

**DETEKSI KERAWANAN BANJIR GENANGAN MENGGUNAKAN
TOPOGRAPHIC WETNESS INDEX (TWI) DI SUB-DAS WAY
KATIBUNG**

(SKRIPSI)

Oleh

WAHYUNI MA'RUF AH



**JURUSAN TEKNIK PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2022**

ABSTRACT

FLOOD VULNERABILITY DETECTION USING TOPOGRAPHIC WETNESS INDEX (TWI) IN SUB DAS WAY KATIBUNG

by

WAHYUNI MA'RUF AH

Way Katibung is one of the sub watershed in way SEKAMPUNG watershed located in South Lampung Regency. In general, rivers are used to flow rice fields (irrigation) and other agriculture. However, often the river overflows and floods agricultural land such as floods that soak tens of hectares of farmers ' rice fields due to the overflow of the way Katibung River. Flooding can be inundation on land that is usually dry as in agricultural land, settlements, and urban centers. One method in flood modeling is TWI which is implemented using Geographic Information System (GIS) application. Conceptually, the value of TWI describes the level of land wetness that is assumed to be associated with vulnerability to flood disasters, especially flood inundation. TWI assessment is implemented using Digital Elevation Model (DEM). The purpose of this study was to detect the vulnerability of flood inundation using the Topographic Wetness Index (TWI) and make a map of the distribution of flood inundation in the watershed (DAS) way Sekampung sub-DAS way Katibung using the method of topographic Wetness Index (TWI) with parameter used, namely rainfall, slope, altitude, soil type and land use. Based on the analysis, the area prone to flooding in sub-das way Katibung is 7087 Ha while the area is very prone to flooding in sub-das way Katibung is 3519 Ha with a percentage of 13.10% and 6.50% respectively. The

most influential Parameter in the topographic Wetness Index (TWI) is the slope. Therefore, TWI can be used to detect flood vulnerability in Way Katibung sub-watershed because it is dominated by flat areas.

Keywords: *flood puddle, TWI, sub-DAS way Katibung, vulnerability.*

ABSTRAK

DETEKSI KERAWANAN BANJIR GENANGAN MENGGUNAKAN *TOPOGRAPHIC WETNESS INDEX (TWI)* DI SUB DAS WAY KATIBUNG

Oleh

WAHYUNI MA'RUF AH

Way Katibung adalah salah satu sub DAS di DAS Way Sekampung yang terletak di Kabupaten Lampung Selatan. Pada umumnya, sungai-sungai dimanfaatkan untuk mengalir sawah (irigasi) dan pertanian lainnya. Namun, seringkali sungai meluap dan membanjiri lahan pertanian seperti banjir yang merendam puluhan hektar sawah petani akibat luapan sungai Way Katibung. Banjir dapat berupa genangan pada lahan yang biasanya kering seperti pada lahan pertanian, permukiman, dan pusat kota. Salah satu metode dalam pemodelan banjir adalah TWI yang diimplementasi menggunakan aplikasi *Geographic Information System (GIS)*. Secara konseptual, nilai TWI menggambarkan tingkat kebasahan lahan yang diasumsikan berasosiasi dengan kerawanan terhadap bencana banjir khususnya banjir genangan. Penilaian TWI diimplementasikan dengan menggunakan *Digital Elevation Model (DEM)*. Tujuan penelitian ini adalah untuk mendeteksi kerawanan banjir genangan menggunakan *Topographic Wetness Index (TWI)* dan membuat peta persebaran banjir genangan di Daerah Aliran Sungai (DAS) Way Sekampung Sub-DAS Way Katibung menggunakan metode *Topographic Wetness Index (TWI)* dengan parameter yang digunakan yaitu curah hujan, kemiringan, ketinggian, jenis tanah dan penggunaan lahan. Berdasarkan hasil analisis, luas daerah rawan banjir di sub-das Way Katibung

yaitu 7087 Ha sementara daerah sangat rawan terjadi banjir di sub-das Way Katibung yaitu 3519 Ha dengan presentase masing-masing 13,10% dan 6,50%. Parameter paling berpengaruh pada *Topographic Wetness Index* (TWI) yaitu kelerengan. Oleh karena itu, TWI dapat digunakan mendeteksi kerawanan banjir di sub-das Way Katibung karena didominasi daerah yang datar.

Kata Kunci: Banjir Genangan, TWI, Sub-DAS Way Katibung, Kerawanan.

**DETEKSI KERAWANAN BANJIR GENANGAN MENGGUNAKAN
TOPOGRAPHIC WETNESS INDEX (TWI) DI SUB-DAS WAY
KATIBUNG**

Oleh

WAHYUNI MA'RUF AH

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA TEKNIK

Pada

Jurusan Teknik Pertanian
Fakultas Pertanian Universitas Lampung



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2022**

Judul Skripsi : **DETEKSI KERAWANAN BANJIR GENANGAN
MENGUNAKAN TOPOGRAPHIC WETNESS
INDEX (TWI) DI SUB-DAS WAY KATIBUNG**

Nama Mahasiswa : **Wahyuni Ma'rufah**

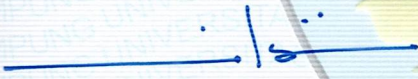
Nomor Pokok Mahasiswa : **1814071052**


Jurusan : **Teknik Pertanian**

Fakultas : **Pertanian**




1. **Komisi Pembimbing**


Dr. Ir. Ridwan, M.S.
NIP 19651114 199503 1 001


Dr. Mohammad Amin, M.Si.
NIP 19610220 198803 1 002

MENGETAHUI

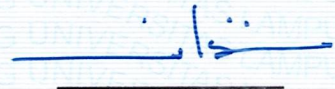
2. **Ketua Jurusan Teknik Pertanian**


Dr. Ir. Sandi Asmara, M.Si.
NIP 19621010 198902 1 002

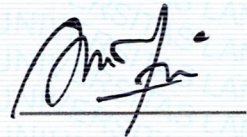
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

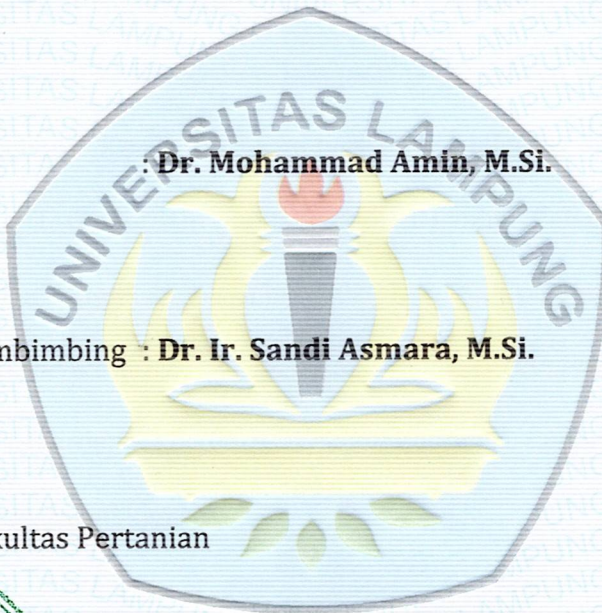
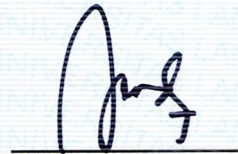
Ketua : **Dr. Ir. Ridwan, M.S.**



