

# Aplikasi Sistem Informasi Geografi Untuk Pemodelan Tiga Dimensi Daerah Ancaman Banjir Di Kecamatan Kambu Kota Kendari

Muhammad Apdal<sup>1)</sup>, Fitra Saleh<sup>2)</sup>, Djafar Mey<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>Mahasiswa Jurusan Geografi Universitas Halu Oleo

<sup>2)</sup>Jurusan Geografi Universitas Halu Oleo

*Email:*

**Abstrak:** Sistem informasi geografi mampu menyajikan bentuk pemodelan dari satu fenomena hidrologi seperti banjir perkotaan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis faktor-faktor penyebab banjir dan Melihat distribusinya serta memvisualisasikan dalam bentuk pemodelan tiga dimensi area ancaman banjir yang terjadi di Kecamatan Kambu Kota Kendari. Proses pembuatan peta ancaman banjir dilakukan dengan menggunakan metode pembobotan berjenjang. Pembobotan dilakukan pada setiap parameter penyebab banjir yakni penggunaan lahan, curah hujan, kemiringan lereng, jenis tanah, kualitas kawasan terbangun, pola kawasan terbangun dan jarak sungai. Hasil *overlay* parameter-parameter tersebut menghasilkan peta ancaman banjir dengan luas tingkatan ancaman tinggi seluas 338.51 Ha, untuk tingkatan sedang seluas 834.33 Ha dan untuk tingkatan sedang seluas 117.51 Ha. Data tersebut kemudian di visualisasikan dalam bentuk pemodelan 3 dimensi yang di hasilkan dari data DEM yang di ubah menjadi data TIN (*Triangulated Irregular Network*).

**Kata Kunci:** *Sistem Informasi Geografi, Banjir, Pemodelan tiga dimensi*

**Abstract:** Geographic information systems are able to present a form of modeling of a hydrological phenomenon such as urban flooding. This study aims to analyze the factors that cause flooding and see the distribution and visualize in the form of three-dimensional modeling of the area of the threat of flooding that occurred in Kambu District, Kendari City. The process of making a flood threat map is done by using a tiered weighting method. Weighting is carried out on every parameter that causes flooding, namely land use, rainfall, slope, soil type, quality of built area, pattern of built area and river distance. The overlay results of these parameters produce a flood threat map with a high threat level covering an area of 338.51 Ha, for the medium level of 834.33 Ha and for the medium level of 117.51 Ha. The data is then visualized in the form of 3-dimensional modeling generated from DEM data which is converted into TIN (*Triangulated Irregular Network*).

**Keywords:** *Geographic Information System, Flooding, Three-dimensional modeling*

## 1. PENDAHULUAN

Banjir merupakan limpasan air yang melebihi tinggi muka air normal sehingga melimpas dari palung sungai yang menyebabkan genangan pada lahan rendah di sisi sungai (Bakornas, 2007). Banjir disebabkan oleh curah hujan yang tinggi diatas normal, sehingga sistem pengalihan air yang terdiri dari sungai dan anak sungai alamiah serta sistem saluran drainase dan kanal penampung banjir buatan yang ada tidak mampu menampung akumulasi air hujan sehingga meluap. Kemampuan sistem pengaliran air dimaksud tidak selamanya sama, akan tetapi berubah akibat sedimentasi, penyempitan sungai akibat fenomena alam dan ulah manusia, tersumbatnya sampah serta hambatan lainnya .

Pada dasarnya fenomena banjir yang terjadi di perkotaan dapat dilihat melalui Dinamika perkembangan studi hidrologi. perkembangan kajian tersebut tengah mengarah pada kajian yang berbasis keruangan (*spasial*). Kajian yang berbasis keruangan tentu tidak terlepas dari peranan Sistem Informasi Geografi sebagai alat pendukung. Terlebih lagi fungsi dari Sistem Informasi Geografi mampu menyajikan bentuk pemodelan (*modelling*) dari suatu fenomena hidrologis seperti halnya fenomena banjir genangan di perkotaan (Rajabidfard, dkk, 2000). Pemodelan tiga dimensi daerah-daerah yang memiliki tingkat bahaya banjir perlu dilakukan agar pemerintah dapat mengambil kebijakan yang tepat untuk menanggulangnya.

