
FLOOD RISK MANAGEMENT (STUDI KASUS: SUNGAI BAHODOPI, DI KECAMATAN BAHODOPI, KABUPATEN MOROWALI)

Ikram

Program Studi Arsitektur Lanskap
Sekolah Arsitektur, Perencanaan
dan Pengembangan Kebijakan
Institut Teknologi Bandung
ikramyap1996@gmail.com

Gidion Tefa

Program Studi Teknik Air Tanah
Fakultas Ilmu Teknologi dan
Kebumian
Institut Teknologi Bandung
gidiotefa01@gmail.com

ABSTRAK

Tujuan dari studi ini adalah untuk mendapatkan gambaran tentang pengaruh metode *Soil Bioengineering* dan pendekatan non-struktural terhadap peningkatan *Flood Risk Management*. Metode penulisan berdasarkan studi literatur dan studi preseden yang menjelaskan berbagai sumber yang berkaitan dengan penerapan *Soil Bioengineering* sebagai elemen *Green Infrastructure* dan pendekatan non-struktural untuk menanggulangi bencana banjir akibat aktivitas industri dan permukiman penduduk di sekitar bantaran sungai. Karakteristik vegetasi akar dalam dan batang kokoh diharapkan dapat menanggulangi terjadinya bencana banjir ke dalam areal permukiman penduduk, dan pendekatan non-struktural juga dapat diterapkan, seperti pengelolaan Daerah Aliran Sungai (DAS) Sungai Bahodopi, yaitu peraturan tata guna lahan dan beberapa aturan mengenai larangan penggunaan tanah disekitar riparian sungai yang berpotensi mengurangi daerah resapan air dan menyebabkan terjadinya bencana banjir. Dengan demikian penerapan *Flood Risk Management* yang direncanakan dapat mengatasi bencana banjir di areal permukiman padat penduduk.

KATA KUNCI: banjir, *green infrastructure*, *soil bioengineering*, morowali

The purpose of this study is to obtain an overview of the effect of Soil Bioengineering method and non-structural approach to improve Flood Risk Management. The method of writing is based on literature and precedent studies that explain various sources related to the application of Soil Bioengineering as an element of Green Infrastructure and non-structural approaches to mitigate flood disasters due to industrial activities and residential areas around riverbanks. The characteristics of deep root vegetation and sturdy trunks are expected to mitigate the occurrence of flood disasters into residential areas, and non-structural approaches can also be applied, such as the management of the Bahodopi River Watershed (DAS), namely land use regulations and several rules regarding the prohibition of land use around riparian rivers that have the potential to reduce water catchment areas and cause flood disasters. Thus, the planned Flood Risk Management implementation can overcome flood disasters in densely populated residential areas.

KEYWORDS: floods, *green infrastructure*, *soil bioengineering*, morowali

PENDAHULUAN

Sungai, laut atau badan air lainnya merupakan sumber kehidupan yang penting, yang memberikan banyak manfaat bagi masyarakat di sekitarnya. Namun, perairan tersebut dapat menimbulkan risiko seperti ancaman banjir tahunan. Banjir dapat terjadi akibat naiknya permukaan air sungai akibat hujan lebat, perubahan suhu, jebolnya tanggul atau bendungan, erosi tepi sungai dan terhambatnya aliran air di daerah lain (Sebastian, 2008). Namun, aktivitas manusia juga memainkan peran penting, seperti penggunaan lahan yang tidak tepat, permukiman di sepanjang riparian sungai dan di daerah tangkapan air, penggundulan hutan, pembuangan limbah di sungai dan praktik serupa lainnya (Soehatman, 2010).

Pengelolaan air berkelanjutan dalam arsitektur lanskap dengan penerapan *Soil Bioengineering* adalah suatu pendekatan teknologi yang menggunakan bahan tanaman hidup dan komponen tanaman (seperti batang atau cabang) untuk memecahkan masalah lingkungan seperti erosi permukaan tanah dan erosi lereng di sepanjang tepian sungai (Lewis et al., 2001). Erosi lereng kebanyakan terjadi pada saat musim penghujan. Dalam penerapan *Soil Bioengineering* vegetasi mempunyai peran yang penting terutama berperan dalam mengurangi kecepatan aliran permukaan yang bisa menghanyutkan partikel-partikel tanah tidak padat yang dapat menimbulkan sedimentasi pada permukaan tanah aliran sungai, kemampuan ini meningkatkan kekuatan tanah khususnya tegangan geser dalam menjaga kestabilan

lereng. Akar tanaman mempunyai kemampuan menyimpan air tanah yang baik dan menjaga kestabilan tanah terhadap perubahan kadar air akibat proses pembasahan dan proses pengeringan (Santiawan et al., 2007). Banyak jenis tanaman yang digunakan untuk metode *Soil Bioengineering*, namun tidak semua jenis tanaman cocok, pemilihan jenis tanaman dan karakteristik lahan sangat penting untuk keberhasilan *Soil Bioengineering*. Tanaman yang sesuai dengan metode *Soil Bioengineering* meliputi semak dan pohon dengan akar yang kuat (Sittadewi, 2018).