Sekretaris : **Dr. Mohammad Amin, M.Si.**



Penguji
Bukan Pembimbing : **Dr. Ir. Sandi Asmara, M.Si.**



2. Dekan Fakultas Pertanian



Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si
NIP. 19641020 198603 1 002



Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **27 April 2022**

PERNYATAAN HASIL KARYA

Saya adalah Wahyuni Ma'rufah NPM 1814071052. Dengan ini menyatakan bahwa apa yang tertulis dalam karya ilmiah ini adalah hasil karya saya yang dibimbing oleh Komisi Pembimbing, 1) **Dr. Ir. Ridwan, M.S. dan Dr. Muhammad Amin, M.Si.** berdasarkan pada pengetahuan dan informasi yang telah saya dapatkan. Karya ilmiah ini berisi material yang dibuat sendiri dan hasil rujukan beberapa sumber lain (buku, jurnal, dll) yang telah dipublikasikan sebelumnya atau dengan kata lain bukanlah hasil dari plagiat karya orang lain. Demikianlah pernyataan ini saya buat dan dapat dipertanggungjawabkan. Apabila dikemudian hari terdapat kecurangan dalam karya ini, maka saya siap mempertanggungjawabkannya.

Bandar Lampung, Mei 2022
Penulis,



Wahyuni Ma'rufah
NPM 1814071052

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Desa Sidoasih, Kecamatan Ketapang, Kabupaten Lampung Selatan, pada hari Kamis, 15 Juni 2000. Penulis merupakan putri Bapak Jariyanto dan Ibu Sujiah, adik dari saudara Karsono dan saudari Agnes Jawarah, serta kakak dari saudara Andri Bachtiar. Penulis memulai pendidikan Madrasah Ibtidaiyah di MI Al-

Muhajirin dan lulus pada tahun 2012. Sekolah Menengah Pertama di SMP Negeri 3 Ketapang dan lulus pada tahun 2015. Sekolah Menengah Atas di SMA Negeri 1 Kalianda dan lulus pada tahun 2018. Pada tahun 2018, penulis diterima sebagai mahasiswa di Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung melalui jalur SBMPTN.

Selama menjadi mahasiswa, penulis aktif berorganisasi di beberapa Organisasi Kemahasiswaan, baik tingkat Jurusan sebagai Anggota bidang Keprofesian Persatuan Mahasiswa Teknik Pertanian (PERMATEP) Fakultas Pertanian, Universitas Lampung periode 2019 periode 2020. Ditingkat Nasional sebagai anggota Ikatan Mahasiswa Teknik Pertanian Indonesia (IMATETANI).

Di bidang akademis penulis juga aktif sebagai asisten dosen mata kuliah Fisika Dasar pada tahun 2019 dan 2020 dan asisten dosen mata kuliah Kimia Dasar pada

tahun 2020. Selain itu, penulis juga merupakan tenaga pengajar di Kampus Mengajar Angkatan 1 program Kampus Merdeka yang diselenggarakan langsung oleh KEMENDIKBUD pada bulan Maret – Juni 2021. Penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) selama 40 hari pada bulan Februari - Maret 2021 di Desa Sri Pendowo, Kecamatan Ketapang, Kabupaten Lampung Selatan, Provinsi Lampung. Penulis melaksanakan Praktik Umum (PU) pada tahun 2021 di P4S Jaya Anggara Farm, Kota Bandarlampung selama 40 hari pada bulan Agustus-September 2021.

SANWACANA

Puji dan syukur penulis haturkan kepada Allah SWT yang telah memberikan banyak sekali kenikmatan, kesempatan, rahmat, dan hidayah sehingga dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “**DETEKSI KERAWANAN BANJIR GENANGAN MENGGUNAKAN *TOPOGRAPHIC WETNESS INDEX (TWI) DI SUB-DAS WAY KATIBUNG***” yang merupakan salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik di Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung. Sholawat serta salam tak henti hentinya penulis haturkan kepada sosok tauladan yakni Nabi Muhammad SAW, yang tentunya kita nantikan syafaatnya di hari kiamat nanti.

Dalam menyelesaikan skripsi ini, penulis banyak mendapat masukan, bantuan, dorongan, bimbingan, kritik dan saran dari berbagai pihak. Maka dari itu, dengan segala kerendahan penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Karomani, M.Si., selaku Rektor Universitas Lampung;
2. Bapak Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung;
3. Bapak Dr. Ir. Sandi Asmara, M.Si., selaku Ketua Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung sekaligus Dosen Pembahas yang telah memberikan saran dan kritik untuk perbaikan dalam penyelesaian skripsi ini;

4. Bapak Dr. Ir. Ridwan, M.S., selaku Dosen Pembimbing Akademik sekaligus Pembimbing ke-1 yang telah memberikan bimbingan, saran, dan motivasi, juga telah mengantarkan saya menuju kelulusan dalam bangku kuliah;
5. Bapak Dr. Muhammad Amin, M.Si., selaku Pembimbing ke-2 yang telah memberikan bimbingan, saran, dan motivasi, juga telah mengantarkan saya menuju kelulusan dalam bangku kuliah;
6. Seluruh Dosen dan Karyawan Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung atas segala ilmu, pengalaman serta bantuannya yang telah diberikan baik dalam perkuliahan atau yang lainnya;
7. Bapak Jariyanto dan Ibu Sujiah selaku pendukung utama alias kedua orangtua penulis yang telah mendidik, memberikan semangat dan nasihat, mendoakan selalu untuk keberhasilan penulis, memberi kepercayaan dalam menimba ilmu dibangku perkuliahan, serta memberikan dukungan penuh dalam segala hal;
8. Saudara penulis yaitu Mas Karsono dan Kak Agnes Jawarah yang selalu memberikan dorongan motivasi sehingga penulis dapat menyelesaikan pendidikan dibangku perkuliahan dengan baik, serta adik Andri Bachtiar, Elsa Ananda, Erzia Shakila, Kakek, Nenek, Pakde, Budhe, Om dan Tante yang telah memberikan semangat, doa dan dukungan kepada penulis;
9. Sahabat penulis yaitu Maulydia Ayu Ningrum dan Amalia Agustin yang selalu ada untuk penulis dalam menyelesaikan skripsi ini, serta Nasya Afra Rosalifa, Diana Maya Lestari, Putri Windasari, Laily Putri Rahmadhani, Julia Ramadhani, Rara Dwi Putri, Ashifa Suci Gunanza, Agnes Rouly Situmorang, Neta Yunika Clarisa dan Rina Anggraini Suci H yang selalu memotivasi dan mendorong penulis dalam menyelesaikan skripsi ini;

10. Rekan satu pembimbing, Tio Arya Perdana yang membantu dan mengajari penulis dalam menyelesaikan skripsi ini;
11. Keluarga Teknik Pertanian 2018 yang telah kebersamai dari awal sampai akhir, yang selalu memberikan semangat, bantuan dan motivasi serta pengalaman pertemanan yang hebat, serta semua pihak yang terlibat dalam proses penulisan skripsi ini;
12. Diri sendiri yang percaya bahwa ini bisa diselesaikan.

Dalam penyusunan skripsi ini penulis menyadari laporan ini belum sempurna. Oleh karena itu, kritik dan masukan dari pembaca yang bersifat membangun sangat penulis harapkan. Akhir kata penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar besarnya, dan penulis berharap skripsi ini dapat berguna bagi penulis dan pembacanya.

