 80 cm. Sketsa pagar datar bisa dilihat pada Gambar 6.



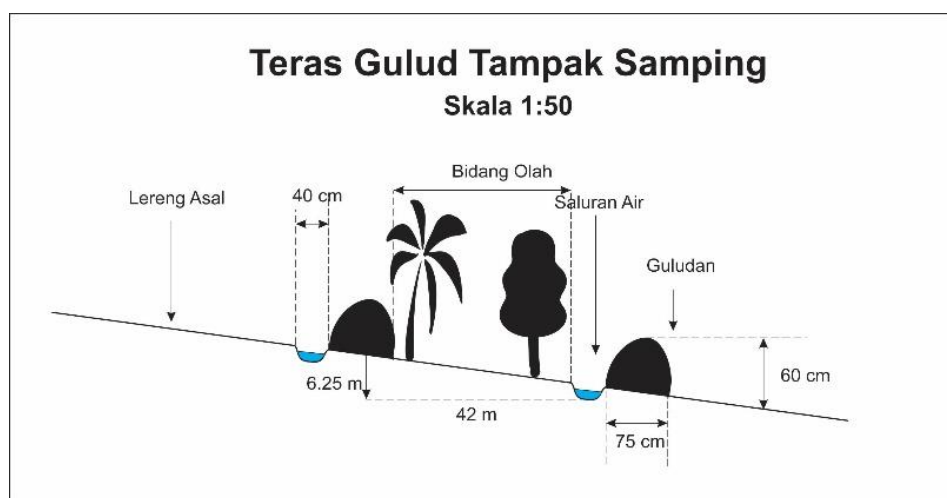
**Gambar 6.** Sketsa Pagar Datar, Tampak Depan

Sumber : Maryono (2008) yang telah dimodifikasi (2018)

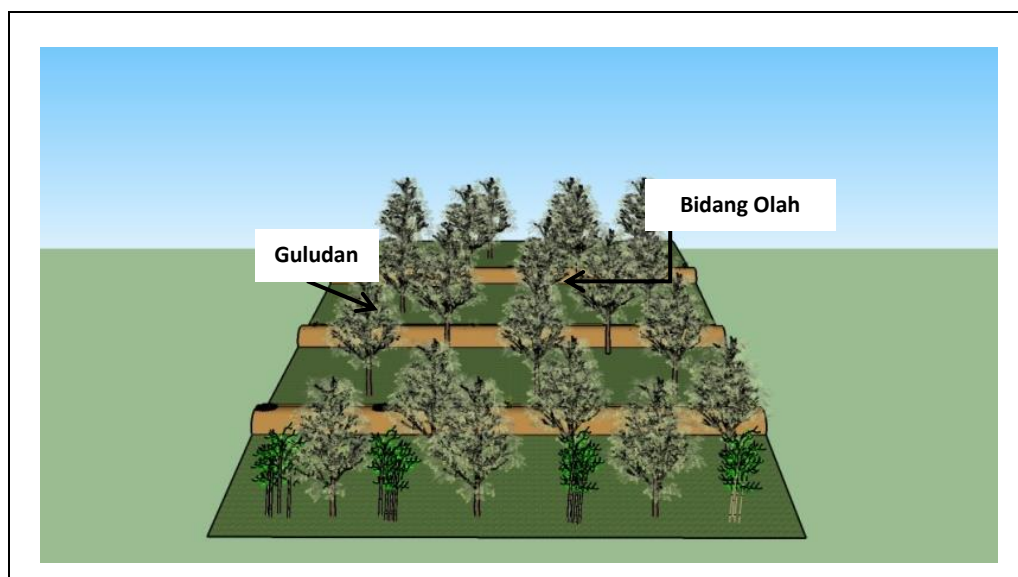
Teknik ekohidrolik memiliki beberapa kelemahan yaitu tidak semua tumbuhan yang ada pada lokasi dapat digunakan untuk mengatasi beberapa masalah terkait erosi maupun gerakan massa tanah, misalnya pohon singkong yang ditanami pada daerah yang rawan gerakan massa tanah. Selain itu juga nilai investasi awalnya yang lebih mahal dan jarang digunakan di Negara Indonesia. Konsepnya juga perlu adanya penambahan dari mekanik, dikarenakan masih belum terlalu teruji dan belum banyak yang menggunakan konsep ini. Alternatif lain selain penggunaan ekohidrolik adalah dengan menggunakan teras gulud. Fungsi dari teras gulud yaitu untuk menahan laju aliran permukaan (*runoff*) dan meningkatkan penyerapan air ke dalam tanah. Guludan diperkuat dengan tanaman penguat teras, dimana tujuannya untuk meningkatkan efektivitas teras gulud dalam menanggulangi erosi dan aliran



