



Deteksi Kerawanan Banjir Genangan Menggunakan *Topographic Wetness Index* (TWI) di Sub Das Way Katibung

Flood Vulnerability Detection Using Topographic Wetness Index (TWI) in Way Katibung Sub-Watershed

Wahyuni Ma'rufah^{1*}, Ridwan¹, Muhammad Amin¹

¹Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung

*Corresponding Author: wahyunimarufah01@gmail.com

Abstract. *This research aims to detect flood susceptibility using the Topographic Wetness Index (TWI) and create a flood susceptibility map in the Way Katibung Sub-watershed using the Topographic Wetness Index (TWI). This study employs the Topographic Wetness Index (TWI) method with observation parameters including land slope, soil type, land elevation, rainfall, and land use. The results show that the most influential parameter on the Topographic Wetness Index (TWI) is the land slope. Therefore, TWI can be used to detect flood susceptibility in the Way Katibung Sub-watershed, which is predominantly flat. Areas with the lowest average TWI value of 6.35 have no potential for flooding, whereas areas with average TWI values of 10.94 and 13.95 are the most susceptible to flooding. The flood-prone areas are primarily located near river streams, such as Mekar Sari, Sumber Agung, Talang Way Sulan, Karang Pucung, Banjar Sari, Purwodadi, and Pamulihan in Way Sulan District.*

Keywords: *Flood Puddle, Sub-DAS Way Katibung, TWI, vulnerability.*

1. Pendahuluan

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'-105°45' Bujur Timur dan 5°15'-6° Lintang Selatan. Lampung Selatan memiliki beberapa Daerah Aliran Sungai (DAS) salah satunya yaitu Sub-DAS Way Katibung. Dalam wilayah sub-DAS Way Katibung mengalir anak sungai yang dijadikan sebagai sumber pengairan pertanian desa-desa yang

dilewatinya. Sub-DAS Way Katibung memiliki kelerengan yang rendah sehingga menyebabkan luapan air yang menggenangi daerah pertanian di wilayah ini. Pada tahun 2021, lahan sawah seluas 25 Ha mengalami gagal panen akibat banjir dari luapan air anak sungai di sub-DAS Way Katibung.

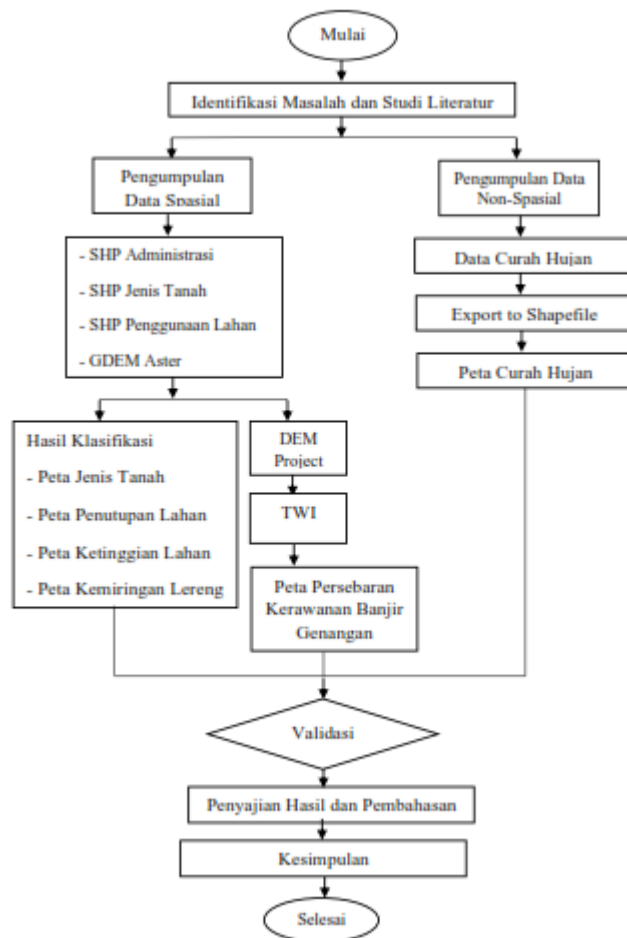
Banjir dapat berupa genangan pada lahan pertanian. Banjir terjadi karena banyaknya air yang mengalir pada suatu sungai diatas kapasitas maksimumnya. Luapan air pada umumnya tidak menjadi permasalahan bila tidak mengakibatkan kerugian, materil, tidak merendam permukiman dalam waktu lama, dan tidak menimbulkan persoalan lain bagi kehidupan sehari-hari. Bila genangan air terjadi cukup tinggi dalam waktu yang lama, maka hal tersebut akan mengganggu aktivitas manusia. (Rosyidie 2013). Daerah dengan topografi yang rendah maka akan semakin rawan terhadap banjir, karena air cenderung menggenang pada daerah yang datar (Chandra & Rima, 2013). Pada daerah dengan kemiringan lereng yang tinggi maka air hujan akan menjadi aliran permukaan karena kecepatan aliran yang tinggi. Pada permukaan datar, air akan menggenang (Triatmodjo, 2010).