Bandarlampung, Mei 2022
Penulis,

Wahyuni Ma'rufah

DAFTAR ISI

	Halaman
I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Tujuan Penelitian	4
1.4. Batasan Masalah	4
II. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Daerah Aliran Sungai (DAS)	5
2.1.1. Karakteristik Daerah Aliran Sungai (DAS).....	6
2.1.2. Pengelolaan Daerah Aliran Sungai (DAS)	7
2.2. Sistem Informasi Geografis (SIG)	8
2.2.1. Definisi Sistem Informasi Geografis (SIG).....	8
2.2.2. Manfaat Sistem Informasi Geografis (SIG)	9
2.3. <i>Topographic Wetness Index</i> (TWI).....	10
2.3.1. Definisi <i>Topographic Wetness Index</i> (TWI)	10
2.3.2. Manfaat <i>Topographic Wetness Index</i> (TWI).....	10
2.4. Banjir.....	11
2.5. Parameter Banjir Genangan	12
2.5.1. Curah Hujan.....	12
2.5.2. Kelerengan Lahan	13
2.5.3. Jenis Tanah	14
2.5.4. Ketinggian Lahan / Elevasi.....	14
2.6. Siklus Hidrologi	15

III. METODOLOGI PENELITIAN	16
3.1. Waktu dan Tempat	16
3.2. Alat dan Bahan	16
3.3. Prosedur Penelitian	16
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	20
4.1. Hasil	20
4.1.1. Kelerengan Lahan	20
4.1.2. Ketinggian Lahan	21
4.1.3. Jenis Tanah	23
4.1.4. Penggunaan Lahan	24
4.1.5. Curah Hujan	26
4.2. Pembahasan Topographic Wetness Index (TWI)	27
4.2.1. TWI Sub-Das Way Katibung	27
4.2.2. Kecamatan Sidomulyo	29
4.2.3. Kecamatan Candipuro	30
4.2.4. Kecamatan Tanjung Bintang	31
4.2.5. Kecamatan Katibung	32
4.2.6. Kecamatan Way Panji	33
4.2.7. Kecamatan Merbau Mataram	34
4.2.8. Kecamatan Kalianda	35
4.2.9. Kecamatan Palas	36
4.2.10. Kecamatan Waway Karya	37
4.2.11. Kecamatan Way Sulan	38
V. KESIMPULAN DAN SARAN	40
5.1. Kesimpulan	40
5.2. Saran	40
DAFTAR PUSTAKA	42

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Klasifikasi Curah Hujan,.....	13
Tabel 2. Klasifikasi Kelerengan Lahan.....	13
Tabel 3. Klasifikasi jenis tanah.....	14
Tabel 4. Klasifikasi Elevasi Lahan.....	14
Tabel 5. Hasil analisa kelerengan sub-das Way Katibung.....	20
Tabel 6. Hasil analisa ketinggian sub-das Way Katibung.....	22
Tabel 7. Hasil analisa jenis tanah sub-das Way Katibung.....	24
Tabel 8. Hasil analisa penggunaan lahan sub-das Way Katibung.....	25
Tabel 9. Hasil analisa curah hujan sub-das Way Katibung.....	26
Tabel 10. Hasil analisa TWI di sub-das Way Katibung.....	27

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Diagram alir penelitian.....	17
Gambar 2. Peta kelerengan sub-das Way Katibung.....	21
Gambar 3. Peta ketinggian sub-das Way Katibung	22
Gambar 4. Peta jenis tanah sub-das Way Katibung	24
Gambar 5. Peta penggunaan lahan sub-das Way Katibung	25
Gambar 6. Peta curah hujan sub-das Way Katibung.....	26
Gambar 7. Peta TWI sub-das Way Katibung.....	28
Gambar 8. Peta TWI kecamatan Sidomulyo.....	30
Gambar 9. Peta TWI kecamatan candipuro	31
Gambar 10. Peta TWI Kecamatan Tanjung Bintang	32
Gambar 11. Peta TWI Kecamatan Katibung.....	33
Gambar 12. Peta TWI Kecamatan Way Panji.....	34
Gambar 13. Peta TWI Kecamatan Merbau Mataram.....	35
Gambar 14. Peta TWI Kecamatan Kalianda	36
Gambar 15. Peta TWI Kecamatan Palas	37
Gambar 16. Peta TWI Kecamatan Waway Karya	38
Gambar 17. Peta TWI Kecamatan Way Sulan.....	39

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kabupaten Lampung Selatan merupakan salah satu Kabupaten yang ada di Provinsi Lampung. Kabupaten Lampung Selatan terbentuk berdasarkan Undang-Undang Nomor 22 tahun 1984 dengan Perpu Nomor 3 pada tanggal 14 Agustus 1950, yang dituangkan dalam Perda Sumatera Selatan Nomor 6 tahun 1950.

Wilayah Kabupaten Lampung Selatan terletak antara 105° 14' dengan 105° 45' Bujur Timur dan 5° 15' sampai 6° Lintang Selatan. Mengingat letak yang demikian, Lampung Selatan merupakan daerah tropis (Profil Kabupaten Lampung Selatan).

Kabupaten Lampung Selatan memiliki beberapa daerah aliran sungai yang penting salah satunya yaitu sub-das Way Katibung. Sub-das Way Katibung berada di 10 kecamatan yaitu kecamatan Candipuro, Sidomulyo, Kalianda, Katibung, Merbau Mataram, Tanjung Bintang, Way Panji, Way Sulan, Palas dan Waway Karya.

Sebagian besar daerah di sub-das Way Katibung memiliki kelerengan yang datar dan sungai-sungai kecil yang melintasi desa-desa. Sungai-sungai tersebut dimanfaatkan untuk mengalir daerah pertanian. Namun, seringkali banjir meluap dan membanjiri lahan pertanian di sub-das Way Katibung. Kelerengan menjadi salah satu parameter paling berpengaruh dalam kerawanan banjir genangan.

Menurut data Kementerian Pertanian yang dikutip dalam web Kemenko

Perekonomian egon.go.id, lahan pertanian yang terkena banjir pada Januari 2021

seluas 7.076 hektar. Dikutip dari berita Hanuang.com, banjir merendam puluhan hektar sawah petani akibat luapan sungai Way Katibung. Kondisi air masuk melalui sungai Way Katibung dan sungai Way Sulan sehingga terjadi luapan sungai Way Katibung dan merendam sekurangnya 25 hektar sawah petani.

Banjir dapat berupa banjir genangan pada lahan yang biasanya kering seperti pada lahan pertanian, pemukiman, dan pusat kota. Banjir dapat terjadi karena jumlah air yang mengalir pada suatu sungai diatas kapasitas maksimumnya. Bila genangan air terjadi cukup tinggi dalam waktu yang lama maka, hal tersebut akan mengganggu aktivitas manusia. Daerah dengan topografi yang rendah maka akan semakin rawan terhadap banjir, karena air cenderung menggenang pada daerah yang datar (Chandra dan Rima, 2013).

