

**PEMETAAN LOKASI POTENSIAL PERENCANAAN PEMBANGUNAN
EMBUNG BERDASARKAN KONDISI BIOGEOFISIK DI DAS BULOK
PROVINSI LAMPUNG**

(Tesis)

Oleh

**ROSIDAH AMINI
NPM 2020011002**



**PROGRAM STARATA 2
PROGRAM STUDI MAGISTER ILMU LINGKUNGAN
PASCASARJANA UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2022**

ABSTRAK

PEMETAAN LOKASI POTENSIAL PERENCANAAN PEMBANGUNAN EMBUNG BERDASARKAN KONDISI BIOGEOFISIK DI DAS BULOK PROVINSI LAMPUNG

Oleh

ROSIDAH AMINI

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pemetaan lokasi potensial perencanaan pembangunan embung berdasarkan kondisi biogeofisik di DAS Bulok Provinsi Lampung. Penelitian ini menggunakan metode *overlay* serta teknik pembobotan dan skoring yang dikembangkan oleh GIS. Populasi meliputi seluruh wilayah biogeofisik DAS Bulok, dengan sampel yang diambil adalah 4 parameter biogeofisik DAS Bulok yang meliputi parameter tutupan lahan, kemiringan lereng, jenis tanah dan kondisi geologi.

Hasil penelitian menunjukkan terdapat 69 titik lokasi sangat potensial untuk direncanakan pembangunan embung yang tersebar di wilayah DAS Bulok, dari 87.670 Ha luas DAS Bulok, 14.192 Ha adalah luas lokasi yang sangat potensial. Perkiraan volume daya tampung embung di DAS Bulok dihitung berdasarkan panjang dan lebar rata-rata, serta kedalaman 2 m embung disetiap titik sangat potensial, menunjukkan bahwa total embung yang dapat dibangun di DAS Bulok adalah sekitar 1.612 embung, dengan total volume tampung minimal 4.836.000 m³. Total volume tampung embung tersebut diperkirakan mampu mereduksi debit banjir di DAS Bulok sebesar 50%, dengan perkiraan debit maximum (debit banjir) di DAS Bulok yang paling tinggi berdasarkan data debit rata-rata selama 10 tahun (2009-2018) mencapai angka 8.422.037 m³/hari.

Kata kunci: kondisi biogeofisik, volume tampung embung, banjir

ABSTRACT

MAPPING POTENTIAL LOCATIONS OF RESERVOIR DEVELOPMENT PLANNING BASED ON BIOGEOPHYSICAL CONDITIONS IN BULOK WATERSHED, LAMPUNG PROVINCE

By

ROSIDAH AMINI

The aims of this research were to study the mapping of potential locations for reservoir development planning based on bio geophysical conditions in Bulok watershed, Lampung Province. This study used overlay method, weighting technique and scoring that is developed by GIS. The population covers the entire bio geophysical area of Bulok watershed, and the taken samples are 4 bio geophysical parameters of the Bulok watershed which include parameters of land cover, slope, soil type and geological conditions.

The results showed that there were 69 locations with great potential for planning the construction of reservoirs spread over the Bulok watershed area, from 87.670 Ha of the Bulok watershed area, 14.192 Ha is a very potential area. The estimated carrying capacity of the reservoir in the Bulok watershed is calculated based on the average length and width, as well as the depth of 2 m of the reservoir at each point was very potential. it indicated that the total of reservoir that can be built in the Bulok watershed is about 1.612 reservoirs, with a minimum total capacity of 4.836.000 m³. The total volume of the reservoir is estimated to be able to reduce flood discharge in the Bulok watershed by 50%, with the highest estimated maximum discharge (flood discharge) in the Bulok watershed based on 10-year average discharge data (2009-2018) reaching 8,422,037. m³/day.

Keywords: biogeophysical conditions, reservoir volume, flood

**PEMETAAN LOKASI POTENSIAL PERENCANAAN PEMBANGUNAN
EMBUNG BERDASARKAN KONDISI BIOGEOFISIK DI DAS BULOK
PROVINSI LAMPUNG**

Oleh

ROSIDAH AMINI

Tesis

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
MAGISTER LINGKUNGAN**

Pada

**Program Studi Magister Ilmu Lingkungan
Pascasarjana Multidisiplin Universitas Lampung**



**PROGRAM STARATA 2
PROGRAM STUDI MAGISTER ILMU LINGKUNGAN
PASCASARJANA UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2022**

Judul Tesis : **PEMETAAN LOKASI POTENSIAL
PERENCANAAN PEMBANGUNAN EMBUNG
BERDASARKAN KONDISI BIOGEOFISIK
DI DAS BULOK PROVINSI LAMPUNG**

Nama Mahasiswa : **Rosidah Amini**

Nomor Pokok Mahasiswa : 2020011002

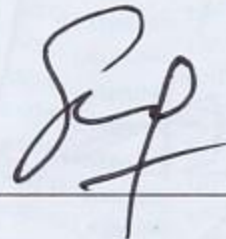
Program Studi : Magister Ilmu Lingkungan

Fakultas : Pascasarjana Multidisiplin

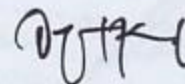
MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing

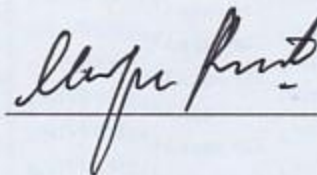
Dr. Ir. Slamet Budi Yuwono, M.S.
NIP 196412231994031003



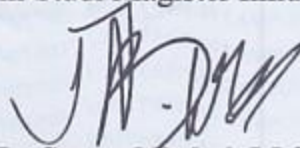
Dr. Dyah Indriana Kusumastuti, S.T., M.Sc.
NIP 196912191995122001



Dr. Melya Riniarti, S.P., M.Si.
NIP 197705032002122002



2. Ketua Program Studi Magister Ilmu Lingkungan



Dr. Ir. Samsul Bakri, M.Si.
NIP 196105051987031002

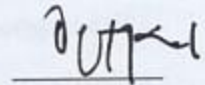
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

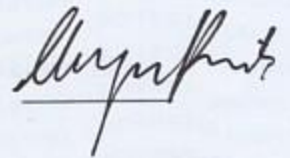
Ketua : **Dr. Ir. Slamet Budi Yuwono, M.S.**



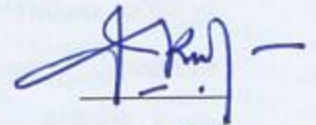
Sekretaris : **Dr. Dyah Indriana Kusumastuti, S.T., M.Sc.**



Anggota : **Dr. Melya Riniarti, S.P., M.Si.**



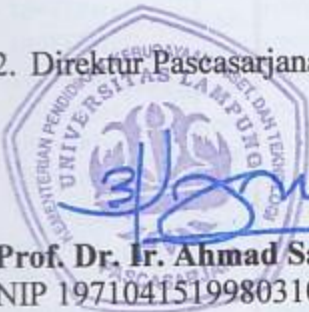
Penguji
Bukan Pembimbing : **Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.S.**




Anggota : **Dr. Endro Prasetyo Wahono, S.T., M.Sc.**



2. Direktur Pascasarjana Universitas Lampung




Prof. Dr. Ir. Ahmad Saudi Samosir, S.T., M.T.
NIP 197104151998031005

Tanggal Lulus Ujian Tesis : **10 Agustus 2022**

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan dengan sebenarnya bahwa:

1. Tesis dengan judul: **“PEMETAAN LOKASI POTENSIAL PERENCANAAN PEMBANGUNAN EMBUNG BERDASARKAN KONDISI BIOGEOFISIK DI DAS BULOK PROVINSI LAMPUNG”** adalah karya saya sendiri dan saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan atas karya penulis lain dengan cara yang tidak sesuai dengan etika ilmiah yang berlaku dalam masyarakat akademik atau yang disebut plagiarisme.
2. Hak intelektual atas karya ini diserahkan sepenuhnya kepada Universitas Lampung.

Atas pernyataan ini, apabila di kemudian hari ternyata ditemukan adanya ketidakbenaran, saya bersedia menanggung akibat dan sanksi yang diberikan kepada saya, saya bersedia dan sanggup dituntut sesuai dengan hukum yang berlaku.

Bandar Lampung, 10 Agustus 2022
Yang membuat pernyataan,



Rosidah Amini
NPM 2020011002

RIWAYAT HIDUP



Rosidah Amini lahir di Desa Kotanegara pada tanggal 31 Maret 1998, sebagai anak bungsu dari tujuh bersaudara, pasangan Bapak Sachad Affandi (Alm) dan Ibu Siti Mariyati. Menyelesaikan pendidikan dasar di MI Nurul Muhajirin Kotanegara pada Tahun 2010, pendidikan menengah pertama di SMP Negeri 03 Sungkai Utara pada Tahun 2013, pendidikan menengah atas di MA Al-Hikmah Bandar Lampung pada Tahun 2016, dan pendidikan setingkat perguruan tinggi pada Program Studi Pendidikan Geografi di Universitas Lampung pada Tahun 2020. Tahun 2020 terdaftar sebagai mahasiswa Program Studi Magister Ilmu Lingkungan Jurusan Pascasarjana Multidisiplin Fakultas Pascasarjana Universitas Lampung melalui jalur reguler.

Tahun 2020 bergabung dalam organisasi Ikatan Alumni (IKA) Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Lampung. Tahun 2020 sampai sekarang berprofesi sebagai Guru Geografi di SMA YP Unila Bandar Lampung. Prestasi yang diraih diantaranya peraih medali perunggu pada Kompetisi Berprestasi Geografi Guru SMA/MA/SMK/MAHASISWA Tahun 2022 yang diselenggarakan oleh POSI. Tahun 2021 menuliskan puisi tentang lingkungan dengan judul “milik generasi yang akan datang”, mengikuti event Maret Puitis yang diadakan oleh IDN Creation, dan menjadi penulis terpilih dalam buku antologi puisi ber-ISBN “Dalam Lipatan Sajadah”, yang diterbitkan oleh CV. Poetry Publisher.

MOTTO

"Ketika Kamu menolong orang lain,
sesungguhnya kamu sedang menolong dirimu
sendiri."

"Kamu tidak harus menjadi hebat untuk
memulai, tetapi kamu harus mulai untuk
menjadi hebat." – Zig Ziglar

PERSEMBAHAN

Kepada Ayahanda dan Ibunda Tersayang
Almamater tercinta “Universitas Lampung”

SANWACANA

Puji syukur penulis ucapkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, karena atas rahmat dan hidayah-Nya tesis ini dapat diselesaikan.

Tesis Dengan Judul **“Pemetaan Lokasi Potensial Perencanaan Pembangunan Embung Berdasarkan Kondisi Biogeofisik di DAS Bulok Provinsi Lampung”** adalah salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister Sains di Universitas Lampung.

Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Karomani, M.Si., selaku Rektor Universitas Lampung;
2. Prof. Dr. Ir. Ahmad Saudi Samosir, S.T., M.T. selaku Direktur Pascasarjana Universitas Lampung;
3. Prof. Drs. Simon Sembiring, Ph.D., selaku Wakil Direktur Bidang Akademik, Kemahasiswaan dan Alumni Universitas Lampung;
4. Dr. Maulana Mukhlis, S.Sos, M.IP. selaku Wakil Direktur Bidang Umum Universitas Lampung;
5. Dr. Ir. Samsul Bakri, M.Si., selaku Ketua Program Studi Magister Ilmu Lingkungan Universitas Lampung, untuk masukan dan saran-saran serta motivasi yang diberikan;
6. Dr. Ir. Slamet Budi Yuwono, M.S., selaku pembimbing utama atas kesediannya untuk memberikan gambaran ide penelitian, memberikan bimbingan, saran dan kritik dalam proses penyelesaian tesis ini;
7. Dr. Dyah Indriana Kusumastuti, S.T., M.Sc., selaku pembimbing kedua atas kesediannya memberikan bimbingan, saran dan kritik dalam proses penyelesaian tesis ini;
8. Dr. Melya Riniarti, S.P., M.Si., selaku pembimbing ketiga atas kesediannya memberikan bimbingan, saran dan kritik dalam proses penyelesaian tesis ini;

9. Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuawa, M.Si., selaku penguji utama atas kesediannya memberikan arahan, saran dan kritik dalam proses penyelesaian tesis ini;
10. Dr. Endro Prasetyo Wahono, S.T., M.Sc., selaku penguji kedua atas kesediannya memberikan arahan, saran dan kritik dalam proses penyelesaian tesis ini;
11. Seluruh Dosen Magister Ilmu Lingkungan Universitas Lampung yang telah banyak memberikan ilmu yang sangat bermanfaat dan telah mendidik penulis;
12. Bapak dan Ibu Staf administrasi Magister Ilmu Lingkungan Universitas Lampung;
13. Kepala Balai Pengelolaan Daerah Aliran Sungai dan Hutan Lindung (BPDAS HL) Way Seputih-Way Sekampung beserta staf, yang telah memberikan izin untuk mengambil data penelitian dan sangat membantu penulis dalam menjalankan kegiatan penelitian;
14. Kepala Balai Pemantapan Kawasan Hutan (BPKH) Wilayah XX Bandar Lampung beserta staf, yang telah memberikan izin untuk mengambil data penelitian dan sangat membantu penulis dalam menjalankan kegiatan penelitian;
15. Rekan dan sahabat, Melisa, Mbak Dewi Ayu Puspaningrum, Mbak Dian Neli Pratiwi, yang senantiasa saling memberi motivasi dan bantuan disetiap situasi dan kondisi;
16. Bapak Rustam Dwi Kendarto, yang membantu memberikan gambaran metode penelitian yang digunakan. Terimakasih Bapak;
17. Rekan satu topik penelitian DAS, Bang Pandu Herlambang, Bang Tomy Arisandi dan Kak Abdul Fattah Maghribie, yang saling memberi semangat, dan membantu memperoleh data-data penelitian;
18. Rekan-rekan satu angkatan Magister Ilmu Lingkungan Tahun 2020, serta Seluruh pihak yang membantu yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Akhir kata, penulis sangat menyadari bahwa tesis ini masih jauh dari kesempurnaan, akan tetapi semoga tesis ini dapat memberikan sumbangan pengetahuan dan berguna serta bermanfaat bagi kita semua.