Perhitungan tingkat kerawanan banjir dengan faktor utama topografi dapat diidentifikasi menggunakan penilaian Topographic Wetness Index (TWI). DEM digunakan untuk mencari nilai TWI (Riadi et al., 2018). Penilaian TWI untuk prediksi banjir mampu memberikan pendekatan yang lebih efisien dalam penentuan banjir dibandingkan model hidrodinamik konvensional (Pourali dkk., 2016). TWI digunakan sebagai indikator pengaruh topografi terhadap limpasan, arah dan akumulasi aliran. Nilai TWI menggambarkan tingkat kebasahan lahan. Tingkat kebasahan tinggi diakibatkan oleh adanya tanah yang jenuh akibat akumulasi aliran sehingga daerah dengan nilai TWI tinggi maka diasumsikan rawan terhadap banjir. Ballerine & Clayton (2017), menyatakan bahwa TWI dapat digunakan untuk mengidentifikasi daerah yang terdampak akibat adanya banjir dan genangan yang disebabkan oleh hujan.

Deteksi kerawanan banjir genangan dideteksi menggunakan metode Topographic Wetness Index 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 dkk., 2014). TWI dapat diaplikasikan secara efektif untuk mengidentifikasi daerah rawan banjir dengan memetakan daerah yang mengalami genangan (Aksoy, 2016). Tujuan dari penelitian ini adalah mendeteksi kerawanan banjir genangan menggunakan *Topographic Wetness Index* (TWI) dan membuat peta kerawanan banjir di Sub--DAS Way Katibung menggunakan *Topographic Wetness Index* (TWI).

2. Metode Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan November 2021 sampai Desember 2021 dengan sumber pengamatan terletak di DAS Way Sekampung, Sub-DAS Way Katibung. Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah laptop, *Software Microsoft Word/Excel* dan *Software Arcgis 10.2*. 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. Penelitian ini menggunakan metode *Topographic Wetness Index* (TWI). Diagram alir penelitian ditampilkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

Tahapan penelitian yang dilakukan pada penelitian ini adalah 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 dkk., 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:

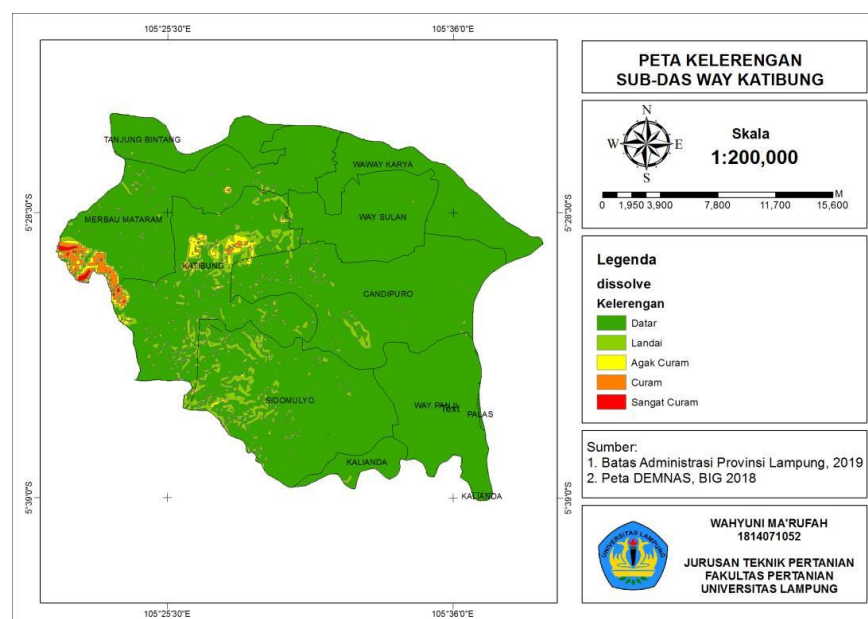
$$W = \ln \frac{\alpha}{\tan \beta} \quad (1)$$