Perhitungan tingkat kerawanan banjir pada lahan yang datar dapat diidentifikasi menggunakan penilaian *Topographic Wetness Index* (TWI). TWI adalah sebuah metode yang dapat mendeteksi daerah rawan terhadap banjir genangan dengan memanfaatkan data DEM. Nilai TWI menggambarkan tingkat kerawanan banjir. Sub das way Katibung memiliki daerah yang cenderung datar, dan seperti yang diketahui bahwa banjir genangan terjadi di daerah yang datar. Hal ini dikarenakan air mengalir dari daerah yang tinggi ke daerah yang rendah. Riadi dkk (2018) memanfaatkan data DEM untuk nilai TWI menghasilkan informasi mengenai morfologi permukaan yang digunakan untuk identifikasi daerah kerawanan bahaya banjir. Ballerine & Clayton (2017), menyatakan bahwa TWI dapat digunakan untuk mengidentifikasi daerah yang terdampak akibat adanya banjir dan genangan yang disebabkan oleh hujan. Data TWI dapat menginformasikan

potensi banjir sehingga dapat digunakan untuk membangun kesadaran tanggap bencana sebagai upaya pengurangan risiko bencana (Qin et al., 2011). Maka dari itu, kerawanan banjir genangan yang terjadi di sub-DAS Way Katibung dideteksi menggunakan metode TWI.

Dalam penelitian ini, dilakukan deteksi kerawanan banjir genangan menggunakan metode *Topographic Wetness Index* (TWI) di Sub-DAS Way Katibung. TWI menilai secara kuantitatif efek topografi lokal terhadap limpasan air hujan (Qin et al., 2011). Nilai TWI mendeskripsikan kecenderungan akumulasi air pada sebuah lereng berdasarkan gaya gravitasi yang mengontrol aliran air (Pourali et al., 2014). TWI dapat diaplikasikan secara efektif untuk mengidentifikasi daerah rawan banjir dengan memetakan daerah yang mengalami genangan (Aksoy, 2016). Melihat pada parameter terjadinya banjir genangan dimana kelerengan dan curah hujan berpengaruh terhadap terjadinya banjir genangan, penulis mengajukan proposal penelitian yang berjudul “DETEKSI KERAWANAN BANJIR GENANGAN MENGGUNAKAN *TOPOGRAPHIC WETNESS INDEX* (TWI) DI SUB-DAS WAY KATIBUNG”.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang dapat dikemukakan dari uraian latar belakang diatas adalah apakah teknik *Topographic Wetness Index* (TWI) dapat mendeteksi banjir genangan di Sub-DAS Way Katibung?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Untuk mendeteksi kerawanan banjir genangan menggunakan *Topographic Wetness Index* (TWI).
2. Membuat peta persebaran banjir genangan di Daerah Aliran Sungai (DAS) Way Sekampung Sub-DAS Way Katibung menggunakan metode *Topographic Wetness Index* (TWI).

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian antara lain.

1. Parameter yang digunakan untuk deteksi rawan banjir dan genangan adalah curah hujan, kemiringan lahan, jenis tanah, penggunaan lahan dan elevasi lahan.
2. Produk akhir dalam penelitian ini adalah peta persebaran rawan banjir dan genangan.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Daerah Aliran Sungai (DAS)

Daerah aliran sungai (DAS) banyak digunakan oleh beberapa ahli dengan makna atau pengertian yang berbeda-beda. Ada yang menyamakan dengan *cacthment area*, *watershed*, atau *drainage basin*. Daerah aliran sungai merupakan keseluruhan kawasan pengumpul suatu sistem tunggal, sehingga dapat disamakan dengan *cacthment area*. Daerah aliran sungai (DAS) merupakan daerah yang dibatasi oleh topografi sebagai pemisah air yang terkeringkan oleh sungai atau sistem saling berhubungan sedemikian rupa sehingga semua aliran sungai yang jatuh di dalam akan keluar dari saluran lepas tunggal dari wilayah tersebut (Sudaryono, 2002 dalam Prasetyo, 2017).

Lampung Tengah, dan Sekampung Hilir di Kabupaten Lampung Timur. DAS Sekampung adalah daerah aliran sungai utama di Propinsi Lampung, yang merupakan lumbung pangan utama atau produsen pangan pokok, komoditas ekspor dan produk perikanan dan pangan penting lain yang menghidupi jutaan penduduk. Daerah Sekampung Hulu merupakan penghasil tanaman perkebunan dan komoditas ekspor penting di Indonesia seperti kopi, kakao, lada dan lain-lain. Daerah Sekampung Tengah menjadi tumpuan penghasil pangan pokok seperti beras, jagung, kedelai dan palawija lain dan tanaman industri penting yang menopang ekspor Indonesia, yaitu kelapa sawit. Jaringan irigasi DAS

Sekampung yang membentang dari Lampung Tengah, Lampung Timur dan Lampung Selatan menjadi salah satu faktor keberhasilan Provinsi Lampung menjaga produksi padi sejak era Indonesia modern. Daerah Sekampung Hilir juga merupakan sentra produksi pangan dan perikanan dengan ekosistem tambak dan kawasan pesisir yang sesuai dengan agro-ekosistem Lampung Timur dan sebagian Lampung Selatan.

DAS Way Sekampung secara letak geografis antara $104^{\circ}31'00''$ - $105^{\circ}49'00''$ BT dan $05^{\circ}10'00''$ - $05^{\circ}50'00''$ LS, sedangkan secara administratif DAS Way Sekampung melintasi tujuh kabupaten atau kota, yaitu kabupaten Lampung Selatan, Tanggamus, Lampung Timur, Pesawaran, Pringsewu, Kota Bandar Lampung dan Kota Metro. DAS Sekampung terdiri dari 7 Sub-DAS, yaitu Sekampung Hulu, Bulok, Kandis, Semah, Tuguh Balak, Katibung, dan Sekampung Hilir, dengan kondisi biofisik yang cukup bervariasi. Berdasarkan evaluasi dari Kementerian Lingkungan dan Kehutanan pada tahun 2017, status penutupan DAS Sekampung sebenarnya termasuk sangat baik, dengan skor 0,50. Tutupan vegetasi di Sub-DAS Tuguh Balak termasuk sangat buruk, karena tutupan vegetasinya sangat rendah. Sub-DAS Bulok, Sub-DAS Semah, dan Sub-DAS Katibung mengalami penurunan penutupan vegetasi, terutama karena konversi tanah hutan dan belukar menjadi kegunaan lain, terutama pertanian, perkebunan, perumahan, industri dan lain-lain.

2.1.1 Karakteristik Daerah Aliran Sungai (DAS)

Berdasarkan surat Peraturan Nomor P.3/Menhut-II/2013- kementerian lingkungan hidup dan kehutanan republik Indonesia karakteristik das merupakan

gambaran spesifik mengenai DAS yang dicirikan oleh parameter yang berkaitan dengan keadaan morphometry, topografi, tanah geologi, vegetasi, penggunaan lahan, hidrologi dan manusia. Karakteristik DAS pada dasarnya dibagi menjadi 2 (dua) yaitu karakteristik biogeofisik dan karakteristik sosial ekonomi budaya dan kelembagaan titik karakteristik das secara rinci dapat dijelaskan sebagai berikut:

- a) Karakteristik biogeofisik meliputi karakteristik meteorologi DAS, karakteristik morfologi DAS, karakteristik morfometri DAS, karakteristik hidrologi DAS dan karakteristik kemampuan DAS
- b) Karakteristik sosial ekonomi budaya dan kelembagaan meliputi karakteristik sosial kependudukan DAS karakteristik sosial budaya dasar karakteristik sosial ekonomi DAS dan karakteristik kelembagaan DAS.