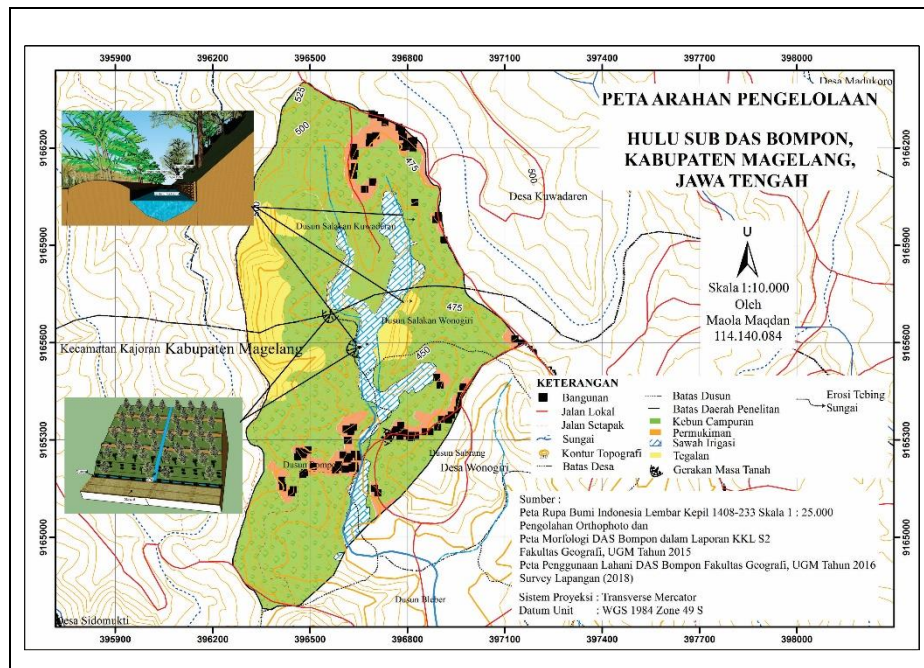
permukaan. Bidang teras gulud dapat pula ditanami dengan tanaman bernilai ekonomi (*cash crops*), misalnya tanaman katuk, cabai rawit, dan sebagainya. Teras gulud cocok diterapkan pada lahan dengan kemiringan 10-40%. Teras adalah bangunan konservasi tanah dan air yang digunakan untuk memperpendek kemiringan lereng dengan penggalian dan pengurugan tanah melintang lereng yang dilengkapi dengan adanya saluran pembuangan air, yang fungsinya mengurangi kecepatan aliran permukaan dan memperbesar peresapan air, sehingga kehilangan tanah akan berkurang (Sukartaatmadja, 2004 dalam Sibua et al., 2013). Guludan adalah tumpukan tanah yang fungsinya dibuat memanjang menurut arah garis kontur atau memotong lereng (Arsyad, 2010 dalam Sibua et al., 2013). Sketsa teras gulud tampak samping bisa dilihat pada Gambar 7. dan Sketsa teras gulud tampak depan bisa dilihat pada Gambar 8. Peta arahan pengelolaan bisa dilihat pada Gambar 9.



**Gambar 7.** Sketsa Teras Gulud Tampak Samping  
Sumber : Peraturan Menteri Pertanian  
Nomor 47 Tahun 2006 yang telah dimodifikasi (2018).



**Gambar 8.** Sketsa Teras Gulud Tampak Depan  
Sumber : Peraturan Menteri Pertanian Nomor  
47 Tahun 2006 yang telah dimodifikasi (2018).