Menurut (BPS Kabupaten Morowali, 2021) dalam RTRW Kabupaten Morowali tahun 2012-2032 Kecamatan Bahodopi ditetapkan sebagai salah satu kawasan industri pertambangan di Kecamatan Bahodopi terdiri dari dua belas Desa dengan luas wilayah 1.080,03 km² yang sebagian besar wilayahnya merupakan perbukitan dengan kemiringan lereng yang cukup curam sampai sangat curam. Banyaknya penduduk dari luar Kecamatan Bahodopi bahkan dari luar pulau Sulawesi Tengah yang berdatangan untuk mencari pekerjaan di Kecamatan Bahodopi mengakibatkan padatnya permukiman. Perubahan tata guna lahan di sekitar bantaran sungai Bahodopi menjadi permukiman dan adanya aktivitas tambang dari PT. IMIP dan tambang pasir liar di area sungai mengakibatkan erosi di sekitar riparian sungai dan berdampak kepada penduduk akibat bencana banjir yang sering terjadi ketika musim hujan.

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini merupakan metode penggunaan data berdasarkan studi literatur dan studi preseden yang menjelaskan berbagai sumber yang berkaitan dengan penerapan *Soil Bioengineering* sebagai elemen *Green Infrastructure* Sungai Bahodopi, Kecamatan Bahodopi, Kabupaten Morowali.

Hasil dan pembahasan dimulai dengan memperlihatkan kondisi eksisting Sungai Bahodopi, pemilihan metode *Soil Bioengineering* dan vegetasi serta analisisnya, kemudian mengetahui peran vegetasi dalam pengaplikasian *Soil Bioengineering*, selanjutnya rekomendasi rencana *Soil Bioengineering*, pengendalian banjir secara non- struktural yang akan diterapkan, dan terakhir menarik kesimpulan.

Lokasi Penelitian

Kecamatan Bahodopi merupakan salah satu wilayah pesisir yang berada di Kabupaten Morowali. Kecamatan Bahodopi memiliki batas wilayah, yaitu:

- a) Sebelah Utara : Berbatasan dengan Kecamatan Bungku Timur dan Perairan Teluk Tolo.
- b) Sebelah Selatan : Berbatasan dengan Kecamatan Bungku Pesisir dan Provinsi Sulawesi Tenggara.

- c) Sebelah timur : Berbatasan dengan Kecamatan Bungku Selatan dan Perairan Teluk Tolo.
- d) Sebelah Barat : Berbatasan dengan Kecamatan Bungku Timur dan Provinsi Sulawesi Selatan.



Gambar 1. Peta Administrasi Kecamatan Bahodopi
(Sumber: BPS Kabupaten Morowali, 2021)

Studi Literatur

Metode yang digunakan adalah dengan mengumpulkan sejumlah sumber -sumber berupa tulisan jurnal, artikel ilmiah untuk mengidentifikasi pola dan tema yang sebelumnya sudah ada sehingga dapat menyelesaikan masalah penelitian dan mencapai tujuan penelitian.

Studi Preseden

a) Taman Bishan-Ang Mo kio, Singapura
Soil Bioengineering diterapkan di Taman Bishan-Ang Mo Kio untuk stabilisasi tanggul sungai. Ini mengacu pada kombinasi prinsip desain teknik sipil dengan tanaman dan bahan alami, seperti batuan yang mengendalikan erosi dan memperlambat aliran air. Tidak seperti teknologi lain dimana tumbuhan memainkan peran sebagai estetika, tetapi tumbuhan juga memiliki komponen struktural penting dalam *Soil Bioengineering*, akar tanaman membantu menstabilkan tepi sungai. Seperti tumbuhan dan bahan alami yang digunakan, struktur *Soil Bioengineering* juga dicirikan memiliki kemampuan untuk berkembang dan beradaptasi dengan lingkungannya dan terus-menerus memperbaiki diri dan tumbuh. Oleh karena itu, pemanfaatannya secara signifikan lebih hemat biaya dan berkelanjutan serta ekonomis untuk dipelihara daripada struktur beton yang keras dalam jangka panjang.

Soil Bioengineering adalah teknik yang digunakan untuk naturalisasi sungai, yaitu dengan menciptakan berbagai macam mikrohabitat yang sebenarnya tidak hanya meningkatkan keanekaragaman hayati, tetapi juga memastikan ketahanan spesies di dalam taman, sehingga memastikan kemampuan jangka panjang mereka untuk bertahan hidup.