Bandar Lampung, 2022

Rosidah Amini

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	XVI
DAFTAR GAMBAR	XVII
DAFTAR LAMPIRAN	XVIII
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	5
1.3 Tujuan Penelitian	5
1.4 Kegunaan Penelitian	6
1.5 Ruang Lingkup Penelitian	6
1.6 Kerangka Pikir	7
II. TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1 Daerah Aliran Sungai (DAS)	8
2.2 DAS Bulok	9
2.3 Biogeofisik Lingkungan DAS Bulok.....	10
2.4 Banjir.....	11
2.5 Embung	13
2.6 Syarat Lokasi Embung	14
2.7 Manfaat Embung	17
2.8 Penelitian yang Relevan.....	19
III. METODE PENELITIAN	21
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian.....	21
3.2 Bahan dan Alat Penelitian	23
3.3 Pelaksanaan Penelitian.....	23
3.4 Teknik Pengumpulan Data.....	25
1. Observasi.....	25
2. Dokumentasi	25
3.5 Metode Analisis Data.....	25
1. Data biologi geologi dan fisik DAS Bulok	25
2. Penentuan lokasi potensial embung di DAS Bulok	26
3. Penetapan potensi penggunaan dan pemanfaatan embung berdasarkan volume tampung embung.....	32

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	34
4.1 Gambaran Umum Daerah Penelitian	34
4.2 Hasil dan Pembahasan	35
4.2.1 Kondisi Bio-geofisik Wilayah DAS Bulok.....	35
4.2.2 Lokasi Potensial untuk Perencanaan Pembangunan Embung di Wilayah DAS Bulok	54
4.2.3 Prakiraan Daya Tampung dan Potensi Pemanfaatan Embung sebagai Penampung Air di DAS Bulok	59
V. KESIMPULAN DAN SARAN	65
5.1 Kesimpulan	65
5.2 Saran	66
DAFTAR PUSTAKA	67

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Penelitian-penelitian Terdahulu yang Relevan	19
2. Definisi Operasional Variabel.....	24
3. Parameter biogeofisik yang memengaruhi penentuan tingkat potensial lokasi untuk direncanakan pembangunan embung	27
4. Dasar penetapan bobot untuk parameter yang memengaruhi tingkat potensial lokasi perencanaan embung di DAS Bulok.....	28
5. Dasar penetapan skor pada kelas parameter yang memengaruhi penentuan tingkat potensial lokasi perencanaan embung	29
6. Nilai tingkat lokasi potensial untuk perencanaan embung	32
7. Ukuran Embung untuk Berbagai Volume Tampungan Embung	33
8. Jenis-jenis tutupan lahan yang ada di DAS Bulok Provinsi Lampung	37
9. Kelas Kemiringan Lereng di DAS Bulok Provinsi Lampung	42
10. Litologi Tanah di DAS Bulok Provinsi Lampung	45
11. Pengelompokan Ulang Litologi Tanah di DAS Bulok Provinsi Lampung	47
12. Formasi Geologi DAS Bulok Provinsi Lampung	52
13. Penggolongan Ulang Formasi Geologi DAS Bulok Provinsi Lampung ..	54
14. Luas Lokasi Potensial Perencanaan Pembangunan Embung di DAS Bulok.....	56
15. Sebaran Lokasi yang Sangat Potensial Untuk Direncanakan Pembangunan Embung di DAS Bulok.....	56
16. Debit Maximum DAS Bulok Tahun 2010-2018.....	60
17. Curah Hujan Maximum DAS Bulok Tahun 2010-2018.....	61
18. Debit Maximum Rata-Rata DAS Bulok Tahun 2010 – 2018.....	61

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Kerangka pikir penelitian	7
2. Peta administrasi DAS Bulok Provinsi Lampung.....	22
3. Peta Tutupan Lahan di DAS Bulok Provinsi Lampung.....	39
4. Peta Kemiringan Lereng DAS Bulok Provinsi Lampung.....	41
5. Peta Elevasi DAS Bulok Provinsi Lampung	44
6. Peta Kelompok Tanah DAS Bulok Provinsi Lampung	48
7. Peta Geologi DAS Bulok Provinsi Lampung	54
8. Peta Kelompok Formasi Geologi DAS Bulok Provinsi Lampung Setelah dilakukan Penggolongan Kembali	53
9. Sebaran Titik Lokasi yang Sangat Potensial untuk Perencanaan Pembangunan Embung di DAS Bulok.....	55
10. Beberapa Cekungan pada Titik Sangat Potensial untuk Direncanakan Pembangunan Embung di DAS Bulok.....	58

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Penjelasan Singkat Jenis Tutupan Lahan dan Formasi Geologi yang ada di DAS Bulok Provinsi Lampung.....	74
2. Surat Izin Penelitian dan Pengambilan Data dari Universitas Lampung untuk Dinas Penanaman Modal dan PTSP Provinsi Lampung.....	77
3. Surat Keterangan Penelitian di BPDASHL Way Seputih Way Sekampung	78
4. Surat Izin Penelitian dan Pengambilan Data dari Universitas Lampung untuk BPKH Wilayah XX Bandar Lampung.....	79
5. Surat Penyampaian Data dan Informasi Geospasial	80
6. Berita Acara Serah Terima Data dan Informasi Geospasial dari BPKH Wilayah XX Bandar Lampung.....	81
7. Proses Pengukuran Panjang dan Lebar Titik Lokasi Sangat Potensial untuk Embung Menggunakan ArcGis.....	82
8. Tabel Perhitungan Jumlah Embung yang dapat Dibangun Disetiap Titik Sangat Potensial di DAS Bulok Provinsi Lampung.....	83
9. Tabel perkiraan jumlah embung yang dapat dibangun dengan volume tampung 3.000 m ³ di DAS Bulok	89
10. Grafik Debit Maximum DAS Bulok Tahun 2009-2018	91
11. Data Hidrograf Curah Hujan DAS Bulok Tahun 2009-2018	92
12. Foto Dokumentasi Beberapa Lokasi Sangat Potensial untuk direncanakan Pembangunan Embung di DAS Bulok Provinsi Lampung.	94

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Daerah Aliran Sungai (DAS) dapat diartikan sebagai daerah/wilayah yang dikelilingi dan dibatasi oleh topografi yang dapat berupa bukit atau pegunungan. Sungai merupakan bagian dari DAS, jadi DAS tidak hanya meliputi aliran airnya saja, namun juga bentang alam di sekitar sungai. Daerah Aliran Sungai yang selanjutnya disebut DAS adalah suatu wilayah daratan yang merupakan satu kesatuan dengan sungai dan anak-anak sungainya, yang berfungsi menampung, menyimpan dan mengalirkan air yang berasal dari curah hujan ke danau atau ke laut secara alami, yang batas di darat merupakan pemisah topografis dan batas di laut sampai dengan daerah perairan yang masih terpengaruh aktivitas daratan (PPRI NO. 37, 2012). Secara sederhana Sinukaban (2004) mendefinisikan DAS sebagai suatu wilayah yang dibatasi oleh topografi secara alami, sehingga setiap air yang jatuh dalam daerah tersebut akan mengalir melalui satu titik pengukuran yang sama.

DAS sebagai daerah tangkapan air mempunyai peranan yang penting dalam menyediakan kebutuhan air bagi manusia. Lebih dari itu, DAS berperan penting dalam menjaga lingkungan termasuk menjaga kualitas air, mencegah banjir saat musim hujan dan kekeringan dimusim kemarau, mengurangi aliran massa (tanah) dari hulu ke hilir, dan lain-lain. Manfaat-manfaat tersebut akan terus dirasakan dan dinikmati oleh manusia ketika kondisi DAS dapat terjaga dengan baik. Adapun beberapa ciri kondisi DAS yang baik dilihat dari aspek biofisik menurut Putuhena (2019), diantaranya yaitu: debit sungai konstan dari tahun ke tahun, kualitas air baik dari tahun ke tahun, fluktuasi antara debit maksimum dan minimum kecil, ketinggian muka air tanah konstan dari tahun ke tahun, kondisi curah hujan tidak mengalami perubahan dalam kurun waktu tertentu.

Peran penting dan fungsi DAS bagi kehidupan akan semakin menurun ketika kondisi DAS berubah menjadi lebih buruk dari kondisi sebelumnya. Beberapa faktor yang dapat memengaruhi fungsi DAS diantaranya yaitu penggunaan lahan dan kondisi fisik lingkungan. Komponen-komponen DAS memiliki hubungan timbal balik (interaksi), sehingga perubahan yang terjadi pada salah satu komponen dapat merubah komponen lainnya (Susetyaningsih, 2012). Banyaknya perubahan lahan hutan/semak belukar menjadi pemukiman seringkali menjadi penyebab menurunnya fungsi DAS.

Hasil penelitian Pratama dan Yuwono (2016), menunjukkan telah terjadi perubahan penggunaan lahan DAS Bulok meliputi penurunan luas hutan dan pertanian lahan kering bercampur semak, serta peningkatan luas pemukiman dan pertanian lahan kering. Hal tersebut berpengaruh terhadap debit sungai dan koefisien aliran permukaan. Fluktuasi debit DAS Bulok tahun 2001 sebesar 12,45 tahun 2006 menjadi 51,27 dan tahun 2011 menjadi 129,96. Koefisien aliran permukaan DAS Bulok tahun 2001 sebesar 6% tahun 2006 menjadi 35% dan tahun 2011 sebesar 41%. Peningkatan fluktuasi debit dan aliran permukaan tahun 2001-2011 menunjukkan DAS Bulok telah mengalami degradasi.

Perhitungan perkiraan yang dilakukan Pratama dan Yuwono (2016) berdasarkan klasifikasi iklim Schmidt-Ferguson dalam Arsyad (2010) diukur dari tahun 2001-2011, curah hujan DAS Bulok memiliki perbandingan rata-rata bulan kering (<100 mm/bulan) sebanyak 7 bulan dengan bulan basah (>100 mm/bulan) sebanyak 5 bulan, dengan demikian maka DAS Bulok memiliki tipe iklim sedang.

Kondisi tersebut menunjukkan potensi air yang berasal dari curah hujan di DAS Bulok cukup besar. Hasil penelitian Pratama dan Yuwono (2016) di DAS Bulok menunjukkan bahwa curah hujan tahun 2001 sebesar 1.527 mm dengan curah hujan tertinggi berada pada bulan Januari sebesar 248 mm sedangkan hujan terendah terjadi pada bulan Juni sebesar 51 mm dan memiliki curah hujan rata-rata 127,3 mm dengan jumlah hari hujan di tahun 2001 sebanyak 90 hari. Curah hujan tahun 2006 sebesar 1.215,2 mm dan curah hujan rata-rata 101,3 mm, dengan curah hujan tertinggi berada pada bulan Januari sebesar 260 mm dan hujan terendah terjadi pada bulan September sebesar 3,9 mm dengan jumlah hari hujan

ditahun 2006 sebanyak 104 hari. Curah hujan total tahun 2011 sebesar 1.342 mm dan curah hujan rata-rata 111,8 mm, dengan curah hujan tertinggi berada pada bulan Desember sebesar 286 mm dan hujan terendah terjadi pada bulan Agustus sebesar 1,5 mm dengan jumlah hari hujan di tahun 2011 sebanyak 109 hari. Curah hujan total pada 2001 merupakan curah hujan yang cukup besar dengan hari hujan yang sedikit dibandingkan tahun 2006 dan 2011 (Pratama dan Yuwono, 2016). Intensitas hujan yang besar diwaktu singkat dapat menggambarkan nilai curah hujan total besar dengan hari hujan sedikit dalam setahun (Handayani, 2011). Permasalahan ini menjadi salah satu penyebab terjadinya debit air yang cukup besar hingga terjadi koefisien aliran permukaan yang besar.

Besarnya debit maksimum yang terjadi selain disebabkan oleh curah hujan yang tinggi pada bulan-bulan basah, juga disebabkan oleh penggunaan lahan. Menurut Yuwono (2011) perubahan penggunaan lahan dari areal hutan ke tanaman campuran menyebabkan meningkatnya trend fluktuasi debit.

Nilai fluktuasi debit yang tinggi menunjukkan kisaran nilai Q-maks dan Q-min sangat besar, atau dapat dikatakan bahwa kisaran nilai limpasan pada musim penghujan yang terjadi besar, sedang pada musim kemarau aliran yang terjadi sangat kecil atau menunjukkan kekeringan.

Semakin kecil nilai fluktuasi debit, maka semakin baik kondisi tata guna lahan suatu DAS, dan jika semakin besar nilai fluktuasi debit tersebut, maka semakin buruk keadaan penggunaan lahan di suatu DAS (Arsyad, 2010).

Degradasi yang terjadi di DAS Bulok yang ditandai dengan semakin meningkatnya nilai fluktuasi debit dan aliran permukaan, memberikan dampak negatif terhadap bagian hilirnya, salah satunya yaitu seringnya terjadi banjir dimusim penghujan dan kekeringan dimusim kemarau. Kejadian banjir di DAS Bulok hampir selalu terjadi setiap tahun, sehingga kerugian yang dialami masyarakat sebenarnya sudah cukup banyak, data kejadian banjir di DAS Bulok berdasarkan data dokumentasi BPBD Kabupaten Pringsewu menunjukkan bahwa dari tahun 2015 sampai tahun 2020 selalu terjadi banjir di DAS Bulok disetiap tahunnya, dengan kejadian banjir paling banyak di tahun 2019 sebanyak tiga kejadian yang terjadi di: 1) Pekon

Pardasuka Selatan dan Pardasuka Induk, Kecamatan Pardasuka, 2) Pekon Sidoharjo, Kecamatan Pringsewu pada bulan Februari, 3) Pekon Sidoharjo, Kecamatan Pringsewu pada bulan Maret (BPBD Kabupaten Pringsewu, 2020).

Banjir dimusim penghujan dan kekeringan dimusim kemarau sudah berkali-kali terjadi di wilayah DAS Bulok. Sebagian besar penggunaan lahan di wilayah DAS Bulok adalah wilayah pertanian yang tanahnya diolah secara terus menerus sepanjang tahun. Tanah pertanian yang tanamannya sering dipanen dan senantiasa berganti, membuat strukturnya seringkali gembur dan porous, sehingga tanah tidak dapat menahan dan menyimpan air dengan baik, dan ketika musim hujan tiba, sebagian besar air hujan yang jatuh akan menjadi *run off* yang mengalir langsung ke sungai sehingga menyebabkan banjir, ketidakmampuan DAS Bulok dalam menyimpan air juga menyebabkan wilayah ini mengalami kekeringan/kekurangan air ketika musim kemarau tiba. Oleh karena itu, pengendalian kelebihan air ketika musim hujan sangat dibutuhkan, supaya air permukaan tidak mengalir begitu saja dan dapat digunakan sebagai cadangan air tanah pada musim kemarau.