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.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Kelerengan Lahan

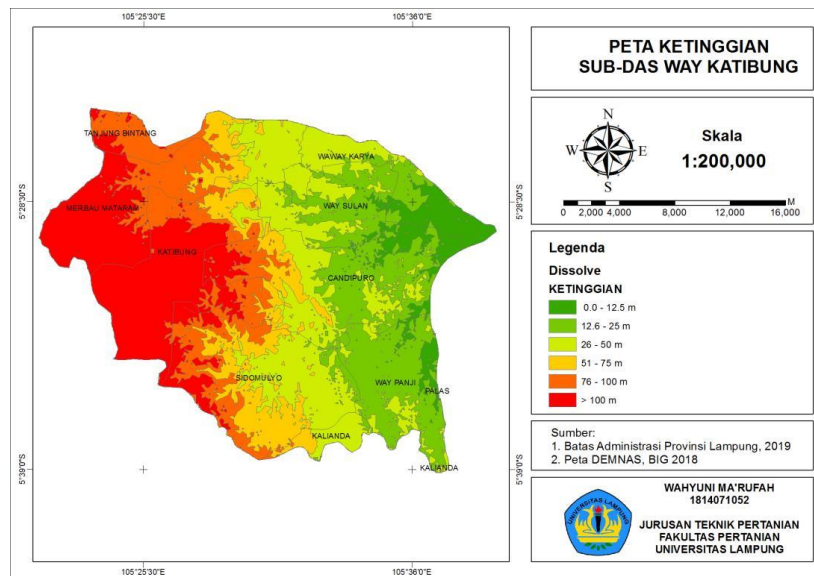
Kelerengan menjadi salah satu parameter paling berpengaruh dalam kerawanan banjir yang ada di sub-das Way Katibung. Suatu daerah yang datar berpotensi mengalami banjir genangan, sementara daerah yang kelerengannya curam sedikit berpotensi mengalami banjir genangan. Hal ini disebabkan karena air di daerah yang curam dengan mudah mengalir dan air di daerah yang datar akan menggenang. Pada Gambar 2 dapat dilihat peta kelerengan daerah sub-das Way Katibung dengan keterangan warna. Warna hijau menunjukkan daerah datar sub-DAS Way Katibung.



Gambar 2. Peta kelerengan lahan

3.2. Ketinggian Lahan

Ketinggian lahan menjadi parameter paling berpengaruh kedua setelah kelerengan lahan atas terjadinya banjir genangan di sub-das Way Katibung. Ketinggian lahan berhubungan dengan air mengalir mengikuti gaya gravitasi. Semakin rendah ketinggian lahan, maka peluang terjadinya banjir genangan semakin besar. Air akan sulit mengalir sehingga akan menggenang disuatu daerah yang ketinggian lahannya rendah. Pada Gambar 3 dapat dilihat peta ketinggian lahan daerah sub-das Way Katibung dengan keterangan warna. Warna hijau menunjukkan daerah paling rendah.

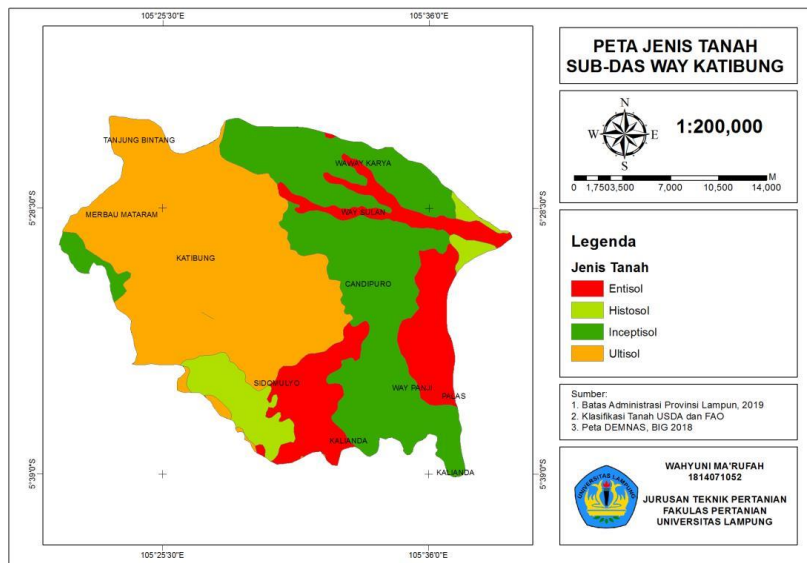


Gambar 3. Peta ketinggian lahan

3.3. Jenis Tanah

Tanah dipermukaan bumi sangat beragam mulai dari tekstur, warna, struktur dan lain-lain sehingga diperlukan klasifikasi tanah untuk membedakan jenis tanah tersebut. Tujuan klasifikasi tanah yaitu mengorganisasi atau menata tanah, mengetahui hubungan individu tanah dan memudahkan mengingat sifat-sifat tanah. Pada Gambar 4 dapat dilihat daerah dengan klasifikasi jenis tanah.