Gambar 2. Taman Bishan-Ang Mo kio, Singapura
(Sumber: <https://www.google.com>, 2021)

b) Beinan River, Taiwan Timur

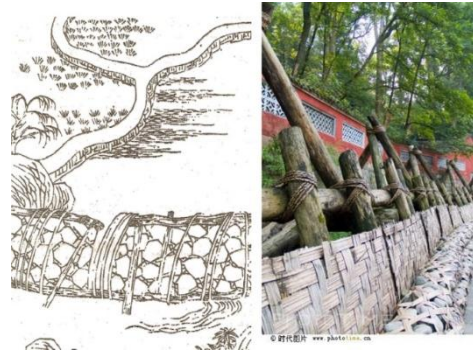
Selain China, Taiwan memiliki kekayaan warisan budaya yang sama dengan China dalam kehidupan sehari-hari dan juga harus memerangi ancaman banjir melalui pengelolaan sungai. Namun, di Taiwan ancaman ini tidak pernah teratasi. Oleh karena itu, aliran puing menjadi semakin umum dan orang kehilangan ruang terbuka karena tanggul yang terus meninggi. Konsep *Bioengineering* pertama kali muncul di Taiwan sekitar tahun 1998, ketika pemerintah mulai bereksperimen dengan konsep ini untuk melindungi keindahan alam dan habitat hewan. Sejak saat itu, Gerakan ini memperoleh momentum dengan dukungan yang kuat dari pemerintah, dan sejak tahun 1990 prinsip-prinsip Bioteknologi (*Bioengineering*) telah dipandang sebagai solusi rekayasa alternatif untuk mencapai tujuan pembangunan berkelanjutan sambil memberikan perlindungan banjir kepada warga negara Taiwan. Pada tahun 1999, gempa bumi Ji-ji berkekuatan 7,3 SR melanda infrastruktur umum di seluruh Taiwan. Untuk membangun kembali daerah bencana, pemerintah memerintahkan penggunaan *Soil Bioengineering* dalam proses pembangunan kembali (Stokes et al., 2010).



Gambar 3. Beinan River, Taiwan Timur
(Sumber: <https://www.google.com>, 2021)

Pada tahun 2001, kantor manajemen sungai ke-8 dari badan sumber daya air memulai proyek lokal yang berbeda di sepanjang *Beinan River* di Taiwan Timur dengan menggunakan gabion bambu untuk pekerjaan

perlindungan pesisir sungai daripada gabion kawat baja. Gabion bambu berbaur dengan lingkungan sekitarnya lebih baik dan tidak terlalu mengganggu secara visual, setiap gabion memiliki berat 500 kg (Stokes et al., 2010).



Gambar 4. Gabion Bambu
(Sumber: Stokes et al., 2010)

c) Nepal

Negara pegunungan kecil Nepal terletak di bagian tengah pegunungan Himalaya. Iklimnya bervariasi dari tropis di selatan hingga kutub di utara, dan vegetasi alami mengikuti pola iklim dan ketinggian daratan. Masalah bencana yang disebabkan oleh air termasuk erosi tanah, aliran puing-puing, tanah longsor dan banjir sering terjadi karena lanskap yang tidak stabil. Erosi tanah adalah pendorong terpenting untuk degradasi ekosistem dataran tinggi dan pegunungan. *Soil Bioengineering* telah dilakukan di Nepal selama hampir 30 tahun untuk mengatasi masalah erosi di lereng, konstruksi jalan raya, dan stabilisasi tepi sungai (Howell, 2001).



Gambar 5. Tepi Jalan Mugling-Marayanghat, Nepal
(Sumber: <https://www.google.com>, 2021)

Soil Bioengineering utama yang digunakan di Nepal adalah pelapisan sikat, palisades, bendungan penguji langsung, fasies (karakteristik batuan) dan pelemparan batu vegetatif. Penerapan *Soil Bioengineering* pada lereng dan tepi sungai di khususnya pada peran vegetasi dalam beberapa tahun terakhir, *Soil Bioengineering* banyak digunakan karena efektivitas biaya, menggunakan bahan yang tersedia secara lokal dan tenaga kerja murah dibandingkan dengan pekerjaan teknik sipil yang lebih rumit (Dhital et al., 2013; Howell, 2001).

Metode Pengumpulan Data

Data yang digunakan berasal dari jurnal, artikel ilmiah, e-book, dan hasil dari observasi langsung ke lokasi penelitian, data-data yang digunakan merupakan data yang berkaitan dengan konsep penelitian.