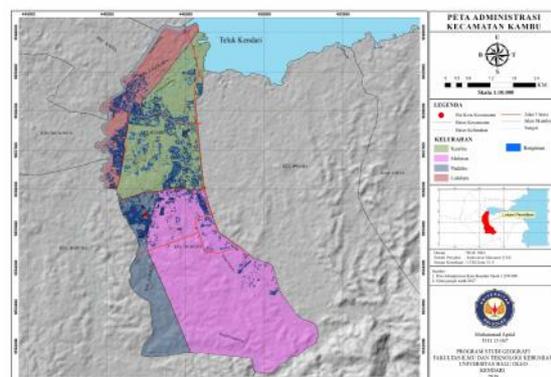
Kebutuhan informasi tiga dimensi saat ini merupakan hal yang penting dalam mendukung setiap aktivitas manusia. Selain itu, kajian dan aplikasi bidang kelimuan juga membutuhkan data spasial tiga dimensi diantaranya adalah untuk studi ekologi, pemantauan kualitas lingkungan, analisis geologi, eksplorasi tambang, oseanografi, arsitektur arkeologi dan otomatisasi navigasi kendaraan, informasi tiga wilayah kota, rencana *landscape*

(Raper. J 1992). Informasi spasial tiga dimensi yang dibutuhkan adalah informasi spasial yang memiliki referensi geografis atau disebut juga data geospasial.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis faktor-faktor penyebab banjir dan Melihat distribusinya serta memvisualisasikan dalam bentuk pemodelan tiga dimensi area ancaman banjir di Kecamatan Kambu kota kendari.

## 2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini berada di Kecamatan Kambu kota Kendari, Sulawesi Tenggara (Gambar 1).



Sumber: Analisis Data 2018

Gambar 1. Lokasi Penelitian

### 2.1 Teknik Analisis Data

Pengolahan data citra satelit google earth 2016 dan data DEM menggunakan aplikasi ArcGis 10.2. adapun tahap pengolahan data yang di lakukan adalah sebagai berikut.

#### Pembobotan Berjenjang

Pembobotan berjenjang memberikan nilai yang sama untuk setiap komponen yang digunakan dalam analisisnya. Setiap komponen diberikan harkat yang sama untuk analisisnya, dengan asumsi bahwa setiap komponen mempunyai pengaruh yang sama pada objek yang dianalisis. Kombinasi parameter yang digunakan pada penelitian-penelitian sebelumnya berbeda-beda. Perbedaan jenis parameter dan jumlah parameter yang digunakan pada pemetaan ancaman banjir menyebabkan proporsi atau pembobotan dari tiap-tiap parameter.

Tabel 1. Komponen Indikator Ancaman Bencana Banjir

No	Komponen	Indikator	Skor
1	Peta penggunaan lahan	Hutan, jalan	1
		Tambak, hutan mangrove, Lahan Terbuka	3
		Kebun Campuran, Permukiman	5
		Sungai	7
2	Peta curah hujan	1000 – 1500 mm/thn	1
		1500 – 2000 mm/thn	3
		2000 – 2500 mm/thn	5
		2500 – 3000 mm/thn	7
3	Peta kemiringan lereng	> 30 % Sangat curam	1
		15 – 30 % Curam	3
		2 – 15 % Landai	5
		0 – 2 % Datar	7
4	Peta jenis tanah	Podsolik	1
		Gleisol	3
		Aluvial	5
5	Kualitas Drainase	2,28 – 3,10 Km Rapat	1
		1,45 – 2,27 Km Agak Rapat	3
		<1,44 Km Agak jarang	5
6	Pola kawasan terbangun	Teratur >50%	1
		Cukup Teratur 25%-50%	3
		Tidak Teratur < 25%	5
7	Kualitas Kawasan terbangun	< 40% Jarang	1
		40% – 60% Sedang	3
		> 60% Padat	5
8	Jarak Sungai	500 m	1
		250 m	3
		100 m	5

Sumber: Nurhayati (2002), Eko Kusyanto (2004), Cipta Karya (1999), Chow (1964) Dengan Modifikasi