Tanah dengan tekstur sangat halus memiliki peluang kejadian banjir yang tinggi, sedangkan tekstur yang kasar memiliki peluang kejadian banjir yang rendah. Hal ini disebabkan semakin halus tekstur tanah menyebabkan air aliran permukaan yang berasal dari hujan maupun luapan sungai sulit untuk meresap ke dalam tanah, sehingga terjadi penggenangan. Tanah Inceptisol mempunyai tekstur halus, kadar liat >60% remah sampai gumpal, gembur, warna gelap, dan struktur yang baik (Hardjowigeno, 1989). Tanah Histosol dikenal juga dengan tanah gambut. Histosol atau gambut merupakan jenis tanah yang mudah melarut, menyerap atau bercampur dengan air. Tanah jenis ini memiliki ciri dan sifat antara lain ketebalan tidak lebih dari 0.5m, warnanya coklat kelam sampai hitam, tekstur debu-lempung, tidak berstruktur, konsistensi tidak lekat-agak lekat (Anjayani, 2009). Entisol memiliki permeabilitas dan infiltrasi yang cepat dan menahan air sangat rendah (Brady, 1984). Ultisol merupakan tanah yang mengalami pelapukan yang lanjut dan berasal dari bahan induk yang sangat masam. Tanah ini mengandung bahan organik rendah dan strukturnya tidak begitu mantap sehingga peka terhadap erosi (Hardjowigeno, 1989). Pada Gambar 4, dapat dilihat daerah dengan klasifikasi jenis tanah.



Gambar 4. Peta jenis tanah

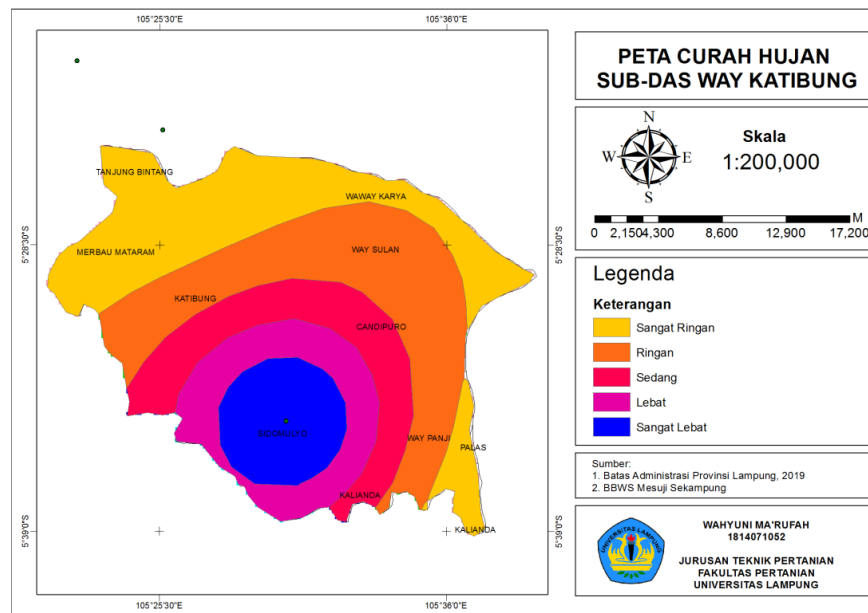
3.4. Curah Hujan

Curah hujan memiliki pengaruh terhadap terjadinya banjir genangan di Sub-DAS Way Katibung, namun pengaruhnya tidak begitu besar. Berdasarkan pedoman klasifikasi curah hujan Primayudha 2006 yang dimodifikasi, dapat dilihat curah hujan di Sub-DAS Way Katibung pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil analisa curah hujan Sub-DAS Way Katibung