**Gambar 9.** Peta Arah Pengelolaan

## KESIMPULAN

1. Karakter fisik Sub DAS Bompon, memiliki lebar sungai 1,1 m dengan bentuk seperti saluran irigasi sawah. Pola pengaliran dendritik, termasuk kali kecil. Debit aliran rata-rata sebesar  $0,023 \text{ m}^3/\text{s}$ . Debit aliran sungai tertinggi sebesar  $0,043 \text{ m}^3/\text{s}$  pada bulan januari. Debit aliran sungai terendah sebesar  $0,010 \text{ m}^3/\text{s}$  pada bulan juni.
2. Penerapan Ekohidrolik dengan menggunakan metode penahan tebing yaitu penanaman tebing, penutup tebing, tanaman tebing dan pagar datar. Selain itu juga menggunakan teras gulud agar lebih memperkuat tebing pada daerah kebun campuran.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih sebesar-besarnya penulis sampaikan kepada Laboratium Transbulent dari Fakultas Geografi Universitas Gadjah Mada beserta kepala dusun dan masyarakat di sekitar Sub DAS Bompon, Kabupaten Magelang, Jawa Tengah atas segala bantuan dan partisipasinya sehingga terwujud tulisan ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Fatmawati. (2016). Analisis Sedimentasi Aliran Sungai Batang Sinamar Bagian Tengah di Kenagarian Koto Tuo Kecamatan Harau Kabupaten Lima Puluh Kota. *Jurnal Geografi*, Vol. 8, No. 2 2016, ISBN 2085-8167.
- Huzaemah, Mulyaningsih, T., dan Aryanti,E. (2016). Identifikasi Bambu pada Daerah Aliran Sungai Tiupupus Kabupaten Lombok Utara, *Jurnal Biologi Tropis*, Juli-Desember 2016: Volume 16 (2):23-36.

- Maryono, A. (2008). *Eko-Hidrolik Pengelolaan Sungai Ramah Lingkungan*, Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- Mujiyo, Widijanto, H., Herawati, A., Rochman, F., dan Rafirman, R. (2017). Potensi Lahan untuk Budidaya Pisang di Kecamatan Jenawai Karanganyar, *Journal of Sustainable Agriculture* 32(2) : 142-148, ISSN : 0854-3984.
- Norhadi, Ahmad, Marzuki, A., Wicaksono, L., dan Yacob, R.A. (2015). Studi Debit Aliran pada Sungai Antasan Kelurahan Sungai Andai Banjarmasin Utara, *Jurnal POROS TEKNIK* : 1-53, Vol. 7, No.1, Juni 2015, ISSN 2442-7764.
- Peraturan Gubernur Jawa Tengah Nomor 15 Tahun 2014 tentang Pengelolaan Daerah Aliran Sungai di Wilayah Provinsi Jawa Tengah.
- Peraturan Menteri Pertanian Nomor 47 Tahun 2006 tentang Pedoman Umum Budidaya Pertanian pada Lahan Pegunungan.
- Pertiwi, Nurlita, Sapel, A., Januar, M. J.P, dan Astika, I.W.(2011). Penggunaan Konsep Ekohidrolik sebagai Upaya Pengendalian Bencana Wilayah Pemukiman pada Sungai Lawo Kabupaten Soppeng, *Jurnal Forum Bangunan* : Volume 9 Nomor 1, Januari 2011, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Rahardiani, A. A. Sg. Dewi. (2014). Konsep Ekohidrolik sebagai Upaya Penanggulangan Erosi, *Jurnal PADURAKSA*, Vol. 3, No. 1 Juni 2014.
- Sibua, Cindy, S., Kamagi, Y., Montolalu, M., dan Kumolontang, W. (2013). Aliran Permukaan pada Teknik Konservasi Tanah Guludan di Kelurahan Rurukan Kecamatan Tomohon Timur, *Jurnal Cocos*, Vol. 3, No.5 2015, Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- Sosrodarsono dan Suyono. (2003). *Hidrologi untuk Pengairan*, Jakarta: PT Pradnya Paramita.
- Usman, dan Oktavia, K. (2014). Analisis Sedimentasi pada Muara Sungai Komering Kota Palembang, *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*, Vol. 2, No.2 Juni 2.