### Pembuatan Kelas Ancaman Banjir

Pembuatan nilai interval kelas ancaman banjir bertujuan untuk membedakan kelas ancaman banjir antara yang satu dengan yang lain. Rumus yang digunakan untuk membuat kelas interval adalah persamaan *Sturgess*:

$$Ki = \frac{Xt - Xr}{k} \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan:

- Ki : Kelas Interval
- Xt : Nilai tertinggi
- Xr : Nilai terendah
- K : Jumlah kelas yang diinginkan

Ancaman banjir dalam penelitian ini terbagi menjadi tiga kelas tingkat ancaman,

yaitu Tinggi, sedang dan Rendah. Komponen kelas ancaman banjir dapat dilihat pada Tabel

Tabel 2. Komponen Kelas Ancaman Banjir

No	Tingkat Ancaman Banjir	Kelas Ancaman Banjir
1	Tinggi	> 28,2
2	Sedang	17,6-28,2
3	Rendah	<17,6

Sumber: Hasil Perhitungan

### 2.2 Uji akurasi citra

Uji akurasi di lakukan antara penggunaan lahan hasil klasifikasi interpertasi visual dengan penggunaan lahan yang di peroleh di lapangan. Syarat tingkat akurasi yang di butuhkan agar hasil intervertasi dapat digunakan adalah 85%. Metode yang digunakan untuk

menentukan tingkat ketelitian klasifikasi adalah metode *confusion matrix* dengan perhitungan sebagai berikut :

$$\text{Tingkat Ketelitian} = \frac{\text{Jumlah sampel yang Sesuai}}{\text{Jumlah sampel}} \times 100\% \text{ .(1)}$$

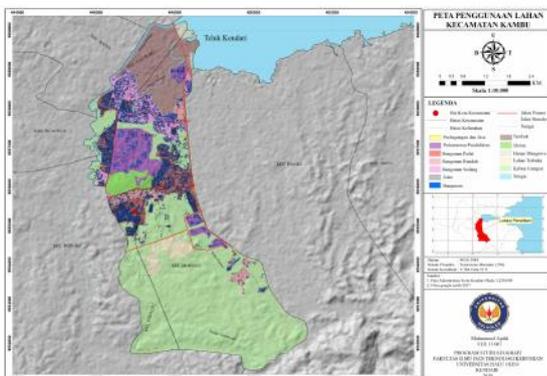
### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1 Parameter Ancaman Banjir

Banjir yang terjadi di suatu daerah didasarkan pada faktor-faktor alam dan faktor manusia antara lain yakni intensitas curah hujan, Penggunaan lahan, jenis tanah, kemiringan lereng, kualitas drainase, pola kawasan terbangun, Kualitas kawasan terbangun dan jarak sungai. Adapun penjabaran dari faktor-faktor diatas, adalah sebagai berikut:

#### Penggunaan lahan

Penggunaan lahan merupakan segala aktifitas manusia pada dan dalam kaitannya dengan penggunaan lahan. Hasil pengolahan citra google earth menunjukkan 9 penggunaan lahan yang ada di Kecamatan Kambu yakni, hutan, hutan mangrove, kebun campur, pemukiman, perdagangan dan jasa, perkantoran/pendidikan sungai, jalan serta tambak masing-masing penggunaan lahan ini memberikan pengaruh yang berbeda terhadap tingkat ancaman banjir. Peta penggunaan kecamatan kambu dapat di lihat pada gambar 2.



Sumber: Analisis Data 2018

Gambar 2. Peta Penggunaan Lahan

Luasan tingkat ancaman banjir berdasarkan penggunaan lahan dapat di lihat pada tabel 3.