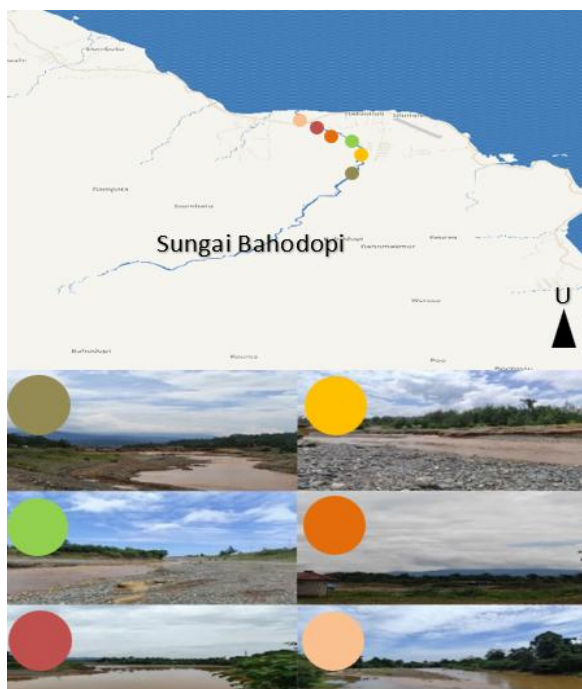
Metode Analisis Data

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode kualitatif dengan pendekatan studi literatur dan studi preseden yaitu dengan mengumpulkan data-data yang diperoleh dari berbagai sumber pustaka atau dokumen (*online maupun offline*) yang mendukung penelitian ini, kemudian di lakukan analisis terhadap data tersebut. Peneliti melakukan studi literatur dan studi preseden terlebih dahulu sebelum melakukan observasi langsung ke lokasi penelitian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Eksisting Sungai Bahodopi

Sungai Bahodopi merupakan sungai yang berada di Desa Lalampu, Kecamatan Bahodopi, Kabupaten Morowali. Berdasarkan kondisi eksistingnya, terdapat aktivitas tambang pasir pada area sungai yang menyebabkan riparian sungai menjadi rusak dan hilangnya tumbuhan sebagai penopang lereng-lereng sungai menjadi berkurang. Perubahan tata guna lahan sebagai permukiman penduduk juga menjadi faktor penyebab terjadinya bencana banjir, banyaknya permukiman di sekitar bantaran sungai menyebabkan berkurangnya area resapan air ketika intensitas hujan tinggi.

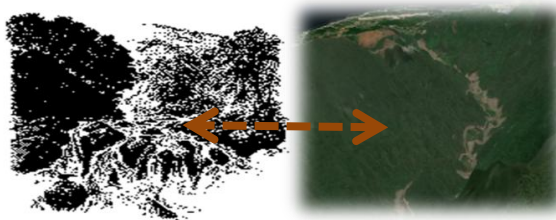


Gambar 6. Kondisi Eksisting Sungai Bahodopi
(Sumber: Dokumen Penulis, 2021)

Analisis Morfologi Sungai Bahodopi

a) Daerah Pemasok Sedimen (Zona Satu)

Merupakan bagian hulu DAS (Daerah Aliran Sungai) memiliki lembah berbentuk huruf V yang langsung merupakan tebing dan dasar sungai.



Gambar 7. Zona Pemasok Sedimen

(Sumber: Pusat Pendidikan dan Pelatihan Sumber Daya Air dan Konstruksi, 2017)

b) Daerah Transportasi Sedimen (Zona Dua)

Terletak di hilir sungai (zona satu) sungai mulai membentuk dataran banjir. Di daerah ini sedimen dari hulu yang berasal dari erosi tepian sungai dan dasar sungai di distribusi ke hilir. Sedimen yang bervariasi dari batu kerikil di bagian hulu sampai lumpur dan tanah lempung di bagian hilir semua bergerak ke bawah. Meander mulai bergerak lateral, setelah banjir sedimen halus mengisi dataran banjir.



Gambar 8. Zona Pengantar Sedimen

(Sumber: Pusat Pendidikan dan Pelatihan Sumber Daya Air dan Konstruksi, 2017)

c) Daerah Pengendapan Sedimen (Zona Tiga)

Daerah ini terletak paling bawah dekat dengan muara. Semua yang berasal dari zona satu dan zona dua berkumpul disini. Di sungai alami zona ini merupakan daerah kehidupan satwa liar.



Gambar 9. Zona Pengendapan Sedimen

(Sumber: Pusat Pendidikan dan Pelatihan Sumber Daya Air dan Konstruksi, 2017)

Berdasarkan zona-zona tersebut, zona dua dan zona tiga merupakan area yang terdapat banyak endapan sedimentasi yang dapat menyebabkan naiknya permukaan dasar sungai. Selain itu, pada zona dua dan tiga terdapat area permukiman penduduk di bantaran sungai seperti pada gambar di bawah ini.