Jumlah air yang tersedia selalu berubah dari waktu ke waktu, karena itu perlu ditentukan besarnya jumlah air yang tersedia, yang dipergunakan sebagai dasar perencanaan dalam menentukan rencana pembagian air. Kenyataannya jumlah air yang tersedia belum tentu akan sama dengan yang direncanakan, mungkin lebih atau kurang. Namun dengan perencanaan yang baik, kelebihan atau kekurangan air tersebut tidak akan terlalu besar. Kelebihan air pada bulan-bulan basah pada tahun yang direncanakan masih dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan produksi, sebaliknya kekurangan air pada bulan-bulan kering pada tahun yang direncanakan tidak akan menggagalkan panen atau setidaknya kegagalan panen dapat dibatasi sampai sekecil-kecilnya (Mulyono, 2014).

Perencanaan pembagian air atau penyediaan cadangan air dimusim kemarau dapat dilakukan dengan berbagai cara, salah satunya yaitu dengan pembuatan embung. Embung merupakan kolam besar yang dibuat untuk menampung air baik yang berasal dari hujan, limpasan permukaan maupun mata air. Tujuan pembuatan embung selain untuk menyediakan cadangan air terutama untuk mengantisipasi kekeringan di musim kemarau juga dapat berfungsi mengatasi genangan yang

tidak terkendali di musim hujan. Kondisi debit yang tinggi, terutama apabila terjadi hujan dalam intensitas tinggi dan relatif lama dapat menurun dengan adanya bendungan/embung.

Penentuan lokasi embung didasarkan pada potensi bio-geofisik lahan DAS Bulok untuk menampung air dan/atau limpasan permukaan. Perkiraan volume debit air yang dapat ditampung ketika musim hujan dan sebagai cadangan ketika dimusim kemarau dilakukan dengan memperkirakan seberapa luas perencanaan pembangunan embung yang akan dilakukan. Berdasarkan perkiraan volume tampung debit air tersebut, selanjutnya akan dilakukan perhitungan perkiraan seberapa banyak jumlah debit air yang dapat digunakan untuk pengairan tanaman pertanian dimusim kemarau, sehingga diketahui perkiraan seberapa luas lahan pertanian yang mampu dipenuhi kebutuhan airnya oleh embung yang direncanakan. Sehingga manfaat dari rencana pembangunan embung jika terlaksana, yaitu mengatasi banjir dimusim hujan, dan memenuhi kebutuhan air pertanian dimusim kemarau. Pemanfaatan embung nantinya akan menyesuaikan dengan kondisi lokasi perencanaan, yang tidak harus digunakan untuk memenuhi kebutuhan air lahan pertanian, tetapi juga untuk manfaat yang lain seperti tempat budidaya ikan, dan lain-lain.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah, maka rumusan masalah dalam penelitian ini meliputi:

1. Bagaimanakah kondisi bio-geofisik wilayah DAS Bulok?
2. Dimanakah titik-titik lokasi yang sangat potensial untuk direncanakan pembangunan embung di wilayah DAS Bulok?
3. Berapakah perkiraan daya tampung embung yang direncanakan di DAS Bulok?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Menginventarisasi kondisi bio-geofisik wilayah DAS Bulok.
2. Menetapkan dan memetakan lokasi yang paling potensial untuk perencanaan pembangunan embung di wilayah DAS Bulok.

3. Menghitung perkiraan daya tampung dan potensi pemanfaatan embung sebagai pereduksi banjir di DAS Bulok.

1.4 Kegunaan Penelitian

Kegunaan penelitian ini adalah:

1. Memberikan data mengenai kondisi bio-geofisik wilayah DAS Bulok, serta memberikan gambaran potensi lokasi dan perencanaan pembangunan embung di wilayah DAS Bulok.
2. Dapat dijadikan sebagai masukan bagi pemerintah daerah dan pihak-pihak terkait dalam rencana pemberian solusi terhadap masalah banjir di DAS Bulok.
3. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan sumbangan bagi ilmu lingkungan. Selain itu dapat dijadikan sebagai referensi bagi para peneliti yang akan meneliti masalah-masalah lain yang relevan.

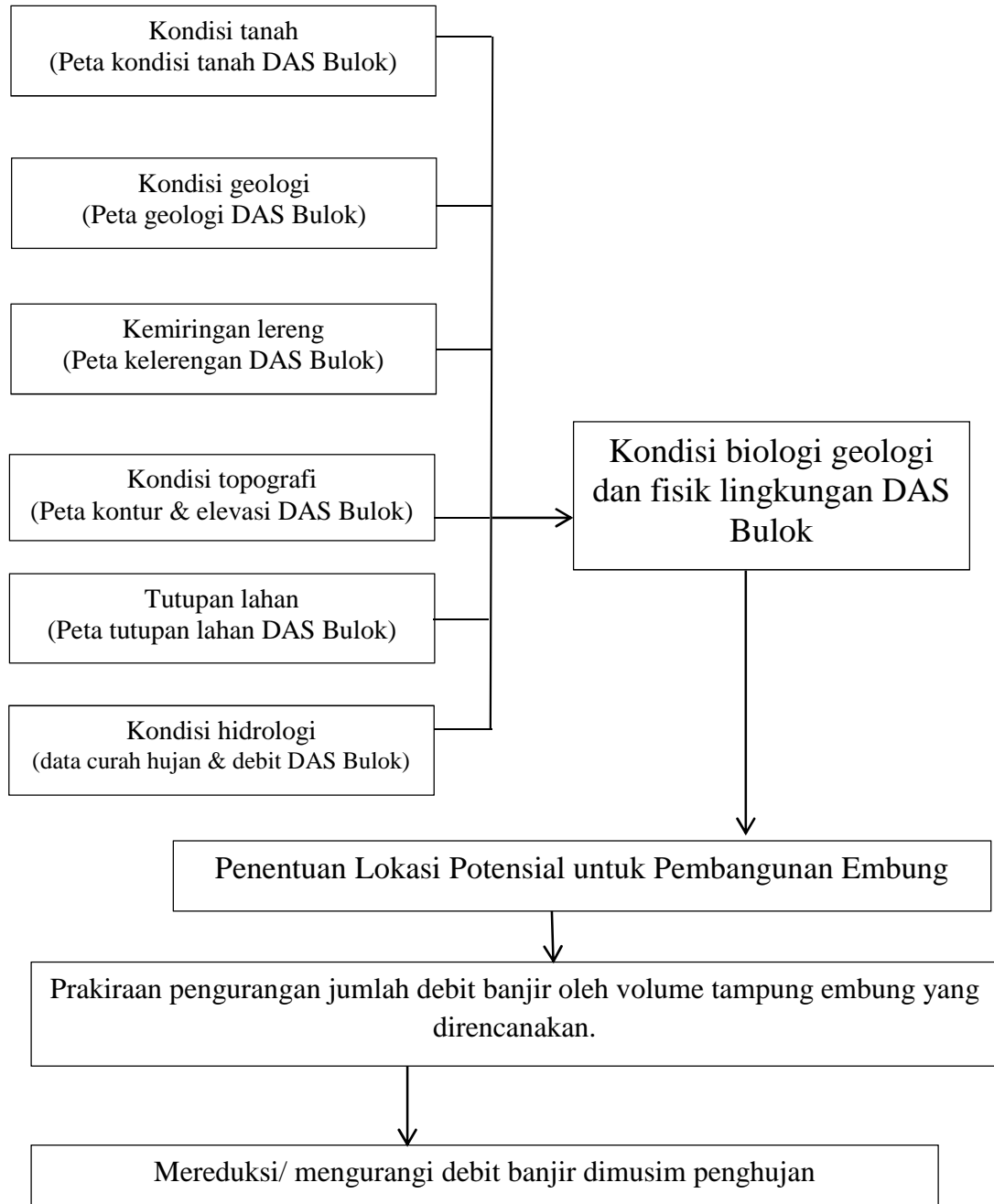
1.5 Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup penelitian ini meliputi:

1. Ruang lingkup objek penelitian, yaitu kondisi bio-geofisik DAS Bulok Provinsi Lampung.
2. Ruang lingkup tempat penelitian, yaitu DAS Bulok Provinsi Lampung.
3. Ruang lingkup waktu penelitian, yaitu Tahun 2021.
4. Ruang lingkup ilmu dalam penelitian ini adalah Ilmu Lingkungan.

1.6 Kerangka Pikir

Kerangka pikir penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Kerangka pikir penelitian

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Daerah Aliran Sungai (DAS)

Daerah Aliran Sungai yang selanjutnya disebut DAS adalah suatu wilayah daratan yang merupakan satu kesatuan dengan sungai dan anak-anak sungainya, yang berfungsi menampung, menyimpan dan mengalirkan air yang berasal dari curah hujan ke danau atau ke laut secara alami, yang batas di darat merupakan pemisah topografis dan batas di laut sampai dengan daerah perairan yang masih terpengaruh aktivitas daratan (PPRI No. 37, 2012). Berdasarkan definisi tersebut dapat juga disimpulkan bahwa daerah aliran sungai mencakup wilayah hulu hingga hilir yang merupakan satu kesatuan, sehingga jika terdapat salah satu bagian wilayah yang rusak, maka akan berpengaruh pada bagian wilayah lainnya, terutama jika kerusakan terjadi di wilayah hulu, maka dampaknya seringkali terasa hingga wilayah hilir.

Daerah aliran sungai sebagai suatu wilayah tangkapan air memberikan pengaruh yang besar terhadap ketersediaan air suatu daerah, sehingga dalam pengelolaannya dibutuhkan perencanaan yang sebaik mungkin (Rau, 2015). DAS mempunyai peran penting dalam menjaga kelestarian sumberdaya air. Manusia memanfaatkan lahan dalam DAS untuk berbagai kepentingan dalam menunjang kelangsungan hidup dan meningkatkan kesejahteraannya. Interaksi manusia terhadap DAS dapat memberi dua macam dampak yang menguntungkan yaitu peningkatan kondisi sosial ekonomi, akan tetapi dampak negatifnya adalah penurunan fungsi DAS yang ditandai dengan terus meningkatnya angka erosi lahan dalam kawasan DAS itu sendiri (Adhirahman, 2017). Keseimbangan ekosistem pada daerah aliran sungai dapat terganggu akibat aktivitas manusia. Kerusakan yang terjadi pada DAS dapat menyebabkan masalah diantaranya adalah banjir di musim hujan dan kekeringan di musim kemarau, perubahan

fluktuasi debit, erosi, dan sedimentasi serta longsor. Untuk mengatasi berbagai permasalahan tersebut, diperlukan pengelolaan DAS secara berkelanjutan.

Pengelolaan DAS adalah upaya manusia dalam mengatur hubungan timbal balik antara sumberdaya alam dengan manusia di dalam DAS dan segala aktivitasnya, agar terwujud kelestarian dan keserasian ekosistem serta meningkatnya kemanfaatan sumberdaya alam bagi manusia secara berkelanjutan (PPRI No. 37, 2012). Pengelolaan DAS berkelanjutan dapat didefinisikan sebagai suatu sistem mengelola sumber daya DAS yang menghasilkan barang dan jasa yang cukup dan berkelanjutan untuk memenuhi kebutuhan masa kini dan generasi masa depan (Edward, 2015).

Pengelolaan DAS biasanya mengacu pada pengelolaan dua anasirnya (*component*) yang dianggap terpenting, yaitu sumberdaya tanah dan air. Adapun anasir yang lain, seperti iklim, vegetasi, relief, dan manusia diperlukan untuk mengatur hubungan timbal balik antara sumber daya alam yang terdapat di dalam DAS dan manusia. Upaya pengelolaan DAS diperlukan untuk mendorong agar kelestarian lingkungan hidup dapat terwujud, terciptanya keseimbangan ekosistem serta terjaminnya keberlanjutan antara manfaat sumber daya alam di dalam DAS bagi manusia. Artinya, setiap bentuk manfaat sumber daya alam yang dilakukan dengan memerhatikan dan mempertimbangkan aspek-aspek kelestarian DAS maka diharapkan nantinya generasi mendatang dapat merasakan manfaatnya (Sofyan, 2015).

2.2 DAS Bulok

DAS Bulok merupakan bagian dari DAS Sekampung. Lokasi DAS Bulok melintasi tiga wilayah administratif kabupaten, yaitu Kabupaten Tanggamus, Pringsewu dan Kabupaten Pesawaran. “Dari 484.191,80 hektar luas DAS Sekampung, sekitar 87.670 hektar adalah luas DAS Bulok”. (Muslihah, 2019).

Dalam buku yang berjudul pola pengelolaan sumber daya air wilayah Sungai Seputih Sekampung yang diterbitkan oleh Kementrian Pekerjaan Umum (2010), disebutkan bahwa DAS Sekampung memiliki 4 titik lokasi banjir, salah satunya yaitu wilayah Way Bulok. Genangan banjir di Way Bulok utamanya disebabkan

oleh hambatan aliran puncak (oleh Bendung Gatel). Tinggi genangan banjir dengan masa ulang 5 tahun sekitar 1 – 1,5 m, terdiri dari lahan sawah dan permukiman. Terdapat sistem pengendali banjir yang sudah tidak efektif, terdiri dari tanggul dan pintu pembuang. Dibutuhkan penyempurnaan berupa pembuatan pintu pengelak banjir di Bendung Gatel (Menteri Pekerjaan Umum, 2010).

Kejadian banjir di DAS Bulok juga dikarenakan oleh kondisi fisik wilayahnya, dimana sebagian besar tutupan lahan di wilayah DAS Bulok adalah lahan tanaman pertanian yang tanahnya diolah terus-menerus, sehingga karakteristik permukaan tanahnya bersifat lebih poros, yang kemudian menurunkan kemampuan menahan dan menyimpan air dengan baik oleh tanah, sehingga ketika hujan turun, sebagian besar air hujan akan menjadi aliran permukaan yang langsung masuk ke sungai, sehingga sangat berpotensi menimbulkan bencana banjir, dan akibat dari tidak adanya air yang seharusnya disimpan sebagai cadangan di wilayah DAS Bulok, maka ketika kemarau datang, wilayah DAS Bulok juga akan mengalami kekeringan atau kesulitan dalam menemukan sumber daya air yang dapat memenuhi kebutuhan kegiatan rumah tangga maupun pertanian, dan yang lainnya.

2.3 Biologi Geologi Fisik (Biogeofisik) Lingkungan DAS

Kondisi biologi geologi dan fisik lingkungan menggambarkan segala karakteristik yang terdapat pada lingkungan tersebut, mulai dari makhluk hidup baik tumbuhan, hewan dan manusia yang tinggal di dalamnya, hingga kondisi alam lingkungan tersebut, yang meliputi karakteristik air, tanah dan udara yang nanti didalamnya juga dibahas mengenai temperatur udara dan iklim serta jenis tanah, dan lain-lain.