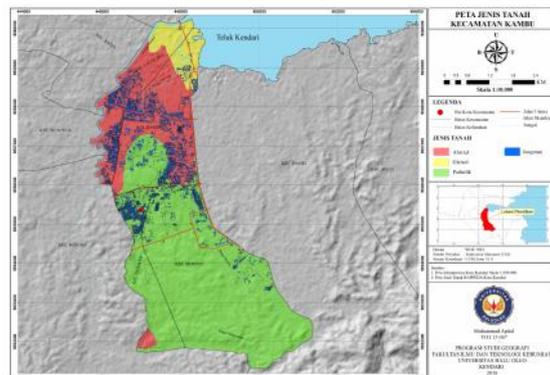
Tabel 3. Luasan tingkat kelas ancaman banjir berdasarkan penggunaan lahan

No	Kelurahan	Kelas (Ha)		
		Tinggi	Sedang	Rendah
1	Kambu	517,54	-	50,7
2	Mokoau	1.110,07	51,28	-
3	Padaleu	306,48	-	-
4	Lalolara	272,96	-	-
Total		<b>2.207,68</b>	<b>51,28</b>	<b>50,7</b>

Sumber : Hasil Analisis citra, 2018

#### Jenis Tanah

Jenis tanah mempengaruhi kuantitas resapan air kedalam tanah. Semakin kecil ukuran partikel tanah maka semakin banyak waktu yang di butuhkan air untuk meresap ke dalam tanah. Secara umum, keadaan tanah (soil) Kecamatan Kambu ini terdiri dari tanah liat bercampur pasir halus dan berbatu. Jenis tanah yang terdapat di Kecamatan Kambu terdiri dari tanah Aluvial, Gleisol dan Podsolik (Gambar 3).



Sumber: Analisis Data 2018

Gambar 3. Peta Jenis Tanah

Luasan tingkat ancaman banjir berdasarkan jenis tanah dapat di lihat pada tabel 4.

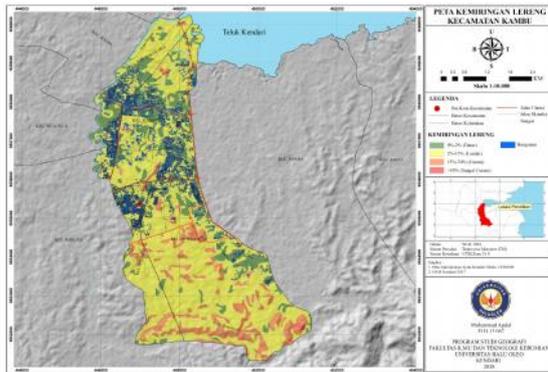
Tabel 4. Luasan tingkat kelas ancaman banjir berdasarkan jenis tanah

No	Kelurahan	Kelas (Ha)		
		Tinggi	Sedang	Rendah
1	Kambu	361,46	78,18	143,89
2	Mokoau	-	-	1107,1
3	Padaleu	15,93	-	257,18
4	Lalolara	235,89	67,49	-
Total		<b>613,28</b>	<b>145,67</b>	<b>1.508,17</b>

Sumber : Hasil Analisis peta jenis tanah kota kendari

### Kemiringan Lereng

Kemiringan lereng merupakan perbandingan persentase antara jarak vertikal (tinggi lahan) dengan jarak horizontal (panjang lahan datar). Kemiringan lereng (*slope*) merupakan faktor yang mempengaruhi jumlah dan kecepatan limpasan permukaan, drainase permukaan, penggunaan lahan dan erosi. Hasil analisis peta kemiringan lereng Kecamatan Kambu yang diperoleh dari data DEM menunjukkan bahwa wilayah Kecamatan Kambu digolongkan menjadi 4 golongan yaitu: kemiringan lereng 0-2% (datar), 2%-15% (landai), 15%-30% (curam) dan >30% (sangat curam) (Gambar 4).



Sumber: Analisis Data 2018

Gambar 4. Peta Kemiringan Lereng

Secara umum luasan tingkat Ancamabn banjir berdasarkan kemiringan lereng di kecamatan kambu dapat dilihat pada tabel 5

Tabel 5. Luasan tingkat kelas ancaman banjir berdasarkan jenis tanah

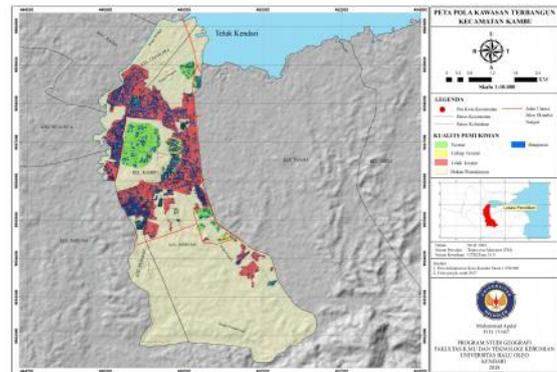
No	Kelurahan	Kelas (Ha)		
		Tinggi	Sedang	Rendah
1	Kambu	553,87	13,31	-
2	Mokoau	899,91	101,25	102,24
3	Padaleu	209,07	38,99	-
4	Lalolara	302,52	2.66	-
Total		<b>1.965,37</b>	<b>156,21</b>	<b>102,24</b>