Gambar 10. Area Endapan Sungai Bahodopi
(Sumber: Analisis Penulis, 2021)

Berdasarkan alirannya sungai Bahodopi termasuk sungai episodik, yaitu sungai yang airnya tetap mengalir baik pada musim kemarau maupun pada musim hujan (Sudira, 2013).

Tabel 1. Klasifikasi Sungai Berdasarkan pada Lebar Sungai

Klasifikasi Sungai	Nama	Lebar Sungai
Sungai Kecil	Kali kecil dari 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: Kern, 1994 dalam Maryono, 2019).

Berdasarkan pada lebar sungai, Sungai Bahodopi tergolong Sungai dengan ukuran 56,68 m, dengan seperti dijelaskan pada tabel di atas.

Analisis Curah Hujan di Kabupaten Morowali

Tabel 2. Tabel jumlah curah hujan dan hari hujan menurut bulan di Kabupaten Morowali, 2019-2020

Bulan	2020	
	Curah hujan (mm ³)	Hari hujan
Januari	290,50	15
Februari	174,40	17
Maret	261,90	18
April	242,00	23
Mei	222,80	20
Juni	223,20	17
Juli	291,40	22
Agustus	125,00	13
September	249,10	19
Oktober	407,60	20
November	174,40	15
Desember	174,40	19

(Sumber: BPS Kabupaten Morowali, 2021)

Berdasarkan tabel di atas jumlah curah hujan tertinggi terjadi pada bulan oktober selama 20 hari, sedangkan untuk jumlah hari hujan tertinggi terjadi pada bulan April dengan jumlah curah hujan sekitar 242,00 mm³.

Analisis Jenis Tanah

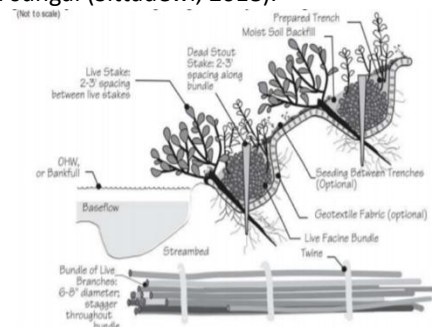
Berdasarkan hasil survei yang dilakukan karakteristik jenis tanah yang ada di area sungai Bahodopi adalah tanah aluvial. Tanah aluvial merupakan jenis tanah yang terbentuk dari endapan lumpur sungai yang mengendap di daerah dataran rendah. Tanah ini dikenal memiliki sifat yang subur, sehingga cocok untuk lahan pertanian. Tanah ini biasanya memiliki tekstur mudah tergerus air, sehingga dibutuhkan rekayasa lanskap yang baik untuk menahan longsor tepi sungai Bahodopi, dengan menggunakan metode *Soil Bioengineering*.

Analisis pemilihan Metode *Soil Bioengineering* dan Vegetasi

a) Analisis Metode *Soil Bioengineering*

1) Contour Wattling/ Live Fascines/ Anyaman Vegetasi

Live Fascines merupakan salah satu metode *Soil Bioengineering* yang terdiri dari kumpulan beberapa cabang tanaman hidup yang diikat menjadi satu ikatan berkas (*bundles*), dimana *bundles* tersebut ditanam dalam suatu galian tanah berbentuk parit yang dangkal dan terletak pada lereng. Saat tanaman dalam ikatan tersebut tumbuh, akarnya akan menembus tanah dan menyebar, memperkuat dan mencegah erosi di riparian sungai (Sittadewi, 2018).

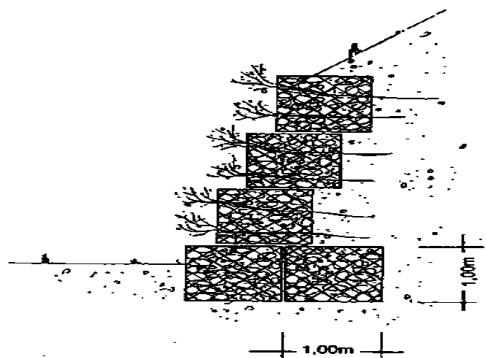


Gambar 11. Anyaman Vegetasi

(Sumber: Sotir, R. B. 1996 dalam Sittadewi, 2018)

2) *Vegetated Rock Gabion*

Vegetated Rock Gabion adalah salah satu metode dari *Soil Bioengineering* yang menggabungkan antara konstruksi dengan vegetasi. Kombinasi antara konstruksi dan vegetasi meningkatkan ketahanan tanah lebih baik, sehingga efektif dalam menanggulangi erosi permukaan tanah, maupun pengikisan tanah yang disebabkan oleh arus sungai (Sittadewi, 2018).