Dalam mempelajari ekosistem DAS, daerah aliran sungai biasanya dibagi menjadi tiga bagian yaitu daerah hulu, tengah, dan hilir. Asdak (2010), menyatakan bahwa secara biologi geologi dan fisik, daerah hulu DAS dicirikan oleh hal-hal sebagai berikut : merupakan daerah konservasi, mempunyai kerapatan drainase lebih tinggi, merupakan daerah dengan kemiringan lereng besar (lebih besar dari 15%), bukan merupakan daerah banjir, pengaturan pemakaian air ditentukan oleh pola drainase dan jenis vegetasi umumnya merupakan tegakan hutan. Sementara daerah hilir DAS dicirikan oleh hal-hal sebagai berikut : merupakan daerah

pemanfaatan, kerapatan drainase lebih kecil, merupakan daerah dengan kemiringan lereng kecil sampai dengan sangat kecil (kurang dari 8%), pada beberapa tempat merupakan daerah banjir (genangan), pengaturan pemakaian air ditentukan oleh bangunan irigasi dan jenis vegetasi didominasi tanaman pertanian kecuali daerah estuaria yang didominasi hutan bakau/ gambut. Daerah aliran sungai bagian tengah merupakan daerah transisi dari kedua karakteristik biogeofisik DAS yang berbeda tersebut di atas (Asdak, 2010).

Kondisi biologi geologi dan fisik lingkungan seringkali dipengaruhi oleh tutupan lahan, dimana tutupan lahan merupakan perwujudan secara fisik, segala yang terdapat di atas lingkungan (menutupi permukaan lingkungan), yang dapat berupa vegetasi, benda alam, dan sensor budaya yang terdapat di permukaan bumi. Beberapa jenis tutupan lahan yang ada di DAS Bulok diantaranya yaitu hutan lahan kering sekunder, pertanian lahan kering campuran, semak/belukar, perkebunan, pemukiman, tanah terbuka, pertanian lahan kering, dan sawah. Tutupan lahan yang paling dominan tersebar di wilayah DAS Bulok yaitu pertanian lahan kering campuran.

Penggambaran kondisi biologi geologi dan fisik lingkungan DAS dalam penelitian ini akan digunakan untuk mengetahui kondisi fisik lokasi penelitian, yaitu DAS Bulok, seperti jenis tanah, kondisi iklim dan hidrologi, topografi, penggunaan lahan dan lain-lain. Informasi mengenai kondisi biologi geologi dan fisik lingkungan DAS Bulok akan sangat bermanfaat untuk memahami akar masalah lingkungan dalam hal ini hidrologi di DAS Bulok, dan juga merupakan dasar dari penetapan perencanaan pembangunan yang berkelanjutan.

2.4 Banjir

Menurut Suripin (2003), banjir adalah suatu kondisi di mana tidak tertampungnya air dalam saluran pembuang atau terhambatnya aliran air di dalam saluran pembuang, sehingga meluap menggenangi daerah (dataran banjir) sekitarnya. Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah (2002), juga mendefinisikan banjir sebagai aliran yang relatif tinggi dan tidak tertampung lagi oleh alur sungai atau saluran. Dari beberapa definisi tersebut, banjir dapat juga diartikan sebagai

air yang meluap akibat peningkatan debit air sungai yang seringkali terjadi pada musim hujan, yang kemudian menjadi genangan air yang menutupi daerah-daerah yang biasanya kering di sekitar saluran air.

Banjir adalah ancaman musiman yang terjadi apabila meluapnya tubuh air dari saluran yang ada dan menggenangi wilayah sekitarnya. Banjir adalah ancaman alam yang paling sering terjadi dan paling banyak merugikan, baik dari segi kemanusiaan maupun ekonomi. Pada umumnya banjir seringkali terjadi pada musim penghujan atau dapat dikatakan penyebab terjadinya banjir adalah karena meningkatnya debit air akibat hujan deras. Namun banjir tidak hanya disebabkan oleh hujan saja, menurut Sebastian (2008), terjadinya banjir juga dapat disebabkan oleh limpasan air permukaan (*run off*) yang melebihi kapasitas pengaliran sistem drainase atau sistem aliran sungai. Terjadinya bencana banjir juga disebabkan oleh rendahnya kemampuan infiltrasi tanah, sehingga menyebabkan tanah tidak mampu lagi menyerap air. Banjir dapat terjadi akibat naiknya permukaan air lantaran curah hujan yang diatas normal, perubahan suhu, tanggul/bendungan yang bobol, pencairan salju yang cepat, terhambatnya aliran air di tempat lain (Sebastian, 2008).

Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi banjir, baik yang disebabkan oleh alam maupun manusia. Faktor penyebab banjir secara alami merupakan faktor yang terjadi dari adanya proses alam, sedangkan faktor penyebab banjir oleh manusia merupakan faktor akibat adanya perilaku atau ulah manusia dalam mengubah bentang alam dan memanfaatkan sumber daya yang ada. Menurut Kodoatie dan Sugiyanto (2002), faktor penyebab terjadinya banjir dapat diklasifikasikan dalam dua kategori, yaitu banjir alami dan banjir oleh tindakan manusia. Banjir akibat alami dipengaruhi oleh curah hujan, fisiografi, erosi dan sedimentasi, kapasitas sungai, kapasitas drainase dan pengaruh air pasang. Sedangkan banjir akibat aktivitas manusia disebabkan karena ulah manusia yang menyebabkan perubahan-perubahan lingkungan seperti: perubahan kondisi DAS, kawasan pemukiman di sekitar bantaran, rusaknya drainase lahan, kerusakan bangunan pengendali banjir, rusaknya hutan, dan perencanaan sistem pengendali banjir yang tidak tepat. Peraturan Menteri PUPR Nomor 28 tahun 2015 tentang

penetapan garis sempadan sungai dan garis sempadan danau pada pasal 15 berbunyi untuk bangunan yang terdapat di sempadan sungai minimal jarak rumah dari tepi sungai yaitu 10 meter dari tepi kiri dan kanan sungai, dan apabila sungai terlalu dalam melebihi 3 meter maka jarak dari sempadan sungai lebih dari 10 meter.

2.5 Embung

Embung adalah bangunan yang berfungsi untuk menampung dan menyimpan air dengan kapasitas volume kecil tertentu, lebih kecil dari kapasitas waduk/bendungan. Embung biasanya dibangun dengan membendung sungai kecil atau dapat dibangun di luar sungai. Kolam embung akan menyimpan air dimusim hujan dan kemudian air dimanfaatkan oleh suatu desa hanya selama musim kemarau untuk memenuhi kebutuhan dengan urutan prioritas, penduduk, ternak, dan kebun atau sawah. Jumlah kebutuhan tersebut akan menentukan tinggi tubuh embung dan kapasitas tampungan embung (Rustam dan Kodoatie, 2010).

Berdasarkan definisi tersebut, diketahui bahwa embung atau waduk dapat berfungsi sebagai tempat penyimpanan/penampungan air pada waktu kelebihan agar dapat dipakai pada waktu yang diperlukan. Usaha untuk mengatur keluar dan masuknya air pada embung disebut manajemen air (*water management*). Hal ini bertujuan agar pengaturan air untuk kebutuhan manusia dapat dilakukan dengan baik. Air yang diatur adalah air hujan atau sungai yang ditampung di embung, sehingga air dapat disediakan dalam waktu atau tempat yang tepat sesuai jumlah yang diperlukan. Rahmadana (2013) menyatakan bahwa selain kebutuhan air, penentuan potensi kapasitas tampungan harus dipertimbangkan juga dari aspek kehilangan air akibat penguapan (evaporasi) embung. Komponen embung secara umum dapat dibagi menjadi beberapa bagian yaitu:

- 1) Waduk (*Reservoir*) merupakan tampungan air dihilu tubuh embung.
- 2) Lereng hulu (*upstream slope*) bagian sisi tubuh bendungan yang bertemu dengan waduk, sedangkan lereng hilir (*downstream slope*) adalah lereng yang berseberangan dengan tampungan air
- 3) Spillway utama (*principal spillway*) merupakan bagian yang berfungsi melewatkan air kedalam pipa intake.

- 4) Spillway tambahan (*emergency spillway*) merupakan spillway tambahan ketika air terlalu banyak untuk dilewatkan pada spillway utama.
- 5) Mercu/ puncak (*crest*) puncak dari lereng hulu dan lereng hilir
- 6) Drainase kaki (*toe drain*) berfungsi untuk mengumpulkan rembesan dari tubuh embung
- 7) Bidang kontak pondasi (*abutment contact*) merupakan bagian lembah pada tubuh embung yang berfungsi menahan tubuh embung
- 8) Bangunan pengeluaran (*outlet works*) bangunan yang mengatur pengeluaran air dari tampungan.

Permasalahan embung pada umumnya adalah degradasi fungsional, ditandai dengan berkurangnya kapasitas air tertampung, sedimentasi, rembesan, tumbuhnya tanaman liar pada tubuh bendung/tanggul, erosi, dan beberapa masalah lainnya. Kerusakan-kerusakan ini harus mendapat perhatian serius sebab jika tidak ditangani lama-kelamaan akan menyebabkan kegagalan struktur embung dan tidak terpenuhinya sistem irigasi yang optimal dan menurunkan nilai efisien sistem dari embung.

2.6 Syarat Lokasi Embung

Lokasi embung harus direncanakan dan dipertimbangkan dengan sebaik mungkin. Pertimbangan dalam perencanaan lokasi embung berdasarkan Modul Pengantar Perencanaan Embung yang dibuat oleh Kementrian PUPR (2017), memerhatikan beberapa aspek berikut.

1) Topografi

Pertimbangan terhadap topografi daerah rencana lokasi embung, antara lain termasuk bentuk permukaan lokasi bendungan dan daerah genangan, kemudahan akses ke lokasi dan akses ke lokasi material konstruksi. Lembah dengan dinding curam didekat lokasi embung dapat diidentifikasi sebagai lokasi yang berpotensi mempunyai dampak longsoran, aliran debris, dan lain-lain. Dampak tersebut dapat merusak tubuh embung, menimbun bangunan pengeluaran maupun mengurangi kapasitas tampungan.

Diperlukan penilaian terhadap lokasi apabila di anak sungai di dekat lokasi embung pernah terjadi longsor, slumping (longsor kecil), dan sumber rembesan. Apabila pernah terjadi aliran debris, dapat diindikasikan berpotensi banjir bandang (*flash floods*) pada anak sungai/ alur sungai, yang menyebabkan terjadinya erosi dan pengisian sedimen di daerah genangan.

2) Geologi

Pertimbangan dilakukan untuk menilai kondisi batuan maupun jenis tanah yang akan digunakan sebagai fondasi embung. Kondisi geologi sering menjadi penentu dalam menetapkan tipe bendungan yang cocok untuk lokasi tersebut. Kondisi geologi maupun fondasi yang dipertimbangkan meliputi: kekuatan. Ketebalan, arah dan kemiringan lapisan, kelulusan air, kekar, retakan dan struktur sesar.

Retakan, sesar dan kekar pada batuan dasar di daerah genangan, di tumpuan bendungan dan yang tertanam dibawah galian dinding halang (*cut off trench*) dapat menyebabkan kehilangan air/rembesan yang lewat melalui formasi batuan.

3) Hidrologi

Karakteristik curah hujan pada lokasi embung di Indonesia Bagian Barat atau di Indonesia Bagian Timur akan mempengaruhi pemilihan desain banjir untuk bangunan pelimpah. Untuk kondisi hidrologi tertentu dapat mengacu pada penjelasan Hidrologi.

4) Lingkungan

Kondisi vegetasi, bentuk dan kemiringan daerah hilir potensi lokasi embung harus pula dipertimbangkan. Terdapatnya vegetasi penahan tanah di daerah hilir dapat menjadi indikasi cukupnya suplai air . Adanya perubahan kondisi muka tanah dan air tanah akibat bangunan embung dapat menyebabkan pengurangan vegetasi di daerah hilir, dan berkembangnya alur yang curam dan meningkatnya erosi.

Lokasi embung merupakan salah satu hal yang sangat diperhatikan ketika membuat perencanaan pembuatan embung. Penentuan lokasi embung harus

ditentukan dengan tepat supaya pemanfaatan dan penggunaan embung dapat berjalan secara berkelanjutan.

Penentuan lokasi dan tata letak embung berdasarkan surat edaran Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (2018), harus memperhatikan:

- a. Ketersediaan sumber air
- b. Penentuan volume dan ukuran embung
- c. Ketersediaan bahan dan mineral
- d. Karakteristik tanah
- e. Jarak dengan sumber air dan lahan pertanian
- f. Elevasi embung
- g. Status kepemilikan lahan

Pemilihan lokasi untuk embung juga dapat dilakukan dengan meninjau lokasi tempat embung yang akan dibangun dan mempertimbangkan beberapa kondisi sebagai berikut.

- a. lokasi embung merupakan cekungan yang cukup untuk menampung air lebih disukai yang kondisi geotekniknya tidak lulus air, sehingga kehilangan air sedikit atau terbatas.
- b. lokasi dekat desa yang memerlukan air sehingga jaringan distribusi tidak begitu panjang dan tidak banyak kehilangan energi.
- c. lokasi dekat jalan sehingga jalan masuk tidak panjang dan lebih mudah ditempuh (Kementrian PUPR, 2017).

BP2TPDAS IBB (2002), menyebutkan beberapa kriteria lain yang digunakan dalam penentuan lokasi embung diantaranya yaitu:

- 1) Kemiringan lereng: 8 – 30 % (topografi bergelombang)

Embung sebaiknya dibuat pada area yang bergelombang dengan kemiringan antara 8 – 30%. Agar limpahan air permukaan dapat dengan mudah mengalir kedalam embung dan air embung mudah disalurkan ke petak-petak tanaman, maka harus ada perbedaan ketinggian antara embung dan petak lahan. Pada lahan yang datar akan sulit untuk mengisi air limpasan ke dalam embung. Pada lahan yang terlalu miring ($> 30\%$), embung akan cepat penuh dengan endapan tanah karena erosi.

2) Penggunaan lahan: lahan tadah hujan

Penempatan embung sebaiknya dekat dengan saluran air yang ada disekitarnya, supaya pada saat hujan, air di permukaan tanah mudah dialirkan ke dalam embung. Lebih baik lagi kalau dibuat di dekat areal pertanaman yang akan diairi. Lokasinya memiliki daerah tangkapan hujan.