2.1.2 Pengelolaan Daerah Aliran Sungai (DAS)

Suatu daerah aliran sungai memerlukan konsep pengelolaan yang tidak hanya terbatas pada batasan wilayah pembangunan atau administrasi, melainkan berdasarkan pada batasan wilayah ekologi. Namun dalam kenyataannya, kegiatan pengelolaan DAS seringkali dibatasi oleh batasan-batasan politis atau administrasi (negara, provinsi, kabupaten) dan kurang dimanfaatkannya batas-batas ekosistem alamiah. Tujuan umum pengelolaan das adalah keberlanjutan yang diukur dari pendapatan produksi teknologi dan erosi. Teknologi yang dimaksud adalah teknologi yang dapat dilakukan oleh petani dengan pengetahuan lokal tanpa intervensi dari pihak luar dan teknologi tersebut dapat direplikasi berdasarkan faktor-faktor sosial budaya petani itu sendiri (Sinukaban, 2007 dalam Amri, 2019).

2.2 Sistem Informasi Geografis (SIG)

Sistem Informasi Geografis atau juga dikenal sebagai *Geographic Information System* (GIS) pertama pada tahun 1960 yang bertujuan untuk menyelesaikan permasalahan geografis. Empat puluh tahun kemudian SIG berkembang tidak hanya bertujuan untuk menyelesaikan permasalahan geografi saja, tetapi sudah merambah ke berbagai bidang seperti analisis penyakit epidemik atau demam berdarah dan analisis kejahatan atau kerusakan, termasuk analisis kepariwisataan. Kemampuan dasar dari SIG adalah mengintegrasikan berbagai operasi basis data seperti *query*, menganalisisnya serta menampilkannya dalam bentuk pemetaan berdasarkan letak geografisnya. Inilah yang membedakan SIG dengan sistem informasi lainnya (Prahasta, 2005 dalam Ernawati, 2014).

2.2.1 Definisi Sistem Informasi Geografis (SIG)

Teknologi SIG sebagai tools yang saat ini sedang berkembang pesat bisa dimanfaatkan untuk menganalisis tingkat kerawanan banjir genangan dengan menggunakan parameter-parameter penyebab terjadinya banjir genangan yaitu curah hujan, bentuk DAS, kerapatan drainase, penggunaan lahan, dan bentuk lahan (Paimin, 2009).

Geographic Information System (GIS) adalah sebuah sistem yang didesain untuk menyimpan, menangkap, menganalisa, memanipulasi, mengatur dan menampilkan seluruh jenis data geografis (Irwansyah, 2013). Akronim GIS terkadang dipakai sebagai istilah untuk *geographical information science* atau *geospatial information studies* yang merupakan ilmu studi atau pekerjaan yang berhubungan dengan *Geographic Information System*. Dalam artian sederhana

sistem informasi geografis dapat kita simpulkan sebagai gabungan kartografi, analisis statistik dan teknologi sistem basis data (database) (Irwansyah, 2013). Sistem Informasi Geografi merupakan sistem berbasis komputer yang di gunakan untuk memanipulasi dan menyimpan informasi geografis, di ciptakan untuk menyimpan mengumpulkan, dan menganalisis obyek atau fenomena dimana lokasi geografis menjadi karakteristik atau kritik penting untuk analisis.

2.2.2 Manfaat Sistem Informasi Geografis (SIG)

SIG memudahkan dalam melihat fenomena pada bumi dengan perspektif yang lebih baik. SIG mampu mengakomodasi penyimpanan, pemrosesan dan penayangan data spasial digital bahkan integrasi data yang beragam, mulai dari citra satelit, foto udara, peta dan data statistic. (Swastayana, 2011 dalam Sasoeng 2018). Pada awalnya, data geografi hanya disajikan diatas peta dengan menggunakan simbol, garis, dan warna. Elemen-elemen geometri ini dideskripsikan didalam legendanya misalnya, garis hitma tebal untuk jalan utama, berbagai data juga didapat dioverlaykan berdasarkan sistem koordinat yang sama. Akibatnya, sebuah peta menjadi media yang efektif baik sebagai alat presentasi maupun sebagai bank tempat penyimpanan data geografis. Tetapi, media peta masih mengandung kelemahan atau keterbatasan informasi-informasi yang tersimpan, di proses dan dipresentasikan dengan mengubah bentuk presentasi ini, sebuah peta selalu menyediakan gambar atau simbol unsur geografi dengan bentuk yang tetap atau statis meskipun diperlukan untuk kebutuhan yang berbeda (Eddy Prahasta, 2009).

2.3 Topographic Wetness Index (TWI)

Pada 2014, Pourali menggunakan TWI untuk mengidentifikasi risiko banjir dari perencanaan penggunaan lahan di Wreck Creek Australia. Pemetaan area dengan risiko banjir membantu dalam perencanaan wilayah yang aman dari bencana. Aksoy et.al (2016) menjadikan TWI sebagai salah satu parameter dalam membuat pemodelan kerawanan banjir. TWI digunakan sebagai dasar penentuan daerah yang rawan terjadi genangan berdasarkan nilai indexnya.

2.3.1 Definisi Topographic Wetness Index (TWI)

Menurut Pourali (2014), *Topographic Wetness Index (TWI)* merupakan metode kuantifikasi kontrol topografi terhadap proses hidrologi. Sebaran spasial kondisi hidrologi dapat dipetakan menggunakan metode ini. TWI menilai secara kuantitatif efek topografi lokal terhadap limpasan air hujan (Qin et al., 2011). Nilai TWI mendeskripsikan kecenderungan akumulasi air pada sebuah lereng berdasarkan gaya gravitasi yang mengontrol aliran air (Pourali et al., 2014). TWI dapat diaplikasikan secara efektif untuk mengidentifikasi daerah rawan banjir dengan memetakan daerah yang mengalami genangan (Aksoy et al., 2016). Penilaian TWI dewasa ini diimplementasikan dengan *Digital Elevation Model (DEM)*.

2.3.2 Manfaat Topographic Wetness Index (TWI)

Haas (2010) menggunakan TWI dalam pemodelan kelembaban tanah. TWI menggambarkan nilai kebasahan lahan yang secara tidak langsung juga berkaitan dengan kelembaban tanah. Secara konseptual, nilai TWI menggambarkan tingkat kebasahan lahan yang diasumsikan berasosiasi dengan kerawanan

terhadap bencana banjir khususnya banjir genangan. Penilaian TWI yang diimplementasikan dengan menggunakan *Digital Elevation Model* (DEM). Survei lapangan dilakukan untuk mengetahui validasi hasil pemetaan kerawanan banjir. Penelitian ini difokuskan untuk mengetahui sebaran spasial daerah rawan banjir berdasarkan nilai TWI serta untuk mengetahui akurasi penggunaan nilai TWI dalam penentuan kerawanan banjir. Pemetaan kerawanan banjir merupakan salah satu aplikasi geografi dalam bidang kebencanaan lingkungan terutama bencana tropis (Suarna, 2013).