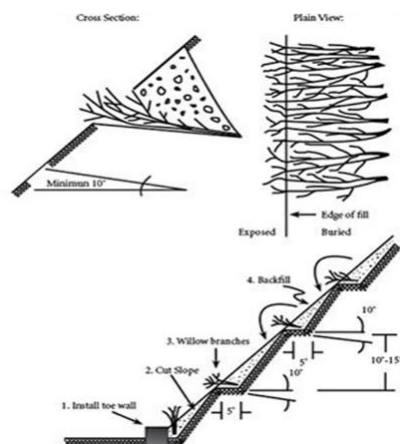


Gambar 12. *Vegetated Rock Gabion*

(Sumber: Sotir, R. B. 1996 dalam Sittadewi, 2018)

3) *Brush Layering*

Brush Layering adalah salah satu metode *Soil Bioengineering* untuk mengurangi erosi permukaan, yaitu dengan cara menanam tanaman disepanjang dinding lereng dalam beberapa lapisan. Penanaman *Brush Leyer* (lapisan semak) melibatkan penempatan bahan tanaman dengan banyak cabang atau rumput dengan batang panjang di sepanjang parit yang telah digali sebelumnya mengikut alur parit tersebut (Robin, B. S., 1996 dalam Sittadewi, 2018).



Gambar 13. *Brush Layering*

(Sumber: Sotir, R. B. 1996 dalam Sittadewi, 2018)

b) Analisis Pemilihan Vegetasi

Pemilihan vegetasi didasarkan pada fungsi dan kemampuan untuk dapat tumbuh di area lokasi penelitian, yaitu di sungai bahodopi. Beberapa jenis vegetasi berdasarkan fungsinya dalam (Sittadewi, 2018) yaitu:

1) Fungsi hidrologi

Kanopi vegetasi dapat menyadap air hujan dan mengurangi ukuran dan kekuatan mekanik, sehingga melindungi tanah dari erosi yang disebabkan oleh hujan percikan. Jaringan akar yang padat, baik kasar maupun halus secara fisik mengikat dan menahan partikel tanah, sedangkan bagian atas tanah menyaring sedimen dari limpasan.

2) Fungsi Teknik

Material yang tidak dapat memiliki kecenderungan untuk menggulung menuruni lereng karena gravitasi dan erosi, hal ini dapat dikendalikan dengan vegetasi. Beberapa lereng sangat sensitive terhadap air. Kekuatan geser tanah dapat ditingkatkan dengan penanaman vegetasi. Akar vegetasi mengikat butir tanah.

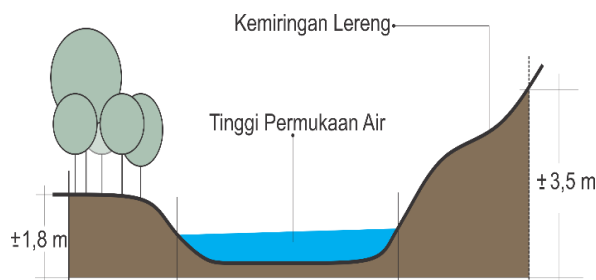
Tabel 3. Jenis vegetasi untuk kestabilan Lereng dan Pengontrolan Erosi

No	Jenis	Keuntungan	Kerugian
1.	Tanaman rumput	• Serbaguna • Murah • Pertumbuhan cepat • Baik menutup permukaan	• Akar dangkal • Perlu pemeliharaan rutin
2.	Alang-alang	• Pertumbuhan baik pada lereng sungai • Pertumbuhan cepat	• Penanaman dengan tangan cukup mahal • Sulit didapat
3.	Palawija	• Pengakaran lebih dalam	• Bibit mahal
4.	Kacang-kacangan	• Penanaman murah • Menghasilkan nitrogen • Cocok bila di padukan dengan rumput	• Tidak bisa ditanam di daerah yang sulit
5.	Semak-semak	• Cukup murah • Banyak spesies • Penutup tanah • Pengakaran dalam	• Kadang-kadang penanaman sulit
6.	Pohon	• Pengakaran kuat • Dapat dijadikan bibit • Tidak perlu pemeliharaan yang rutin	• Penanaman cukup lama • Pertumbuhan lambat • mahal
7.	<i>Willows dan poplars</i>	• akar mudah muncul dari pemotongan • serbaguna • teknik penanaman banyak • penanaman cepat	• pemeliharaan harus tepat • mahal • tidak dapat tumbuh dengan bibit

(Sumber: Theo, 2002 dalam Sittadewi, 2018).