3) Tekstur : liat/ liat berlempung

Agar fungsinya sebagai penampung air dapat terpenuhi, embung sebaiknya dibuat pada lahan dengan tanah liat berlempung. Pada tanah berpasir yang porous (mudah meresapkan air) tidak dianjurkan pembuatan embung karena air cepat hilang. Kalau terpaksa, dianjurkan memakai alas plastik atau ditembok sekeliling embung.

2.7 Manfaat Embung

Embung atau cekungan penampung (*retention basin*) dapat diartikan sebagai permukaan tanah yang lebih rendah dari daratan sekitarnya dengan area cukup luas sebagai penampung air. Secara umum, Embung digunakan sebagai sarana pengendali air untuk keperluan tertentu. Sebagai tempat penampung air, Embung memiliki banyak fungsi. Selain bermanfaat bagi manusia, Embung juga difungsikan untuk keseimbangan alam. Manfaat embung menurut Purwadi (2020), diantaranya yaitu:

- Menampung air hujan dan aliran permukaan (*run off*) pada wilayah sekitarnya serta sumber air lainnya yang memungkinkan seperti mata air, parit, sungai-sungai kecil dan sebagainya.
- Menyediakan sumber air sebagai suplesi irigasi dimusim kemarau untuk tanaman palawija, hortikultura semusim, tanaman perkebunan semusim dan peternakan.

Sejalan dengan pendapat Purwadi, Pusat Perpustakaan dan Penyebaran Teknologi Pertanian (2010), menyebutkan beberapa manfaat bagi manusia dan lingkungan yang dapat diperoleh dari embung, diantaranya yaitu:

- Menyediakan air untuk mengairi tanaman pada musim kemarau
- Meningkatkan produktivitas lahan, intensitas tanam, dan pendapatan petani di

lahan tadah hujan.

- Mencegah/mengurangi luapan air pada musim hujan serta menekan risiko banjir.

Berdasarkan beberapa pendapat tersebut, dapat diketahui bahwa manfaat embung cukup beragam, yang dapat dirasakan oleh manusia, hewan dan tumbuhan, serta lingkungan. Embung sebagai langkah penyediaan pasokan air untuk lahan pertanian, terutama di musim kemarau, menjalankan fungsinya dengan cara menampung air saat musim hujan. Limpasan air dari hujan ditampung ke dalam embung melalui saluran-saluran air untuk persediaan air di musim kemarau. Air yang dipasok dari embung, membantu tanaman padi tadah hujan terhindar dari kekeringan dan puso. Sehingga dapat disimpulkan juga bahwasannya Embung memiliki beberapa manfaat diantaranya untuk menyimpan air yang berlimpah saat musim hujan, dengan demikian aliran permukaan, erosi tanah dan bahaya banjir di daerah hilir dapat ditekan. Embung juga dapat memasok kebutuhan air pada lahan tadah hujan saat musim kemarau, menunjang pengembangan usaha tani di lahan kering misalnya untuk tanaman pangan, perikanan, dan peternakan. Selain itu embung dapat memasok kebutuhan air rumah tangga (Dinas Pertanian Kab. Purbalingga, 2019).

2.8 Penelitian yang Relevan

Tabel 1. Penelitian-penelitian Terdahulu yang Relevan

Nama	Judul	Hasil
Darojat, E.Z., Prasetyo, S.Y.J., Fibriani, C., (2018).	Pemodelan 3D Embung Irigasi Pertanian Desa Gunung Tumpeng dengan DEM	Pemodelan ini bertujuan untuk mengidentifikasi kebutuhan pembangunan embung irigasi sebagai solusi optimalisasi tata guna lahan pertanian yang terletak di Desa Gunung Tumpeng Kecamatan Suruh Kabupaten Semarang Jawa Tengah. Kesesuaian topologi wilayah yang akan dijadikan lokasi embung yang berbukit-bukit menjadikan kawasan tersebut layak menjadi daerah tampungan air hujan. Dengan menggunakan metode kuantitatif maka dilakukan penghitungan curah hujan andalan, tampungan air hujan untuk selanjutnya dapat dilakukan perancangan mengenai tinggi, volume, dan luas genangan, yang kemudian dapat memprediksi luas lahan berdasarkan volume tampungan air hujan. Hasil perhitungan yang didapat sehingga dapat memenuhi kebutuhan air untuk irigasi pada pola tanam satu yakni untuk varietas padi dan palawija.
Kendarto, D.R., Suryadi, E., Sistanto, B.A., (2012).	Pemilihan Lokasi Kolam Pengembangan Embung Potensial Sebagai Alternatif Sumber Air Irigasi Untuk Usahatani Lahan Kering Berdasarkan Parameter Fisik Lahan - Studi Kasus di Lahan Kering Sub DAS Citarik	Penentuan kolam embung yang potensial dikembangkan dengan GIS ini dilakukan melalui tumpangsusun dengan sistem skoring dan filtering. Skoring dilakukan untuk menentukan lokasi kolam potensial secara fisik, filtering digunakan untuk menentukan keterkaitan antara faktor lokasi dan faktor penggunaan lahan. Filtering menggunakan tabel dua dimensi dilakukan untuk menggabungkan informasi potensi secara fisik dan lokasi dengan penggunaan lahan di Daerah Aliran Sungai (DAS) Citarik. Hasil yang diperoleh menunjukkan distribusi lokasi-lokasi yang potensial untuk pengembangan kolam embung. Cara pendekatan ini dapat memberi hasil lebih baik, bila didukung oleh metode, kelengkapan dan ketelitian data yang mencakup metode, kelengkapan dan ketelitian data (sosial ekonomi, kependudukan, kelompok tani, iklim).
Hidayat, T., Tugiono, S., Purwadi, O.T., (2019).	Perencanaan Embung Konservasi di Laboratorium Lapangan Terpadu Fakultas Teknik Universitas Lampung	Penelitian ini bertujuan untuk mengkonservasi sumber daya air dan membangun laboratorium lapangan terpadu di Fakultas Teknik Universitas Lampung. Metode perencanaan embung ini terdiri dari analisis hidrologi, analisis perencanaan tubuh embung, analisis stabilitas kekuatan tanah terhadap konstruksi embung, dan rencana anggaran biaya pada konstruksi embung.

Tabel 1. Lanjutan.

Nama	Judul	Hasil
		<p>Hasil penelitian menunjukkan bahwa, perencanaan embung memilih tipe embung urugan dengan dimensi embung, tinggi 3,75 m dengan elevasi dasar +105,00 dan elevasi puncak +108,75, panjang embung sebesar 165,613 m dan lebar mercu selebar 2,60 m, kemiringan terhadap tinggi embung 1:1,5 dengan perkuatan pasangan batu. Debit banjir sebesar 0,375 m³/detik untuk pola hujan rencana 90% daerah Bandar Lampung dan volume tampungan air rencana sebesar 4.951,404 m². Rencana anggaran biaya Embung Konservasi di Laboratorium Lapangan Tepadu Fakultas Teknik Universitas Lampung sebesar Rp. 2.817.793.499,-.</p>
Harjono, (2020).	Perencanaan Embung Di Desa Karangsono Kecamatan Dander Kabupaten Bojonegoro	<p>Penelitian ini melakukan perhitungan-perhitungan dalam perencanaan embung, yang meliputi analisa tampungan embung, perhitungan curah hujan rencana, analisa tubuh embung serta menghitung rencana anggaran biaya (RAB). Dari perhitungan yang telah dilakukan diperoleh ketersediaan air yang dapat ditampung dari hujan diperkirakan 26.429,3 m³, volume tampungan air embung yang didapat adalah 13.249,89 m³, Evaporasi selama musim kering (Agustus - November) sebesar 310,15 m³ sehingga sisa tampungan menjadi 12.939,74 m³, jika kebutuhan air penduduk adalah 12.849 m³, maka terdapat sisa 90,74 m³, luas tanah yang dibutuhkan guna melaksanakan pekerjaan pembuatan embung tersebut adalah minimal sebesar 6.320,25 m² atau 0,632 Ha, serta biaya yang diperlukan untuk melaksanakan pekerjaan pembuatan embung jika dilaksanakan sekarang adalah sebesar Rp. 467.620.379,46,-</p>

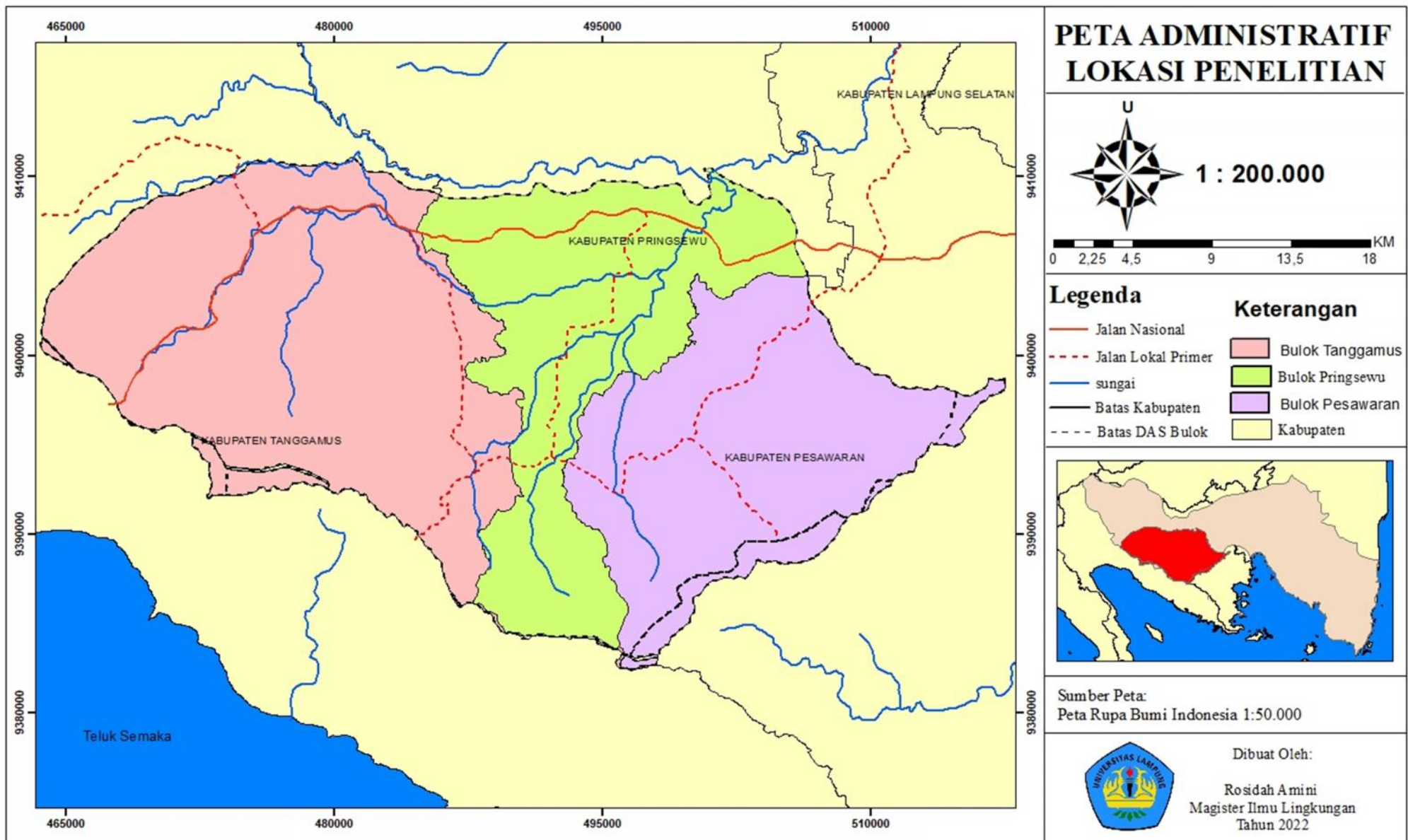
III. METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di DAS Bulok Provinsi Lampung. DAS Bulok merupakan bagian dari DAS Sekampung. DAS Bulok memiliki wilayah yang luas dengan kondisi fisik lingkungan yang cukup beragam. Topografi atau perbedaan ketinggian permukaan tanah di DAS Bulok bervariasi, mulai dari datar hingga berbukit. Pemanfaatan lahan DAS Bulok juga bervariasi, ada yang digunakan sebagai pemukiman dan bangunan manusia lainnya, pertanian, perkebunan, penambangan pasir dan batu, dan lain sebagainya. Aktivitas-aktivitas pemanfaatan lahan oleh manusia yang ada di DAS Bulok membuat kondisi fisik lingkungan DAS Bulok terus berkembang dan mengalami perubahan.

Daerah Aliran Sungai adalah suatu wilayah daratan yang merupakan satu kesatuan dengan sungai dan anak-anak sungainya, yang berfungsi menampung, menyimpan, dan mengalirkan air yang berasal dari curah hujan ke danau atau ke laut secara alamiah, yang batas di darat merupakan pemisah topografis dan batas di laut sampai dengan daerah perairan yang masih terpengaruh aktivitas daratan (UURI No. 17, 2019). Sebagaimana DAS pada umumnya, DAS Bulok juga digunakan masyarakat sebagai tempat tinggal, yang dapat memenuhi kebutuhan hidup. Air yang ada di DAS Bulok banyak dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan hidup, mulai dari kebutuhan primer untuk minum, mandi dan mencuci, hingga kebutuhan penting lainnya.

Lokasi DAS Bulok secara administratif terdapat di Kabupaten Tanggamus, Kabupaten Pringsewu dan Kabupaten Pesawaran. Pelaksanaan penelitian dilakukan pada tahun 2022 dengan menggunakan telaah data dokumentasi dan survey lapangan. Lokasi penelitian berdasarkan letak administrasi dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Peta Administrasi DAS Bulok Provinsi Lampung.

3.2 Bahan dan Alat Penelitian

Bahan dan alat dalam penelitian dipakai untuk mendapatkan atau mengumpulkan data secara sistematis dalam mencari pemecahan masalah penelitian dan mencapai tujuan penelitian, serta untuk menguji hipotesis.

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain:

- 1) Peta lokasi penelitian
- 2) Peta digital kondisi biogeofisik wilayah penelitian (jenis tanah, geologi, kemiringan lereng, topografi, dan tutupan lahan)

Peralatan yang digunakan antara lain adalah:

- 1) Komputer
- 2) Handphone
- 3) Alat tulis (buku, pena dan pensil)
- 4) Aplikasi *google earth*
- 5) Aplikasi *GPS Essentials*
- 6) Software ArcGis
- 7) Microsoft Office

3.3 Pelaksanaan Penelitian

Penelitian dilaksanakan dengan menggunakan metode penelitian deskriptif kuantitatif. Menurut Kurniawan (2018) “Penelitian deskriptif (*descriptive research*) merupakan penelitian yang dilaksanakan dengan tujuan penting untuk menggambarkan atau mendeskripsikan tentang suatu kondisi secara objektif”. Berdasarkan pendapat Kurniawan tersebut, metode deskriptif dalam penelitian ini digunakan dengan tujuan untuk memecahkan masalah yang ada, melalui cara penggambaran keadaan secara objektif berdasarkan fakta-fakta atau informasi yang diperoleh baik dari data sekunder maupun data primer dari lapangan.