2.4 Banjir

Posisi geografis Indonesia yang berada di zona ITCZ (*Inter Tropical Convergence Zone*) menjadikan Indonesia memiliki curah hujan yang melimpah sepanjang tahun (Aldrian et.al, 2005). Interaksi antara curah hujan yang melimpah dengan kondisi fisik lingkungan yang ada di Indonesia memicu banyaknya kejadian banjir yang terjadi di Indonesia.

Banjir didefinisikan sebagai suatu kondisi yang mana air dalam saluran pembuang (kali) tidak dapat tertampung atau terjadinya hambatan pada aliran air di dalam saluran pembuangan. Dalam hal ini, banjir adalah peristiwa alam yang dapat menimbulkan baik kerugian harta benda penduduk maupun korban jiwa.

Banjir dapat berupa genangan pada lahan kering seperti pada lahan pertanian, permukiman, pusat kota. Banjir juga dapat terjadi karena debit/volume air yang mengalir pada suatu sungai atau saluran drainase melebihi atau diatas kapasitas pengalirannya. Air yang meluap biasanya tidak dipermasalahkan bila tidak menimbulkan kerugian, tidak ada korban meninggal atau luka-luka, tidak

merendam permukiman dalam waktu lama, tidak menimbulkan persoalan lain bagi kehidupan sehari-hari. Bila air menggenang terjadi cukup tinggi, dalam waktu lama, dan sering maka hal tersebut akan mengganggu kegiatan manusia. Dalam sepuluh tahun terakhir ini, luas daerah dan frekuensi banjir semakin bertambah dengan kerugian yang lumaan besar (BNPB, 2013).

Berdasarkan data yang tercatat BNPB sejak tahun 1815 hingga 2017 telah terjadi sebanyak 7.365 kejadian banjir di Indonesia (BNPB, 2017). Faktor tersebut saling berkaitan satu sama lain. Perbedaan kondisi topografi akan mempengaruhi respon terhadap hujan yang jatuh di suatu daerah (Diakakis, 2011). Banjir merupakan kejadian hidrologi yang juga berhubungan dengan faktor topografi. Kejadian banjir berasosiasi dengan topografi tertentu. Sebagian besar kejadian banjir terjadi pada topografi datar, landai dan cekungan. Menurut BMKG (2013), terjadinya banjir disebabkan oleh kondisi dan fenomena alam (topografi, curah hujan), kondisi geografis daerah dan kegiatan manusia yang berdampak pada perubahan tata ruang atau guna lahan di suatu daerah.

2.5 Parameter Banjir Genangan

2.5.1 Curah Hujan

Curah hujan adalah akumulasi dari jumlah air hujan yang turun pada suatu daerah. Pada penelitian tentang banjir ini, curah hujan yang diperlukan adalah curah hujan rata-rata pada seluruh daerah. Jika intensitas curah hujan tinggi maka potensi kejadian banjir akan semakin besar. Sebaliknya jika intensitas curah hujan rendah, maka suatu daerah akan berpeluang kecil mengalami kejadian banjir.

Tabel 1. Klasifikasi Curah Hujan,

Rata-rata Curah Hujan (mm/tahun)	Klasifikasi Hujan	Nilai
>3000	Sangat Tinggi	9
2051-3000	Tinggi	7
2001-2500	Sedang	5
1501-2000	Rendah	3
<1500	Sangat Rendah	1

Sumber : Primayuda 2006

2.5.2 Kelerengan Lahan

Kelerengan adalah kenampakan permukaan alam yang memiliki beda tinggi.

Apabila dua tempat yang memiliki beda tinggi dibandingkan dengan jarak lurus mendatar, maka akan diperoleh besar nilai kelerengan. Wentworth mengemukakan pembuatan peta kelas kelerengan diperoleh melalui interpretasi peta rupa bumi Indonesia (RBI) (Hamriani, 2020). Berikut ini merupakan klasifikasi parameter kemiringan lahan.

Tabel 2. Klasifikasi Kelerengan Lahan

Kemiringan (%)	Kelas Lereng	Nilai
0-8	Datar	9
>8-15	Landai	7
>15-25	Agak Curam	5
>25-45	Curam	3
>40	Sangat Curam	1

Sumber: Utomo W. Y. tahun 2004 dalam Hamriani (2020)

2.5.3 Jenis Tanah

Jenis tanah berpengaruh terhadap kemampuan tanah menyerap, menyimpan dan mengalirkan air hujan. Berikut klasifikasi tanah menurut Puslitanak Bogor tahun 2009.

Tabel 3. Klasifikasi jenis tanah

Jenis Tanah	Kerentanan Terhadap Banjir
Andosols, Molisols	Rendah
Vertisols, Ultisols	Sedang
Inceptisols, Oxysols	Tinggi
Vertisols, Entisols	Sangat Tinggi

Sumber Puslitanak (2009)

2.5.4 Ketinggian Lahan / Elevasi

Ketinggian mempunyai pengaruh terhadap terjadinya banjir didasarkan pada sifat air yang mengalir mengikuti gaya gravitasi yaitu mengalir dari daerah tinggi ke daerah yang rendah. Lahan yang memiliki nilai ketinggian yang besar berpotensi kecil untuk terjadi banjir. Sedangkan daerah dengan ketinggian yang rendah lebih berpotensi terhadap banjir. Berikut klasifikasi ketinggian lahan menurut Asep Purnama tahun 2008.

Tabel 4. Klasifikasi Elevasi Lahan

Elevasi (m)	Nilai
0,0-12,5	9
12,6-25,0	7
26,0-50,0	5
51,0-75,0	3
76,0-100,0	2
>100,0	1

Sumber: Asep Purnama (2008)

2.6 Siklus Hidrologi

Siklus hidrologi adalah perputaran (sirkulasi) air yang tidak pernah berhenti dari atmosfer ke bumi dan kembali ke atmosfer melalui kondensasi, presipitasi, evaporasi dan transpirasi. Sistem hidrologi adalah rangkaian elemen jenis tanah, tata guna lahan, topografi dan panjang lereng yang saling berkaitan antara satu komponen dengan komponen lainnya sehingga membentuk satu kesatuan yang saling mempengaruhi terhadap keseimbangan tata air. Perubahan siklus hidrologi adalah terjadinya perubahan perilaku dan fungsi air permukaan, yaitu menurunnya aliran dasar (*base flow*) dan meningkatnya aliran permukaan (*surface runoff*), yang menyebabkan terjadinya ketidakseimbangan tata air (hidrologi) dan terjadinya banjir dan genangan di daerah hilir.