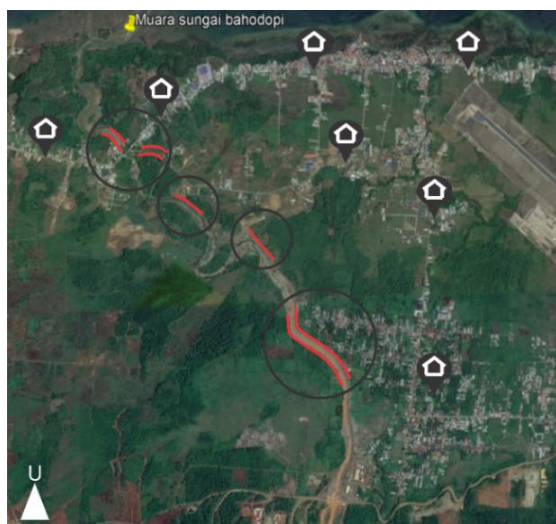
Rekomendasi metode *Soil Bioengineering* dan metode Vegetasi

Pada gambar di bawah memperlihatkan bagaimana kondisi tanah di area sungai bahodopi, dengan kondisi tanah miring berada disisi kanan sungai dengan ketinggian 3 m. Pemanfaatan rekayasa lanskap yang dapat diterapkan pada area ini adalah dengan menggunakan *Soil Bioengineering* dengan metode *Vegetated Rock Gabion* dan vegetasi yang baik adalah vegetasi yang memiliki akar dalam dan mampu tumbuh pada medan yang sulit.



Gambar 14. Ilustrasi Penampang Sungai Bahodopi
(Sumber: Analisis Penulis, 2021)

Pada tabel jenis tanaman yang dipilih adalah rumput-rumputan, dan beberapa jenis pohon yang dapat dimanfaatkan pada penerapan *Soil Bioengineering*. Area yang akan ditempatkan *Vegetated gabion wall* berada di sekitar area yang berdekatan dengan permukiman penduduk, seperti pada gambar di bawah ini.



Gambar 15. Ilustrasi Penempatan *Vegetated Rock Gabion*
(Sumber: Analisis Penulis, 2021)

a) Jenis rumput yang digunakan

Jenis rumput yang akan digunakan adalah tanaman akar wangi (*Vertiveria ziznioides* L Nash). Tanaman ini memiliki akar yang terstruktur baik dan masif dapat tumbuh dengan sangat cepat, panjangnya dapat mencapai 3-4 m di tahun pertama. Akar yang dalam ini membuat *Vertiver* sangat bagus ketika musim kering dan sulit untuk terseret arus yang kuat.



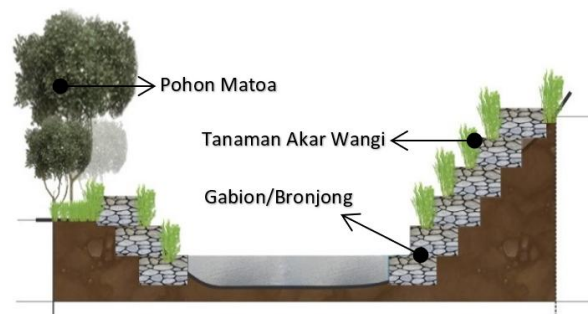
Gambar 16. Tanaman Akar Wangi
(Sumber: Pusat Penelitian dan Pengembangan Jalan dan Jembatan, 2016)

b) Jenis pohon yang digunakan

Jenis pohon yang akan digunakan adalah tanaman Matoa (*Pometia pinnata*), tanaman ini memiliki akar tunggang dan berwarna cokelat, akar ini mampu menembus permukaan tanah jika umur tanaman sudah mencapai puluhan tahun. Tanaman matoa memiliki batang yang sangat kuat dan dapat tumbuh di segala medan, selain itu tanaman ini juga memiliki daya tahan yang cukup baik terhadap segala jenis serangga. Tanaman ini memiliki tinggi mencapai kurang lebih 50 m, dengan diameter batang 1,8 m.



Gambar 17. Pohon Matoa
(Sumber: <https://www.google.com>, 2021)



Gambar 18. Ilustrasi *Vegetated Gabion Wall* di Sungai Bahodopi
(Sumber: Analisis Pribadi, 2021)

Pengendalian banjir dengan pendekatan non-struktural

a) Kepadatan Penduduk dan Bangunan

Kepadatan penduduk menjadi isu di Kecamatan Bahodopi, banyaknya pekerja dari luar daerah menimbulkan meningkatnya kenaikan jumlah penduduk di Kecamatan Bahodopi. Hal ini menyebabkan kebutuhan akan bangunan menjadi meningkat, sehingga pembangunan di area bantaran sungai menjadi solusi untuk membangun area permukiman, sehingga menimbulkan kurangnya area resapan air di sekitar sungai. Perlu adanya Langkah-langkah yang dilakukan untuk mengantisipasi hal tersebut dengan memperbaiki permukiman disekitar area sungai dengan penekanan kerentanan terhadap terjadinya bencana banjir.