Melalui metode deskriptif, data yang diperoleh (berupa kata-kata, gambar, dan dokumentasi) akan dituangkan dalam bentuk bilangan yang kemudian dideskripsikan dan dianalisis dengan memberi pemaparan gambaran mengenai

situasi yang diteliti dalam bentuk uraian naratif, karena peneliti ingin menggambarkan dan menjelaskan kondisi bio-geofisik lingkungan DAS Bulok yang selanjutnya berdasarkan informasi bio-geofisik lingkungan tersebut akan ditentukan dan dipilih beberapa lokasi yang paling cocok untuk perencanaan pembuatan embung. Peneliti juga akan memberikan gambaran dan penjelasan mengenai potensi pemanfaatan embung, baik untuk memenuhi kebutuhan air lahan pertanian maupun untuk pemanfaatan yang lain.

Variabel penelitian terdiri dari kondisi biologi geologi dan fisik DAS Bulok, penentuan lokasi perencanaan embung di DAS Bulok, jumlah volume air yang ditampung oleh embung, yang kemudian dinggap sebagai jumlah debit banjir yang mampu direduksi oleh embung di wilayah DAS Bulok. Penjelasan atau definisi operasional tiap-tiap variabel dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Definisi Operasional Variabel

Variabel	Devinisi Operasional Variabel
Biogeofisik DAS Bulok	Kondisi biogeofisik DAS Bulok yang dimaksud dalam penelitian ini adalah kondisi biologi, geologi dan fisik yang nantinya akan dijadikan dasar penentuan lokasi dan pemodelan embung di DAS Bulok. Kondisi biogeofisik yang harus diidentifikasi terdiri dari jenis tanah, jenis tutupan lahan, serta topografi/relief atau perbedaan ketinggian permukaan daerah DAS Bulok.
Lokasi potensial embung di DAS Bulok	Penentuan lokasi potensial embung di DAS Bulok yang dimaksud dalam penelitian ini adalah penentuan lokasi embung yang didasarkan pada kondisi biologi geologi dan fisik lingkungan DAS Bulok, hasil dari penelitian ini akan menunjukkan variasi tingkat potensial wilayah di DAS Bulok, diantaranya ada yang menunjukkan sangat potensial untuk dijadikan lokasi perencanaan embung, cukup potensial, hingga tidak potensial untuk dijadikan lokasi perencanaan pemodelan pembangunan embung.
Volume debit air yang mampu ditampung oleh embung	Volume debit air yang mampu ditampung oleh embung yang dimaksud dalam penelitian ini yaitu perkiraan volume air yang mampu ditampung oleh embung ketika musim hujan di wilayah DAS Bulok dilihat dari ukuran panjang, lebar serta tinggi embung. Perkiraan volume tampung embung akan didasarkan pada pedoman dalam Surat Edaran Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia Nomor: 07/SE/M/2018, dimana dalam SE Menteri tersebut dijelaskan bahwa beda bentuk serta ukuran bangunan embung, maka akan berbeda pula banyaknya volume air yang dapat ditampung. Jadi setelah diketahui titik-titik lokasi yang potensial untuk dibangun embung, maka dapat diketahui seberapa luas lahan yang dapat digunakan untuk membangun embung. Dari luas lahan yang dapat digunakan, maka dapat diketahui ukuran dan daya tampung embung yang akan dibangun, selanjutnya perkiraan daya tampung tersebut dianggap mampu mereduksi debit banjir di DAS Bulok ketika musim hujan, dengan masih mengesampingkan aspek kehilangan air akibat

Tabel 2. Lanjutan.

Variabel	Devinisi Operasional Variabel
	penguapan, peresapan, dll, karena ini hanya merupakan perkiraan awal, dan jika akan dilakukan tindakan lebih lanjut mengenai pembangunan embung, maka diperlukan analisis hidrologi DAS Bulok secara lebih lanjut, supaya perkiraan presipitasi di DAS Bulok dapat diketahui dan pembangunan ukuran embung dapat dilakukan dengan tepat dan lebih akurat.
	Hasil dari penelitian variabel ini akan menunjukkan variasi daya tampung embung yang dapat terdiri dari daya tampung rendah, sedang dan tinggi.

3.4 Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Observasi

Observasi dalam penelitian ini digunakan untuk mengetahui dan memahami lokasi absolut wilayah DAS Bulok serta untuk melakukan pengamatan secara langsung mengenai gambaran kondisi lingkungan yang ada di lapangan.

2. Dokumentasi

Dokumen merupakan catatan peristiwa yang sudah berlalu. Dokumen bisa berbentuk tulisan, gambar, atau karya-karya monumental dari seseorang (Sugiyono, 2005). Dokumentasi memuat data tertentu dari lapangan yang kemudian disimpan dan dijaga, sehingga terkadang memerlukan kajian ulang, dikarenakan kebaruan data yang ada di dalamnya seringkali berubah seiring berjalannya waktu. Dokumentasi dalam penelitian ini digunakan untuk memperoleh data yang juga mendukung jalannya penelitian termasuk data biologi geologi dan fisik wilayah DAS Bulok.

3.5 Metode Analisis Data

Analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah berbagai rumus ataupun metode tertentu yang digunakan untuk pengolahan data. Metode dan rumus yang digunakan diantaranya yaitu sebagai berikut.

1. Data biologi geologi dan fisik DAS Bulok

Pengolahan data biologi geologi dan fisik DAS Bulok dilakukan dengan menggunakan metode GIS (*Geographic Information System*). Data biogeofisik

wilayah DAS Bulok di petakan dengan menggunakan teknik *overlay* (tumpang susun). Hasilnya diantaranya adalah peta jenis dan kondisi tanah DAS Bulok, peta geologi DAS Bulok, peta kelerengan DAS Bulok, peta kontur dan topografi DAS Bulok, dan peta tutupan lahan DAS Bulok.

2. Penentuan lokasi potensial embung di DAS Bulok

Penentuan lokasi potensial embung di DAS Bulok juga dilakukan dengan menggunakan analisis *Geography Information System* (GIS). Penentuan lokasi potensial perencanaan pembangunan embung didasarkan pada penentuan alternatif paling memungkinkan dengan mendasarkan pada karakteristik biologi geologi dan fisik DAS Bulok. Dua proses paling penting dalam analisis data disini yaitu penskoran dan pembobotan. Dua proses tersebut dilakukan setelah proses klasifikasi nilai tiap-tiap parameter telah ditetapkan. Setelah kedua proses tersebut selesai, dilanjutkan dengan tahap analisis tingkat potensial lokasi perencanaan embung.

a. Pembobotan dan Penskoran

Pembobotan adalah pemberian bobot pada peta digital terhadap masing-masing parameter yang berpengaruh terhadap penentuan lokasi potensial perencanaan pembangunan embung. Semakin besar pengaruh parameter terhadap tingkat potensial suatu tempat untuk direncanakan pembangunan embung, maka bobot yang diberikan akan semakin tinggi. Sedangkan penskoran dimaksudkan sebagai pemberian skor terhadap masing-masing kelas dalam tiap parameter. Pemberian skor ini didasarkan pada pengaruh kelas parameter tersebut terhadap tingkat potensial lokasi untuk direncanakan pembangunan embung. Semakin potensial suatu kelas parameter untuk direncanakan pembangunan embung, maka skor yang diberikan akan semakin tinggi. Berikut parameter dan kelas parameter biologi geologi dan fisik DAS Bulok yang digunakan untuk mengidentifikasi tingkat potensial suatu lahan untuk dilakukan perencanaan pembangunan embung.

Tabel 3. Parameter biogeofisik yang memengaruhi penentuan tingkat potensial lokasi untuk direncanakan pembangunan embung

No.	Parameter	Kelas Parameter	Bobot	Skor	Sumber Data
1.	Tutupan Lahan*	1. Tanah terbuka, Semak belukar	40%	5	BPKH Wilayah XX
		2. Perkebunan, pertanian lahan kering, pertanian lahan kering campur, sawah		3	
		3. Hutan lahan kering sekunder, Permukiman		1	
2.	Kemiringan Lereng*	1. Bergelombang (8% - 15%)	30%	5	BPDASHL Way Seputih-Way Sekampung
		2. Berombak (3% - 8%), Berbukit kecil (15% - 30%)		3	
		3. Datar (0%-3%), Berbukit (30% - 45%), Berbukit curam/terjal (> 45%)		1	
3.	Kondisi tanah*	1. Kelompok Tanah A	20%	5	BPDASHL Way Seputih-Way Sekampung
		2. Kelompok Tanah B		3	
		3. Kelompok Tanah C		1	
4.	Kondisi geologi**	1. Kelompok Formasi 1	10%	5	BPDASHL Way Seputih-Way Sekampung
		2. Kelompok Formasi 2		3	
		3. Kelompok Formasi 3		1	

Sumber: * BP2TPDAS IBB, 2002

** Kementerian PUPR RI, 2017

Metode dan Prosedur pembobotan pada setiap parameter didasarkan pada tingkat pengaruhnya terhadap potensial atau tidaknya suatu lokasi untuk direncanakan embung. Semakin besar pengaruhnya terhadap penentuan lokasi potensial perencanaan embung, maka bobot yang diberikan semakin besar. Pemberian bobot tidak dapat disamakan untuk semua lokasi, harus disesuaikan dengan kondisi di lapangan, hal tersebut dikarenakan kondisi biologi, geologi dan fisik antar wilayah satu dengan wilayah lain dipermukaan bumi berbeda-beda, sehingga metode penentuan bobotnya tidak boleh disamaratakan. Oleh karena itu, data biologi, geologi dan fisik suatu wilayah harus diketahui terlebih dahulu kondisinya sebelum memberikan pembobotan pada tiap-tiap parameter. Adapun dasar penentuan bobot untuk tiap-tiap parameter biogeofisik di DAS Bulok, dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Dasar penetapan bobot untuk parameter yang memengaruhi tingkat potensial lokasi perencanaan embung di DAS Bulok

Parameter	Dasar Penetapan Bobot
Tutupan Lahan	Tutupan lahan diberikan bobot terbesar dikarenakan penelitian ini dilakukan di DAS Bulok Provinsi Lampung yang tutupan lahannya cukup bervariasi. Tutupan lahan berkaitan dengan hasil budaya manusia dalam memanfaatkan lahan. Ketika akan dibangun bangunan baru pada suatu lahan, maka tutupan lahan yang ada sebelumnya akan diubah, sehingga seringkali membutuhkan pertimbangan dari segi sosial, ekonomi, maupun lingkungan untuk menetapkan keputusan yang akan diambil. Oleh karena itu, tutupan lahan di DAS Bulok dianggap sebagai parameter yang sangat memengaruhi mudah atau tidaknya, serta mendukung atau tidaknya lokasi-lokasi yang terdapat di DAS Bulok untuk dibangun embung.
Kemiringan Lereng*	Kemiringan lereng menjadi parameter yang cukup dipertimbangkan dalam penentuan lokasi perencanaan pembangunan embung di DAS Bulok, serta diberikan bobot yang cukup besar dikarenakan kemiringan lereng akan memengaruhi ketahanan suatu bangunan (dalam hal ini embung). Embung tidak cocok dibangun pada lahan yang terlalu miring, karena dikawatirkan memiliki resiko terdampak longsor lebih tinggi, embung juga sebaiknya tidak dibangun pada tempat yang datar supaya pendistribusian air untuk lahan disekitar embung dapat berjalan lancar, hal tersebut juga ditunjukkan supaya embung yang dibangun tidak mudah mengalami sedimentasi serta pendangkalan yang dapat memperpendek usia embung. besarnya pengaruh variasi kemiringan lereng di DAS Bulok dalam menentukan lokasi potensial pembangunan embung, membuat parameter kemiringan lereng menjadi parameter yang juga dipertimbangkan dan diberikan bobot yang besar.
Kondisi Tanah*	Kondisi tanah DAS Bulok secara umum potensial untuk direncanakan pembangunan embung, dikarenakan sebenarnya embung dapat dibangun diatas permukaan tanah dengan berbagai macam kondisi. Hanya saja, embung sebaiknya dibangun diatas tanah yang kondisinya bersifat liat/liat berlempung untuk meminimalisir biaya, tenaga dan waktu. Berdasarkan pertimbangan tersebut, maka parameter kondisi tanah dianggap turut memengaruhi penentuan lokasi potensial pembangunan embung di DAS Bulok, meskipun diberikan bobot yang lebih rendah.
Kondisi Geologi**	Kondisi geologi diberikan bobot terendah karena kondisi geologi DAS Bulok cukup aman dari berbagai macam ancaman bencana geologi, seperti gempa, gunung meletus, pergerakan sesar aktif dan yang lainnya, sehingga pengaruhnya terhadap penentuan lokasi potensial perencanaan embung di DAS Bulok tidak terlalu besar. Namun kondisi geologi tetap digunakan sebagai parameter yang memengaruhi penentuan lokasi potensial perencanaan embung dikarenakan pada titik-titik tertentu, terutama lahan dengan kemiringan lereng >30% di DAS Bulok memiliki potensi pergerakan tanah (longsor) yang cukup tinggi. Hal tersebut membuat kondisi geologi DAS Bulok juga harus turut diperhatikan dalam menentukan lokasi potensial perencanaan pembangunan embung di DAS Bulok.

Sumber: * BP2TPDAS IBB, 2002

** Kementerian PUPR RI, 2017

Metode dan prosedur serta dasar penetapan skor pada kelas parameter disetiap parameter yang memengaruhi penentuan lokasi potensial perencanaan embung di DAS Bulok dijelaskan pada Tabel 5.