Rata-rata Curah hujan (mm/thn)	Klasifikasi	Nilai	Luas (Ha)
5664-6509	Sangat lebat	9	5990
4818-5663	Lebat	7	7353
3972-4817	Sedang	5	8678
3125-3971	Ringan	3	15832
2278-3124	Sangat ringan	1	16325

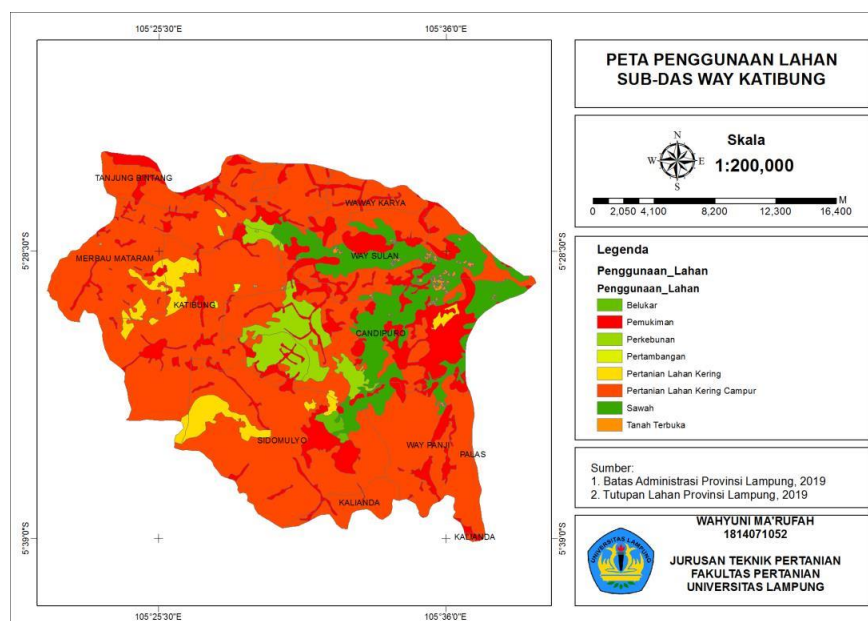
Curah hujan memiliki pengaruh terhadap terjadinya banjir genangan di sub-das Way Katibung, namun pengaruhnya tidak begitu besar. Rata-rata curah hujan dengan klasifikasi sangat lebat berdasarkan hasil analisa di sub-das Way Katibung sebesar 5664-6509 mm/tahun. Pada gambar dapat dilihat daerah dengan curah hujan sangat tinggi ditandai dengan warna biru.



Gambar 5. Peta curah hujan

3.4. Penggunaan Lahan

Penggunaan lahan merupakan salah satu parameter terjadinya banjir genangan. Penggunaan lahan memiliki sedikit pengaruhnya dalam banjir genangan yang terjadi di sub-das Way Katibung karena sebagian besar daerahnya merupakan pertanian lahan kering campur. Pertanian lahan kering campur merupakan lahan paling luas di sub-das Way Katibung yaitu 34464 Ha. Pertanian lahan kering bercampur semak dapat direklasifikasikan dalam sawah, rumput, semak/belukar atau tegal, tanah berbatu (Savitri, 2017).



Gambar 6. Peta penggunaan lahan

3.5. TWI Sub-DAS Way Katibung

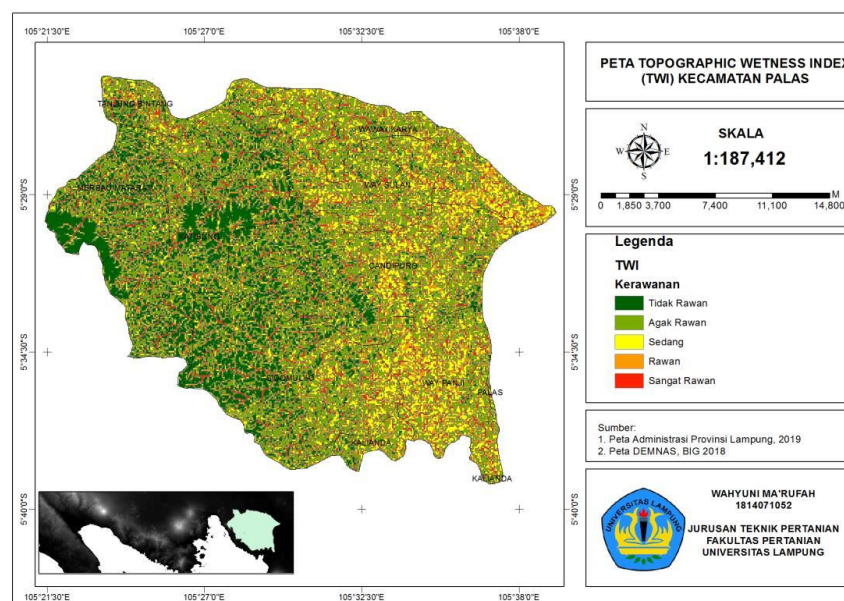
Analisa banjir genangan di sub-das Way Katibung dilakukan menggunakan metode TWI dan memanfaatkan data (*Digital Elevation Model*) DEM sub-das Way Katibung. Data DEM tersebut