b) Pengaturan Tata Guna Lahan

Pengaturan tata guna lahan berdasarkan undang-undang agraria dan peraturan-peraturan lainnya adalah untuk menekan resiko terhadap nyawa, harta benda dan pembangunan kawasan-kawasan bencana (Irianto, 2006). Kecamatan Bahodopi yang berdasarkan RTRW Kabupaten Morowali merupakan daerah yang ditetapkan sebagai area pertambangan memberikan dampak terhadap area sungai bahodopi dengan adanya pertambangan pasir. Perubahan tataguna lahan menjadi area permukiman berdampak pada kurangnya area resapan di sekitar bantaran sungai sehingga terjadi banjir. Dengan pengaturan tata guna lahan harus dilandasi data yang mengacu pada data potensi terjadinya bencana, dan perlu adanya koordinasi dari pemerintah dan masyarakat untuk menanggulangi bencana dalam hal ini bencana banjir.

c) Larangan penggunaan Lahan untuk fungsi-fungsi tertentu

Pabrik, Perumahan, dan lainnya sebaiknya tidak diizinkan dibangun di area bantaran sungai demi kepentingan sosial dan keselamatan masyarakat. Pemanfaatan area sungai disesuaikan dengan kegiatan-kegiatan dengan resiko banjir lebih kecil, seperti area rekreasi maupun olahraga

KESIMPULAN

Penyebab terjadinya banjir dapat berupa faktor alami maupun faktor manusia. Bencana banjir merupakan bencana tahunan yang terjadi di Kecamatan Bahodopi, Kabupaten Morowali. Oleh karena itu, perlu adanya pendekatan-pendekatan yang dilakukan oleh pemerintah maupun swasta untuk mengendalikan banjir tersebut, baik itu bersifat struktural maupun non-struktural. Metode pengendalian banjir yang diterapkan adalah metode *Soil Bioengineering* dengan sistem *Vegetated Rock Gabion*. Langkah-langkah non-struktural juga dapat diterapkan seperti pengelolaan DAS Sungai Bahodopi, yaitu adanya regulasi yang mengatur pemanfaatan tata guna lahan dan beberapa

regulasi mengenai larangan penggunaan tanah di sekitar sungai yang berpotensi menyebabkan terjadinya bencana banjir. Penelitian ini diharapkan dapat memberi rekomendasi dalam penerapan manajemen risiko banjir berdasarkan lokasi dan karakteristik lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

- BPS Kabupaten Morowali. (2021). *Kecamatan Bahodopi Dalam Angka 2021*.
- Dhital, Y. P., Kayastha, R. B., & Shi, J. (2013). Soil Bioengineering Application and Practices in Nepal. *Environmental Management*, 51(2), 354–364. <https://doi.org/10.1007/s00267-012-0003-7>
- Howell, J. H. (2001). Application of bio-engineering in slope stabilization: experience from Nepal. *Landslide Hazard Mitigation in the Hindu Kush-Himalayas*.
- Irianto, G. (2006). *Pengelolaan sumber daya lahan dan air: strategi pendekatan dan pendayagunaannya*. Papas Sinar Sinanti.
- Lewis, L., Salisbury, S. L., & Hagen, S. (2001). *Soil Bioengineering for Upland Slope Stabilization. Research. Report Research Project WA-RD 491.1*.
- Maryono, A. (2019). *Eko-Hidraulik: Pengelolaan Sungai Ramah Lingkungan*. Universitas Gadjah Mada Press.
- Pusat Pendidikan dan Pelatihan Sumber Daya Air dan Konstruksi. (2017). *Modul 6 Morfologi Sungai*.
- Pusat Penelitian dan Pengembangan Jalan dan Jembatan. (2016). *Penanganan Erosi Permukaan pada Lereng Jalan dengan Sistem Vetiver*.
- Santiawan, I. N. G., Wardana, I. G. N., & Redana, I. W. (2007). Penggunaan Vegetasi (Rumput Gajah) dalam Menjaga Kestabilan Tanah Terhadap Kelongsoran. *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*, 11(1), 11–24.
- Sebastian, L. (2008). Flood Prevention and Control Approach. *Dinamika Teknik Sipil*, 8(2), 162–169.
- Sittadewi, E. H. (2018). Peran Vegetasi dalam Aplikasi Soil Bioengineering. *Jurnal Sains Dan Teknologi Mitigasi Bencana*, 12(2), 29. <https://doi.org/10.29122/jstmb.v12i2.2588>
- Soehatman, R. (2010). *Pedoman praktis manajemen bencana (Disaster Manajemen)*.
- Stokes, A., Sotir, R., Chen, W., & Ghestem, M. (2010). Soil bio- and eco-engineering in China: past experience and future priorities. *Ecological Engineering*, 36(3), 247–257. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2009.07.008>