Tabel 5. Dasar penetapan skor pada kelas parameter yang memengaruhi penentuan tingkat potensial lokasi perencanaan embung

Parameter	Dasar Penetapan Skor
Kelas Kemiringan Lereng*	Kemiringan lereng lahan semakin tinggi maka akan meneruskan dan mengalirkan air yang semakin tinggi pula. Air yang berada pada lahan tersebut akan diteruskan ke tempat yang lebih rendah semakin cepat, dibandingkan lahan yang kemiringannya rendah (landai). Adapun untuk embung, menurut tim peneliti BP2TPDAS IBB (2002), embung sebaiknya dibuat pada areal pertanaman yang bergelombang dengan kemiringan antara 8 – 30%. Agar limpahan air permukaan dapat dengan mudah mengalir kedalam embung dan air embung mudah disalurkan ke petak-petak lahan pertanian, maka harus ada perbedaan ketinggian antara embung dan petak tanaman. Pada lahan yang datar akan sulit untuk mengisi air limpasan ke dalam embung. Pada lahan yang terlalu miring (> 30%), embung akan cepat penuh dengan endapan tanah karena erosi. Oleh karena itu, lahan dengan kemiringan lereng berbukit hingga berbukit curam dan datar di DAS Bulok diberikan skor terendah, dan lahan dengan kemiringan lereng 8% - 18% (bergelombang) diberikan skor tertinggi.
Kondisi Tanah*	<p>Tim peneliti BP2TPDAS IBB (2002) menyatakan bahwa agar fungsinya sebagai penampung air dapat terpenuhi, embung sebaiknya dibuat pada lahan dengan tanah liat berlempung. Pada tanah berpasir yang <i>porous</i> (mudah meresapkan air) tidak dianjurkan pembuatan embung karena air cepat hilang. Kalau terpaksa, dianjurkan memakai alas plastik geomembrane di tembok sekeliling embung.</p> <p>Selain itu, pertimbangan mudah atau tidaknya tanah untuk tererosi juga menjadi pertimbangan untuk usia bangunan embung yang berkelanjutan.</p> <p>Tanah dengan kondisi yang liat berlempung dan tidak mudah tererosi digolongkan dalam tanah kelas A dengan skor tertinggi, sedangkan skor terendah diberikan pada tanah kelas C yang memiliki kondisi tanah yang <i>porous</i> dan mudah tererosi.</p>

Tabel 5. Lanjutan.

Parameter	Dasar Penetapan Skor
Tutupan Lahan	<p>Jenis-jenis tutupan lahan akan berkaitan dengan status kepemilikan lahan, ketika suatu titik tempat tertentu potensial untuk direncanakan pembangunan embung, maka lahan yang masih menjadi hak milik seseorang juga potensial untuk dibebaskan guna pembuatan embung. Oleh karena itu, pemberian skor pada jenis-jenis tutupan lahan sebagai indikator akan memperhatikan mengenai hak milik, dimana jenis tutupan lahan yang paling sulit untuk dibebaskan akan diberikan skor yang paling kecil, dalam hal ini yaitu permukiman. Karena permukiman berkaitan dengan tempat tinggal penduduk yang akan sulit dipindahkan ketempat lain jika pilihan di tempat lain tidak jauh lebih bagus dari tempat semula. Adapun untuk hutan lahan kering sekunder di DAS Bulok, akan diberikan skor yang terendah juga dikarenakan berada di sekitar bukit atau dataran tinggi yang sebaiknya dibiarkan saja atau dipulihkan ketika mengalami kerusakan, kemudian letaknya yang terlalu jauh dari sawah akan meningkatkan biaya pembangunan distribusi air embung ke lahan pertanian. Selain itu, menurut BP2TPDAS IBB (2002), lokasi embung sebaiknya merupakan cekungan yang cukup untuk menampung air, dan akan lebih baik jika penggunaan lahan di tempat yang akan direncanakan adalah lahan tadah hujan atau lokasinya memiliki daerah tangkapan hujan.</p> <p>Jadi untuk beberapa jenis penggunaan lahan yang memiliki karakteristik dan status kepemilikan lahan yang mirip atau hampir sama, dapat diklasifikasikan dalam satu golongan.</p>
Kondisi Geologi**	<p>Kondisi geologi penting untuk turut dipertimbangkan dalam merencanakan sebuah bangunan dikarenakan untuk mengetahui dan memperkirakan keadaan morfologi dan geologi secara terperinci yang mungkin dapat mengganggu ketahanan bangunan, misalnya adanya patahan yang masih aktif atau dapat aktif kembali, kemantapan lereng terhadap gejala longsoran, kemungkinan adanya kebocoran pada bendungan dan sebagainya, menentukan jenis batuan yang serasi untuk bahan bangunan, mempelajari akibat yang timbul setelah suatu bangunan berdiri, dan lain sebagainya (Wongsosentono, 2007).</p> <p>Modul Pengantar Perencanaan Embung yang dibuat oleh Kementerian PUPR (2017), juga menyebutkan bahwa</p>

Tabel 5. Lanjutan.

Parameter	Dasar Penetapan Skor
	<p>pertimbangan kondisi geologi dilakukan untuk menilai kondisi batuan maupun jenis tanah yang akan digunakan sebagai fondasi embung. Kondisi geologi sering menjadi penentu dalam menetapkan tipe bendungan yang cocok untuk lokasi tersebut. Kondisi geologi maupun fondasi yang dipertimbangkan meliputi: kekuatan, Ketebalan, arah dan kemiringan lapisan, kelulusan air, kekar, retakan dan struktur sesar. (Kementrian PUPR, 2017).</p> <p>Berdasarkan pertimbangan tersebut, maka formasi geologi DAS Bulok dibagi menjadi 3 kelas dengan kelas formasi A merupakan formasi yang paling aman untuk direncanakan embung, karena terbebas dari berbagai macam ancaman bencana geologi, sehingga diberikan skor tertinggi. Sedangkan skor terendah diberikan pada kelas Fomasi geologi C di DAS Bulok.</p>

Sumber: * BP2TPDAS IBB, 2002

** Kementrian PUPR RI, 2017

Penjelasan lebih rinci mengenai parameter dan kelas parameter yang memengaruhi tingkat potensial lokasi perencanaan pembangunan embung di DAS Bulok diuraikan secara terlampir.

b. Analisis penentuan lokasi potensial perencanaan pembangunan embung

Analisis ini ditujukan untuk penentuan lokasi potensial perencanaan pembangunan embung. Penentuan lokasi potensial pembangunan embung ditentukan dari total penjumlahan skor seluruh parameter yang berpengaruh terhadap penentuan lokasi potensial tersebut. Nilai tingkat potensial ditentukan dengan menggunakan persamaan berikut.

$$P = \sum_{i=1}^n (W_i \times X_i)$$

Keterangan

P : Nilai tingkat potensial lokasi perencanaan pembangunan embung

W_i : Bobot untuk parameter ke-i

X_i : Skor kelas pada parameter ke-i

Menurut Kingma (1991) untuk menentukan lebar interval masing-masing kelas dilakukan dengan membagi sama banyak nilai-nilai yang didapat dengan jumlah interval kelas yang ditentukan, dengan persamaan berikut.

$$i = R/n$$

Keterangan:

i = Lebar interval

R = Selisih skor maksimum dan skor minimum

n = jumlah kelas lokasi potensial perencanaan pembangunan embung

Lokasi yang paling potensial untuk perencanaan pembangunan embung akan mempunyai total nilai yang tinggi dan sebaliknya daerah yang kurang hingga tidak potensial akan memiliki total nilai yang rendah. Tabel 6. berikut menunjukkan tingkat lokasi potensial untuk perencanaan embung berdasarkan penjumlahan bobot dan skor masing-masing parameter yang memengaruhi penentuan lokasi potensial perencanaan pembangunan embung.

Tabel 6. Nilai tingkat lokasi potensial untuk perencanaan embung

No.	Tingkat Potensial Lokasi Perencanaan Embung	Total Nilai
1	Sangat potensial	>303
2	Potensial	186 – 303
3	Tidak potensial	<186

3. Penetapan potensi penggunaan dan pemanfaatan embung berdasarkan volume tampung embung

Volume tampungan embung dihitung berdasarkan bentuk dan luas serta kedalaman embung. Jadi tiap bangunan embung yang direncanakan nantinya bisa jadi memiliki volume tampungan embung yang berbeda-beda, karena bisa jadi memiliki bentuk, panjang, lebar dan kedalaman yang berbeda-beda pula. Surat edaran Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia Nomor: 07/SE/M/2018, mendeskripsikan embung kecil sebagai bangunan konservasi air berbentuk kolam atau cekungan untuk menampung air limpasan serta sumber air lainnya untuk memenuhi berbagai kebutuhan air dengan volume tampungan 500 m³ sampai 3.000 m³, dan kedalaman dari dasar hingga puncak tanggul maksimal 3 m. Perkiraan volume tampungan embung mengacu pada surat edaran Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia Nomor: 07/SE/M/2018, tentang Pedoman Pembangunan

Embung Kecil dan Bangunan Penampung Air Lainnya di Desa, yang memberikan rincian informasi perkiraan tampungan embung dilihat dari panjang dan lebar rata-rata kolam embung, tinggi kolam embung, panjang dan tinggi bak pengendap, serta lebar dan tinggi bangunan pelimpah embung, yang secara lebih rinci dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Ukuran Embung untuk Berbagai Volume Tampungan Embung

Volume	Kolam embung			Bak pengendap		Pelimpah	
	Panjang	Lebar	Tinggi	Panjang	Tinggi	Lebar	Tinggi
	rata-rata	rata-rata					
m ³	m	m	m	M	M	m	M
500	25	10	2,0	0,5	0,3	4	0,3
500	20	10	2,5	0,5	0,3	4	0,3
1.000	25	20	2,0	0,5	0,3	4	0,3
1.500	30	25	2,0	0,5	0,4	4	0,3
2.000	40	25	2,0	0,5	0,4	5	0,3
2.500	40	25	2,5	1,0	0,5	5	0,5
3.000	50	30	2,0	1,0	0,5	5	0,5
3.000	40	25	3,0	1,0	0,5	5	0,5

Sumber: Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia. 2018.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian mengenai pemetaan lokasi potensial perencanaan pembuatan embung berdasarkan kondisi biogeofisik di DAS Bulok Provinsi Lampung, dapat disimpulkan bahwa:

1. Kondisi biogeofisik wilayah DAS Bulok cukup bervariasi, baik dari parameter tutupan lahan, kemiringan lereng, jenis tanah, maupun formasi geologi. Sebaran jenis tutupan lahan yang mendominasi di wilayah DAS Bulok adalah pertanian lahan kering campuran, sedangkan kemiringan lereng yang banyak terdapat di DAS Bulok adalah kemiringan lereng 0-3% dan 3-8% atau kemiringan lereng datar hingga berombak. Jenis tanah yang banyak terdapat di DAS Bulok adalah tanah dengan litologi Andesit, basalt, diorit, tefra berbutir halus, tefra berbutir kasar. Untuk parameter kondisi geologi, formasi geologi yang mendominasi wilayah DAS Bulok adalah Formasi Gunung Api Sekincau, Formasi Hulu Simpang dan Formasi Gunung Api Pesawaran.
2. Lokasi yang sangat potensial untuk perencanaan pembuatan embung di DAS Bulok terdapat di 69 titik lokasi. Dari 87.670 Ha luas DAS Bulok, 14.192 Ha adalah luas lokasi yang sangat potensial. Cekungan pada titik sangat potensial untuk direncanakan pembangunan embung di DAS Bulok, dapat dijadikan sebagai alternatif pilihan pertama lokasi perencanaan pembangunan embung, ketika embung akan dibangun. Setelah lokasi sangat potensial yang berada di cekungan sebagai pilihan alternatif pertama digunakan, maka perencanaan pembangunan embung selanjutnya dapat dilakukan di lokasi sangat potensial lainnya yang tidak berada di cekungan.
3. Total potensi volume tampung embung yang direncanakan di DAS Bulok diperkirakan mencapai angka 4.836.000 m³. Total volume tampung embung

tersebut diperkirakan mampu mereduksi debit banjir di DAS Bulok sebesar 81,5 %, dengan perkiraan volume maximum DAS Bulok yang paling tinggi berdasarkan data debit rata-rata selama 9 tahun (2010-2018) mencapai angka 5.932.784 m³ dalam satu hari.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian mengenai pemetaan lokasi potensial perencanaan pembuatan embung berdasarkan kondisi biogeofisik di DAS Bulok Provinsi Lampung, maka beberapa saran yang dapat dikemukakan adalah sebagai berikut:

1. Ketersediaan air yang memadai akan berpengaruh besar terhadap kehidupan masyarakat, maka diperlukan tindak lanjut untuk mengatasi masalah yang belum terselesaikan, seperti melakukan kajian lebih lanjut mengenai parameter biogeofisik DAS Bulok yang berasal dari aspek hidrologi, meteorologi dan klimatologi pada penelitian selanjutnya.
2. Pemanfaatan bangunan embung di DAS Bulok sebaiknya tidak hanya untuk mengatasi banjir saja, namun juga dapat dikembangkan sebagai media pemenuhan kebutuhan air lahan sawah, media dan tempat budidaya ikan, pemenuhan air baku bagi penduduk, serta dapat dimanfaatkan sebagai situs ekowisata.
3. Pemanfaatan bangunan embung harus disesuaikan dengan kondisi masyarakat DAS Bulok, yang tujuan pemanfaatannya adalah untuk terus meningkatkan kesejahteraan masyarakat DAS Bulok.
4. Ketika perencanaan pembangunan embung-embung di DAS Bulok sudah terlaksana, peran serta masyarakat dalam menjaga dan merawat keadaan embung sangat dibutuhkan untuk tetap menjaga keadaan embung agar bisa bertahan sesuai dengan umur perencanaan. Hal tersebut berlaku mutlak, karena kalau hanya bergantung pada peran pemerintah, keadaan yang baik akan sulit tercapai.

DAFTAR PUSTAKA

- Adhirahman, A., R., Tarigan, M., dan Irwandi, H. 2017. Penggunaan metode usle dan musle dalam analisa erosi dan sedimentasi di DAS Belawan. *Jurnal Teknik Sipil USU*. 6 (1): 2-8.
- Al Farishi, B., Setiawan, M. R., dan Ashuri, W. 2019. Penentuan Letak Saringan Pada Sumur Bor dan Desain Konstruksinya di Area Kampus Institut Teknologi Sumatera (ITERA). *KURVATEK*. 4 (2): 19-24.
- Arsyad, S. 2010. *Konservasi Tanah dan Air*. Edisi ke-2. IPB Press, Bogor. 396 hlm.
- Asdak, C. 2010. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta. 625 hlm.
- Ayu, I.W., Prijono, S. dan Soemarno. 2013. Evaluasi Ketersediaan Air Tanah Lahan Kering di Kecamatan Unter Iwes, Sumbawa Besar. *J-PAL*. 4(1):18-25.
- Balai Besar Wilayah Sungai (BBWS) Mesuji Sekampung. 2022. *Data Dokumentasi Curah Hujan dan Debit DAS Bulok*. Kota Bandar Lampung, Provinsi Lampung.
- Banuwa, I, S. 2013. *Erosi*. Prenada Media Kencana, Jakarta. 225 hlm.
- Bayong, T. HK. 2004. *Klimatologi*. Institut Teknologi Bandung, Bandung. 348 hlm.
- BPBD Kabupaten Pringsewu. 2020. *Data Kejadian Bencana Kabupaten Pringsewu*. Badan Penanggulangan Bencana Daerah Kabupaten Pringsewu. Lampung.
- BPDAS HL Way Seputih Way Sekampung. 2021. *Data Dokumentasi Parameter Biogeofisik DAS Bulok*. Kota Bandar Lampung, Provinsi Lampung.
- BPKH Wilayah XX Kota Bandar Lampung. 2022. *Sistem Klasifikasi dan Monogram Data Penutupan Lahan. Juknis Penafsiran Citra Satelit Resolusi*

Sedang untuk Update Data Penutupan Lahan Nasional. BPKH Wilayah XX, Bandar Lampung. 22-44.