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

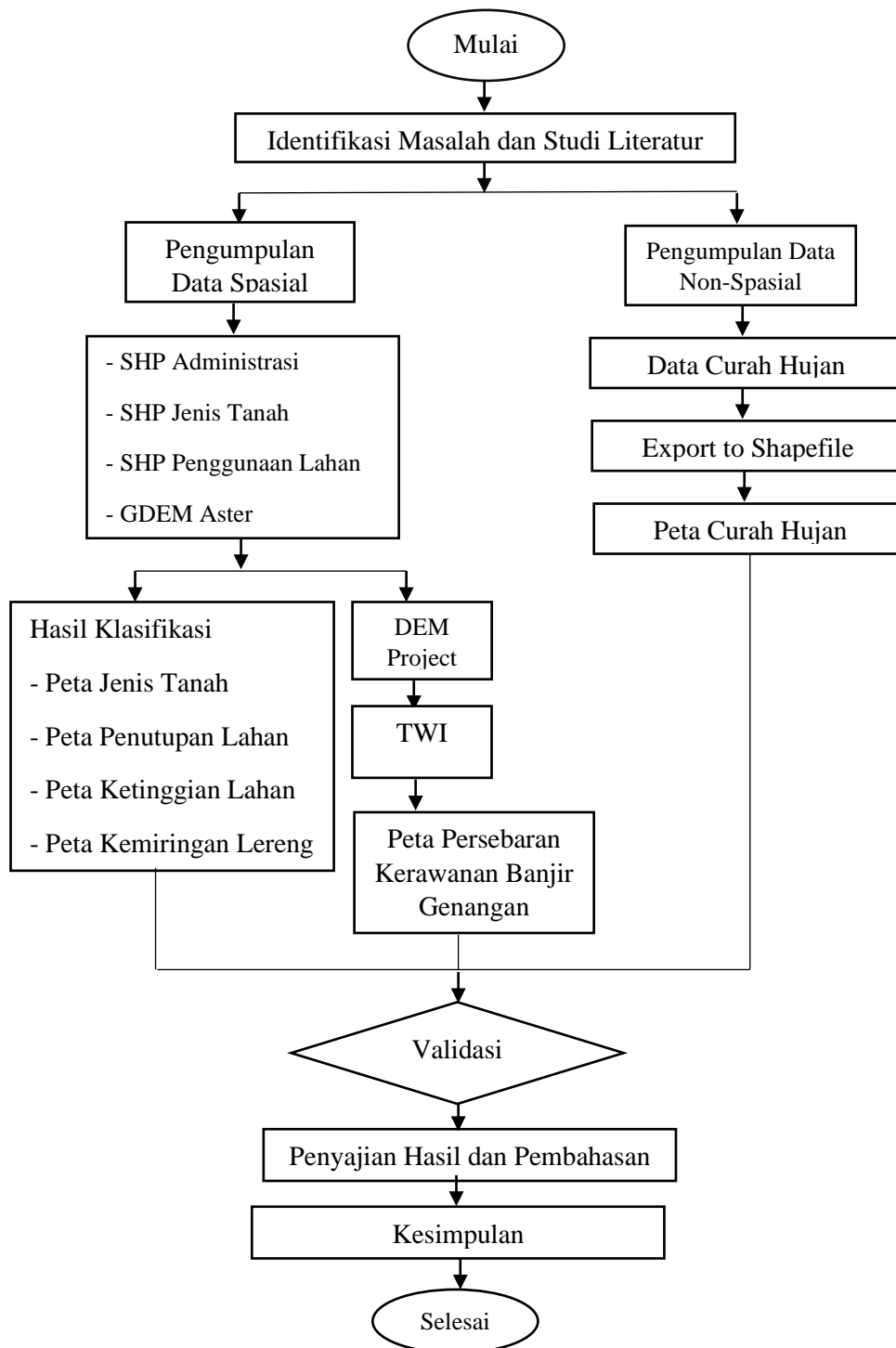
Penelitian ini dilaksanakan pada bulan November 2021 sampai Desember 2021 di Laboratorium Sumber Daya Air dan Lahan, Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Penelitian ini ditujukan pada sub-das Way Katibung.

3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah laptop, *Software Microsoft Word/Excel* dan *Software Arcgis*. Sedangkan bahan yang akan digunakan adalah DEM (*Digital Elevation Model*) sub-das Way Katibung, Data Administrasi Kabupaten Lampung Selatan dan Lampung Timur, Data spasial topografi, jenis tanah dan penggunaan lahan dan Data non spasial curah hujan.

3.3 Prosedur Penelitian

Penelitian dilaksanakan dengan beberapa tahapan yang dilakukan mengikuti bagan alir sebagai berikut.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

Tahapan penelitian ini dilakukan sebagai berikut.

1. Persiapan Alat dan Bahan

Tahap awal yang dilakukan adalah persiapan alat dan bahan. Sebelumnya sudah dilakukan studi literatur terhadap hal-hal yang mendasari penelitian. Selanjutnya persiapan alat yaitu laptop, *software microsoft excel*, *software arcgis*. Sedangkan bahan yang disiapkan adalah data curah hujan dan spasial untuk membuat pemetaan wilayah.

2. Pengumpulan data

Tahap ini pengumpulan data non spasial dilakukan dengan mensurvei Stasiun klimatologi Lampung Selatan. Data sekunder yang dibutuhkan adalah curah hujan dan data klimatologi lainnya. Pengumpulan data spasial berupa peta penggunaan lahan dan topografi.

3. Pengolahan data

Pengolahan data merupakan tahapan menginput data dalam Arc GIS. Penentuan daerah rawan banjir dilakukan berdasarkan hasil perhitungan TWI. Semakin besar nilai TWI maka semakin besar potensi untuk terjadi genangan di suatu daerah (Pourali et.al., 2014). Penentuan daerah rawan banjir genangan juga diasosiasikan dengan keberadaan sungai.

Berdasarkan Beven and Kirby (1979), formula utama yang digunakan dalam perhitungan TWI sebagai berikut:

$$W = \ln \frac{\alpha}{\tan \beta}$$

Nilai W adalah *wetness index* dimana α merupakan akumulasi lereng bagian atas yang mengalirkan air pada suatu titik di setiap unit kontur, sedangkan β merupakan sudut lereng pada titik tersebut. Index tersebut menggambarkan kecenderungan air untuk terakumulasi pada satu titik berdasarkan gaya gravitasi dimana air selalu mengalir ke tempat yang lebih rendah (Qin et al., 1991). Dalam hal ini air mengalir menuju lereng bawah. Dengan demikian nilai index akan semakin besar pada lereng yang sangat datar dan sebaliknya nilai index semakin kecil pada lereng yang curam (Haas, 2010). Apabila suatu daerah terakumulasi aliran air maka tanah akan menjadi jenuh air. Air akan menggenang karena pori-pori tanah sudah tidak mampu menampung air. Daerah dengan nilai TWI yang tinggi cenderung lebih rawan untuk mengalami banjir genangan.

1. Pemetaan wilayah

Tahap pemetaan wilayah dengan menggunakan *software Arcgis* ini dilakukan untuk memetakan wilayah yang sering mengalami genangan banjir.

2. Penyajian hasil dan pembahasan

Setelah dilakukan semua tahapan selanjutnya adalah penyajian hasil dan membuat pembahasan tentang semua data dan informasi yang didapatkan.

3. Kesimpulan

Tahap terakhir adalah membuat kesimpulan dari hasil dan pembahasan yang didapatkan, kesimpulan menjawab dari tujuan yang telah dibuat oleh peneliti.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan di sub-das Way Katibung sebagai berikut.

1. Parameter paling berpengaruh pada *Topographic Wetness Index* (TWI) yaitu kelereng. Oleh karena itu, TWI dapat digunakan mendeteksi kerawanan banjir di sub-das Way Katibung karena didominasi daerah yang datar.
2. Daerah dengan nilai TWI rata-rata paling rendah sebesar 6.35 tidak berpotensi mengalami banjir genangan dan daerah dengan nilai TWI rata-rata 10.94 dan 13.95 adalah daerah paling rawan terjadi banjir genangan.
3. Daerah-daerah rawan banjir genangan merupakan daerah yang berada didekat aliran-aliran sungai seperti Mekar Sari, Sumber Agung, Talang Way Sulan, Karang Pucung, Banjar Sari, Purwodadi dan Pamulihan yang ada di Kecamatan Way Sulan.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian deteksi kerawanan banjir genangan menggunakan metode TWI yang dilakukan di Sub-DAS Way Katibung DAS Way Sekampung, didapatkan beberapa saran sebagai berikut.