kemudian di olah menggunakan software arcgis sehingga didapatkan besaran rerata nilai TWI ditampilkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil analisa penelitian

Nilai TWI	Kerawanan banjir	Luas (Ha)	Nilai	Persentase (%)
6.35	Tidak Rawan	11157	1	20.62
8.3	Agak Rawan	18552	3	34.29
9.51	Sedang	13796	5	25.50
10.94	Rawan	7087	7	13.10
13.95	Sangat Rawan	3519	9	6.50

Nilai rata-rata TWI di sub-das Way Katibung yaitu 6.35 – 13.39. Daerah yang memiliki nilai TWI tinggi menunjukkan bahwa daerah tersebut rawan terjadi banjir genangan. Luas daerah rawan banjir di sub-das Way Katibung yaitu 7087 Ha sementara daerah sangat rawan terjadi banjir di sub-das Way Katibng yaitu 3519 Ha dengan presentase masing-masing 13,10% dan 6,50%. Daerah rawan banjir di sub-das Way Katibung lebih sedikit daripada daerah tidak rawan banjir. Kelerengan adalah parameter paling berpengaruh terhadap banjir genangan menggunakan metode *Topographic Wetness Index* (TWI). Pada Gambar 7 dapat daerah kerawanan banjir di Sub-DAS Way Katibung.



Gambar 7. Peta Daerah kerwanan banjir

Hasil perhitungan TWI kemudian di validasi menggunakan perhitungan persamaan linear berganda. Berdasarkan persamaan linear berganda yang dihasilkan dari data ArcGIS sub-das Way Katibung, didapatkan model TWI terhadap parameter yang digunakan sebagai berikut.

$$\ln \text{TWI} = e^{-0,316} \cdot EL^{0,1} \cdot JT^{0,013} \cdot KL^{0,892} \cdot PL^{-0,011} \cdot CH^{-0,033} \quad (2)$$

Besarnya koefisien regresi $EL^{0,1}$ menunjukkan bahwa dengan meningkatnya EL maka akan meningkatkan variabel TWI. $JT^{0,013}$ menunjukkan bahwa dengan meningkatnya JT maka akan meningkatkan variabel TWI. $KL^{0,892}$ menunjukkan bahwa dengan meningkatnya KL maka akan meningkatkan variabel TWI. $PL^{-0,011}$ menunjukkan bahwa dengan meningkatnya PL maka akan

menurunkan variabel TWI. $CH^{-0,033}$ menunjukkan bahwa dengan meningkatnya PL maka akan menurunkan variabel TWI.

$R=0,24$

Nilai R menunjukkan antara hubungan variabel bebas dengan variabel terikat. Nilai $R = 0,24$ di sub-das Way Katibung menunjukkan adanya hubungan yang rendah antara TWI dan parameter.

4. Kesimpulan dan Saran

4.1. Kesimpulan

Berdasarkan dari hasil penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan 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.

4.2. Saran

Berdasarkan hasil penelitian deteksi kerawanan banjir genangan menggunakan metode TWI yang dilakukan di Sub-DAS Way Katibung, 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.
- Ballerine, C. (2017). *Topographic Wetness Index Urban Flooding Awareness Act Action Support, Will & DuPage Counties, Illinois*. Retrieved from
- 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.
- Haas, Jan. 2010. Soil moisture modelling using TWI and satellite imagery in the Stockholm region. [Thesis]. Stockholm: Royal Institute of Technology (KTH)
- Hardjowigeno, Sarwono. (1989). *Ilmu Tanah*. Jakarta: Mediyatama Sarana Perkasa.
- 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.
- 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), 169-17
- 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.
- Safitri E, I B Pramono. 2017. Analisis Banjir Cimanuk Hulu 2016. *Jurnal Penelitian PDAS*. 1(2).
- Triatmodjo, B. 2010. *Hidrologi Terapan*. Beta Offset.