BP2TPDAS IBB. 2002. *Pedoman Praktik Konservasi Tanah dan Air.* BP2TPDAS IBB, Surakarta. 144 hlm.

Darojat, E. Z., Prasetyo, S. Y. J., dan Fibriani, C. 2021. Pemodelan 3D Embung Irigasi Pertanian Desa Gunung Tumpeng dengan DEM. *Indonesian Journal of Modeling and Computing.* 4 (1): 29-32.

Dinas Pertanian Kab. Purbalingga, 2019. *Manfaat Embung dan Antisipasi Perubahan Iklim bagi Dunia Pertanian.*
<https://dinperten.purbalinggakab.go.id/manfaat-embung-dan-antisipasi-perubahan-iklim-bagi-dunia-pertanian/>. Diakses pada 23 Maret 2021.

Edwards, P. J. 2015. A primer on watershed management. *Journal of Contemporary Water Research and Education.* 154 (2): 1-2.

Fauzi, L.A., Irma, R., Santoso, R., Sari, P. G., Siahaan, S. R., dan Widiatama, A. J. 2021. Penyelidikan fasies batugamping formasi gading sebagai bahan baku semen di way tebu, tanggamus. *Prosiding Seminar Nasional Ilmu Teknik dan Aplikasi Industri (SINTA) 4.* 131: 1-6.

Handayani, W., dan Indrajaya, Y. 2011. Analisis hubungan curah hujan dan debit sub DAS Ngatabaru Sulawesi Tengah. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam.* 8 (2): 143-153.

Harjono. 2020. Perencanaan Embung Di Desa Karangsono Kecamatan Dander Kabupaten Bojonegoro. *De' Teksi - Jurnal Teknik Sipil Unigoro.* 5 (2): 1-7.

Hatmoko, W., Radhika, Firmansyah, R., & Fathoni, A. (2017). Ketahanan Air Irigasi Pada Wilayah Sungai Di Indonesia (Irrigation Water Security at River Basin Area in Indonesia). *Jurnal Irigasi*, 12(2), 65–76.

Heryanto, R. 2006. Karakteristik formasi Seblat di daerah Bengkulu Selatan. *Jurnal Geologi dan Sumberdaya Mineral.* 16 (3): 179-195.

Hidayat, T., Tugiono, S., dan Purwadi, O. T. 2019. Perencanaan Embung Konservasi di Laboratorium Lapangan Terpadu Fakultas Teknik Universitas Lampung. *JRSDD.* 7 (3): 417 – 426.

Jeyaseelan, A. T. 2003. Droughts and Floods Assessment and Monitoring Using Remote Sensing and GIS. *Crop Inventory and Drought Assessment Division, National Remote Sensing Agency, Department of space, Govt. of India.* Hyderabad. *Satellite Remote Sensing and GIS Applications in Agricultural Meteorology.* 291-313.

Kendarto, D. R., Suryadi, E., dan Sistanto, B. A. 2012. Pemilihan Lokasi Kolam Pengembangan Embung Potensial sebagai Alternatif Sumber Air Irigasi untuk Usahatani Lahan Kering berdasarkan Parameter Fisik Lahan - Studi

- Kasus di Lahan Kering Sub DAS Citarik. *Jurnal Industri Teknologi Pertanian*. 6 (1): 1-15.
- Kingma, N.C. 1991. *Natural Hazard : Geomorfologikal aspect of Flood hazard*. ITC, The Netherlands.
- Kisman dan Sutisna, D. T. 2006. *Inventarisasi dan Evaluasi Mineral Logam di Daerah Kab. Lampung Timur dan Kab. Lampung Selatan, Provinsi Lampung*. <http://psdg.bgl.esdm.go.id/kolokium%202005/mineral/Makalah%20Lampung%202005.pdf>. Diakses pada 19 Januari 2022.
- Kodoatie, R. J., dan Sugiyanto. 2002. *Banjir Beberapa Penyebab dan Metode Pengendaliannya dalam Perspektif Lingkungan*. Pustaka Pelajar, Yogyakarta. 349 hlm.
- Krisnayanti, D. S., Hangge, E. E., Sir, T. M. W., Mbauth, E. N., & Damayanti, A. C. (2020). Perencanaan Embung Wae Lerong untuk Pemenuhan Kebutuhan Air Irigasi di Daerah Irigasi Wae Lerong Ruteng Provinsi NTT. *Jurnal Irigasi*. 15 (1): 15-30.
- Kurniawan, A. 2018. *Metodologi Penelitian Pendidikan*. PT Remaja Rosdakarya, Bandung. 408 hlm.
- Mediani, A., Fajar, M., Basuki, A., dan Finesa, Y. 2019. Analisis Neraca Air dan Kebutuhan Air Tanaman Padi Guna Ketahanan Pangan Dalam Upaya Mitigasi Bencana Kekeringan Pada Sub DAS Samin. *Prosiding Seminar Nasional Geografi Universitas Muhammadiyah Surakarta 2019*. "Pengembangan Wilayah Berkelanjutan di Era Revolusi Industri 4.0". 179-187.
- Menteri Pekerjaan Umum. 2010. *Pola Pengelolaan Sumber Daya Air Wilayah Sungai Seputih-Sekampung*. Keputusan Menteri Pekerjaan Umum, Nomor: 592/KPTS/M/2010. Jakarta.
- Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia. 2015. *Penetapan Garis Sempadan Sungai dan Garis Sempadan Danau*. Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia, Nomor: 28/PRT/M/2015. Jakarta.
- Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia. 2017. *Modul Pengantar Perencanaan Embung, Pelatihan Perencanaan Embung*. Pusat Pendidikan dan Pelatihan Sumber Daya Air dan Konstruksi. Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, Badan Pengembangan Sumber Daya Manusia. Bandung.
- Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia. 2018. *Pedoman Pembangunan Embung Kecil dan Bangunan Penampungan Air Lainnya di Desa*. Surat edaran Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia Nomor: 07/SE/M/2018. Jakarta.

- Mulyono, D. 2014. Analisis Karakteristik Curah Hujan di Wilayah Kabupaten Garut Selatan. *Jurnal Konstruksi*. 13 (1): 1-9.
- Muslihah, E. 2019. *Di Sungai Kering, Warga Way Bulok Gelar Upacara Kemerdekaan Indonesia*. Situs berita lingkungan MONGABAY. <https://www.mongabay.co.id/2019/08/17/di-sungai-kering-warga-way-bulok-gelar-upacara-kemerdekaan-indonesia/>. Diakses pada 03 Februari 2021.
- National Drought Mitigation Center. 2006. *What Is Drought*. USA: Quick Link. <http://www.drought.unl.edu>. Diakses pada 23 Oktober 2020.
- Pemerintah Daerah Kab. Pulang Pisau Prov. Kalimantan Tengah. 2017. *Topografi, Geologi dan Jenis Tanah*. [https://www.pulangpisaukab.go.id/topografi-geologi-dan-jenis-tanah/#:~:text=Formasi%20alluvium%20\(Qa\)%20merupakan%20formasi,merupakan%20endapan%20sungai%20dan%20rawa\).&text=Bahan%20bahan%20ini%20terkumpul%20dengan%20basal%20yang%20berwarna%20coklat%20kemerahan](https://www.pulangpisaukab.go.id/topografi-geologi-dan-jenis-tanah/#:~:text=Formasi%20alluvium%20(Qa)%20merupakan%20formasi,merupakan%20endapan%20sungai%20dan%20rawa).&text=Bahan%20bahan%20ini%20terkumpul%20dengan%20basal%20yang%20berwarna%20coklat%20kemerahan). Diakses pada 18 Januari 2022.
- PPRI. 2012. *PPRI Nomor 37 Tahun 2012 tentang Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. <https://peraturan.bpk.go.id/Home/Details/5249>. Diakses pada 20 Agustus 2021. 44 hlm.
- Pramudia, A. 2002. *Analisis Sensitivitas Tingkat Kerawanan Produksi Padi di Pantai Utara Jawa Barat Terhadap Kekeringan dan ElQ Project*. (Thesis). Program Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor.
- Pratama, W. dan Yuwono, S. B. 2016. Analisis Perubahan Penggunaan Lahan Terhadap Karakteristik Hidrologi Di Das Bulok. *Jurnal Sylva Lestari*. 4 (3): hal. 11–20.
- Primayuda, A. 2006. *Pemetaan Daerah Rawan dan Resiko Banjir Menggunakan Sistem Informasi Geografis*. Institut Pertanian Bogor, Bogor. 89 hlm.
- Purwadi, A. 2020. *Manfaat Embung dan Kategori Pembangunannya*. Berita Nasional. <https://grudo.ngawikab.id/2020/07/manfaat-embung-dan-kategori-pembangunannya/>. Diakses pada 23 Oktober 2021.
- Pusat Perpustakaan dan Penyebaran Teknologi Pertanian. 2010. *Embung, Pembuatan dan Manfaat*. http://repository.pertanian.go.id/bitstream/handle/123456789/12334/Embung_Pembuatan%20dan%20Manfaat.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Diakses pada 22 Oktober 2021.
- Putuhena, J. D. 2019. *Pengelolaan Daerah Aliran Sungai (DAS): Dimensi Pengelolaan Berkelanjutan di Kota Ambon*. Pascasarjana Manajemen Hutan Unpatti Ambon, Ambon. 257 hlm,
- Rahmadana, S. 2013. *Analisa Masa Simpan Rendang Ikan Tuna Dalam Kemasan*

- Vakum Selama Penyimpanan Pada Suhu Ruang dan Dingin.* (Skripsi). Universitas Hasanuddin. Makassar.
- Rau M.I., Pandjaitan, N., Sapei, A. 2015. Analisis debit sungai dengan menggunakan Model Swat pada DAS Cipasauran, Banten. *Jurnal Keteknikan Pertanian*. 3 (2): 113-120.
- Rustadi dan Rananda, E. 2020. Formasi Batuan dan *Site Class* di Bandar Lampung. *JGE (Jurnal Geofisika Eksplorasi)*. 06 (03): 183-189.
- Rustam, S., dan Kodoatie, R. J. (2010). *Tata Ruang Air*. Andi Offset, Yogyakarta. 538 hlm.
- SAARC. 2010. *SAARC Workshop on Drought Risk Management in South Asia. SAARC Disaster Management Centre, New Delhi in Collaboration with Afganistan National Disaster Management Authority*. 8-9 Agust 2010, Kabul, Afganistan.
- Sari, D. M., Wahono, E.P., Kusumastuti, D.I. 2020. Efisiensi irigasi berdasarkan kondisi saluran di daerah irigasi Punggur Utara. *Rekayasa: Jurnal Ilmiah Fakultas Teknik Universitas Lampung*. 24 (2): 37-41.
- Sebastian, L. 2008. Pendekatan Pencegahan dan Penanggulangan Banjir. *Jurnal Dinamika Teknik Sipil*. 8: 162-169.
- Sinukaban, N. 2004. *Pengelolaan DAS*. Materi Kuliah Pengelolaan DAS Pascasarjana IPB, Bogor.
- Situs Resmi Pemerintah Daerah Kabupaten Pesawaran. 2021. *Wilayah Geografis*. <https://pesawarankab.go.id/wilayah-geografis/#>. Diakses pada 18 Januari 2022.
- Sofyan, H., Thamrin., Mubarak. 2015. Model pengelolaan daerah aliran sungai terpadu (Sub DAS Tapung Kanan). *Jurnal Ilmu Lingkungan*. 9 (1): 60-65.
- Sugiyono. 2005. *Memahami Penelitian Kualitatif*. Alfabeta, Bandung. 234 hlm.
- Sugiyono. 2014. *Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif Dan R&D*. Alfabeta, Bandung. 432 hlm.
- Supardan, K.M., dan Sutandi, S. A. 2006. Inventarisasi dan Evaluasi Bahan Galian Non Logam di Kabupaten Musi Rawas dan Musi Banyuasin, Provinsi Sumatera Selatan. *Proceeding Pemaparan Hasil-Hasil Kegiatan Lapangan dan Non Lapangan, Pusat Sumber Daya Geologi*. Hal. 1-6.
- Suripin. 2003. *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. Andi: Yogyakarta. 384 hlm.
- Susetyaningsih, A. 2012. Pengaturan penggunaan lahan di daerah hulu DAS Cimanuk sebagai upaya optimalisasi pemanfaatan sumberdaya air. *Jurnal Konstruksi*. 10 (1): hal. 130-139.

- UURI. 2019. *UURI Nomor 17 Tahun 2019 tentang Sumber Daya Air*. https://jdih.esdm.go.id/storage/document/UU_Nomor_17_Tahun_2019.pdf. Diakses pada 14 Juli 2022. 90 hlm.
- Wongsosentono, S. 2007. *Peranan Geologi dalam Perencanaan Bangunan dan Wilayah Kegiatan*. Direktorat Geologi, Bandung. Hal. 52-59.
- Yusuf, A., Kusumastuti, D, I., Wahono, E, P. 2021. Pengaruh Tutupan Lahan terhadap Base Flow Index DAS Way Seputih Provinsi Lampung. *Siklus: Jurnal Teknik Sipil*. 7 (2): 146-159.
- Yuwono, S. B., Sinukaban, K., Murtilaksono, B., dan Sanim. 2011. Land Use Planning of Way Betung Watershed for Sustainable Water Resources Development of Bandar Lampung City. *Journal Tropical Soils*. 16: 77-84.
- Zevri, A. (2022). Studi Potensi Kapasitas Tampung Embung Simarubak Ubak Di Kabupaten Humbang Hasundutan. *Jurnal Rekayasa Sipil (JRS-UNAND)*. 18 (1): 42-51.