1. Diharapkan parameter yang digunakan agar diperbanyak seperti morfologi sungai atau saluran, iklim, pasang surut air laut yang terupdate sehingga hasil

yang didapatkan lebih akurat dan dapat digunakan untuk monitoring daerah-daerah yang berpotensi terkena banjir secara berkelanjutan.

2. Pengembangan atau sumbangan ide dari berbagai ilmu pengetahuan lain sangat diperlukan untuk menyempurnakan metode analisis kerawanan banjir genangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Aksoy, H., Kirca, VY., Burgan, HI., and Kellecioglu, D. 2016. Hydrological and hydraulic models for determination of flood-prone and flood inundation areas. *Proceeding IAHS (373)*, 137-141.
- Amri, Khairul. 2019. *Karakteristik Catchment Area PLTA Musi Provinsi Bengkulu*. Fakultas Teknik. Universitas Bengkulu.
- Anjayani, Eni dan Tri Haryanto. 2009. *Geografi Untuk Kelas X SMA/MA*. Jakarta: Pusat Perbukuan Departemen Pendidikan Nasional.
- Arsyad, S. (2009). *Konservasi Tanah & Air*: IPB press.
- Ballerine, C. (2017). *Topographic Wetness Index Urban Flooding Awareness Act Action Support, Will & DuPage Counties, Illinois*. Retrieved from
- Bambang Triatmodjo. 2010. *Hidrologi Terapan*. Beta Offset.
- Badan Meteorologi Klimatologi Geofisika (2013): Analisis Hujan Bulan Januari 2013. Buletin BMKG
- Badan Nasional Penanggulangan Bencana (2013): *Bencana di Indonesia 2012*
- BNPB. (2012). *Pedoman Umum Pengkajian Risiko Bencana. Peraturan Kepala Badan Nasional Penanggulangan Bencana No. 2 Tahun 2012*.
- Brady, N.C. 1984. *The Nature and Properties of Soils*. 9th Edition. Macmil.
- Chandra, R. K., & Rima, D. (2013). Mitigasi Bencana Banjir Rob di Jakarta Utara. *Jurnal Teknik Pomits*, 2(1), 25-30.
- Diakakis. 2011. A Method For Flood Hazard Mapping Based On Basin Morphometry: Application In Two Catchments In Greece. *Natural Hazard*. 803-814
- Edvin Aldrian, Dmitry Sein, Daniela Jacob, Lydia Dumenil Gates, Ralf Podzun. 2005. Modelling Indonesian Rainfall With a Coupled Regional Model. *Climate Dynamics*. (25) 1–17.
- Ernawati, Liza Yulianti, Eko Suryana. 2014. *Sistem Information Geografis Pembangunan Jaringan Irigasi di Provinsi Bengkulu Berbasis Website*

- Menggunakan Google Map*. Jurnal Media Infotama, (10) 2.
<https://doi.org/1037676/jmi.v10i2.237>
- Haas, Jan. 2010. Soil moisture modelling using TWI and satellite imagery in the Stockholm region. *MSc Thesis*. Stockholm: Royal Institute of Technology (KTH).
- Hanuang.com, 2021. *Babinsa Tinjau Luapan Sungai Way Katibung dan Way Sulan*. URL <https://hanuang.com/babinsa-tinjau-lokasi-banjir-luapan-sungai-way-katibung-dan-way-sulan> (accessed 11.11.21).
- Hardjowigeno, Sarwono. (1989). Ilmu Tanah. Jakarta : Mediatama Sarana Perkasa.
- Irwansyah, Edy. 2013. *Sistem Informasi Geografis: Prinsip Dasar dan Pengembangan Aplikasi*. Yogyakarta. Digibooks.
- Kemenko Perekonomian, 2021. *Pentingnya Koordinasi Kuat untuk Tanggulang Dampak Banjir pada Sektor Pertanian* [WWW Document]. URL <https://www.ekon.go.id/publikasi/detail/1437/pentingnya-koordinasi-kuat-untuk-tanggulang-dampak-banjir-pada-sektor-pertanian> (accessed 5.11.21).
- Matondang, J., 2013. *Analisis Zonasi Daerah Rentan Banjir Dengan Pemanfaatan Sistem Informasi Geografis*. Universitas Diponegoro, Semarang
- Paimin, Sukresno dan B.P Irfan. 2009. Teknik Mitigas Banjir dan Tanah Longsor. Tropenbos International Indonesia Programme. Balikpapan.
- Pourali, S., Arrowsmith, C., Chrisman, N., Matkan, A., & Mitchell, D. (2016). Topography wetness index application in flood-risk-based land use planning. *Applied Spatial Analysis and Policy*, 9(1), 39-54.
- Prahasta, Eddy. 2009. *Sistem Informasi Geografis Konsep-Konsep Dasar*. Bandung: Informatika Bandung.
- Prasetyo, Y. E. 2017. *Pendugaan Erosi Lahan Berbasis Aplikasi WEPP (Water Erosion Prediction Project di Kecamatan Pujon Kabupaten Malang (Skripsi)*. Fakultas Pertanian-Peternakan. Universitas Muhammadiyah Malang.
- Primayuda A, 2006. Pemetaan Daerah Rawan dan Resiko Banjir Menggunakan Sistem Informasi Geografis: studi kasus Kabupaten Trenggalek, Jawa Timur (skripsi). Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Purnama A, 2008. *Pemetaan Kawasan Rawan Banjir Di Daerah Aliran Sungai Cisadane Menggunakan Sistem Informasi Geografis*. (skripsi). Bogor: Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor.

- Qin, C.-Z., Zhu, A.-X., Pei, T., Li, B.-L., Scholten, T., Behrens, T., & Zhou, C.-H. (2011). An approach to computing topographic wetness index based on maximum downslope gradient. *Precision Agriculture*, 12(1), 32-43.
- Riadi, B., Barus, B., Widiatmaka, M. Y. J., & Pramudya, B. (2018). Spatial Modeling on Coastal Land Use/Land Cover Changes and its Impact on Farmers. *Environment and Ecology Research*, 6(3), 169-177.
- Rosyidie, A., 2013. Banjir: Fakta dan Dampaknya, Serta Pengaruh dari Perubahan Guna Lahan, *Jurnal Perencanaan Wilayah dan Kota*. Vol.24, No.3, hal.241-244
- Sasoeng A. Arief, Steven R. Sentinuwo, Yaulie Deo Y. Rindegan. 2018. *Rancang Bangun Sistem Informasi Geografis Potensi Sumber Daya Alam di Kabupaten Talaud Berbasis Web*. Jurnal Teknik Informatika vol 13 no 1, 2018.
<https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/informatika/article/download/20763/20441>
- Safitri E, I B Pramono. 2017. Analisis Banjir Cimanuk Hulu 2016. Jurnal Penelitian PDAS. Vol (1) 02.
- Suarna, I Wayan. 2013. Aplikasi Geografi Dalam Penanganan Kebencanaan Lingkungan di Indonesia. *Media Komunikasi Geografi*, 14 (1)