Sumber : Hasil Analisis Peta Jenis Tanah Kota Kendari

### Pola Kawasan Terbangun

Secara umum pola kawasan terbangun di daerah Kecamatan Kambu menyebar diseluruh kelurahan, dengan persentase berdasarkan bangunan yang ada pada satu

unit kawasan terbangun tertata teratur pada daerah penelitian. Hasil anilisis peta pola kawasan terbangun berdasarkan interpretasi citra Google Earth pada gambar 5 di dapat kan 3 pola kawasan terbangun yakni, teratur, cukup teratur, dan tidak teratur.



Sumber: Analisis Data 2018

Gambar 5. Peta Pola Kawasan Terbangun

Adapun luasan tingkat ancaman banjir berdasarkan pola kawasan terbangun dapat di lihat pada tabel 6.

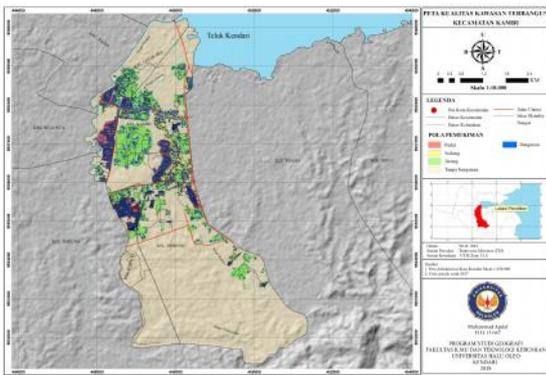
Tabel 6. Luasan tingkat kelas ancaman banjir berdasarkan jenis tanah

No	Kelurahan	Kelas (Ha)		
		Tinggi	Sedang	Rendah
1	Kambu	175,35	35,56	112,56
2	Mokoau	79,23	8,71	8,79
3	Padaleu	61,79	-	22,13
4	Lalolara	117,94	-	6,45
Total		<b>434,31</b>	<b>44,27</b>	<b>149,93</b>

Sumber : Hasil Analisis citra

### Kualitas Kawasan Terbangun

Persentase kualitas kawasan terbangun berdasarkan banyaknya bangunan dan kerapatan bangunan dapat dilihat antara bangunan yang satu dengan bangunan yang lainnya pada daerah penelitian. Hasil analisis peta kualitas kawasan terbangun berdasarkan interpretasi citra Google Earth pada gambar 6 didapatkan tiga Kualitas pembangunan yaitu kawasan terbangun padat, kawasan terbangun sedang dan kualitas kawasan terbangun jarang.



Sumber: Analisis Data 2018

Gambar 6. Peta Kualitas Kawasan Terbangun

Secara umum luasan tingkat Ancaman banjir berdasarkan kemiringan lereng di kecamatan kambu dapat dilihat pada tabel 7 di bawah

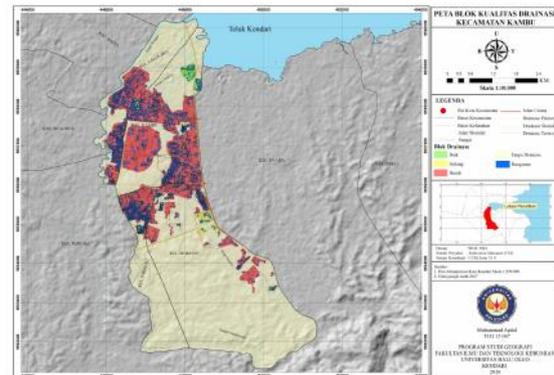
Tabel 7. Luasan tingkat kelas ancaman banjir berdasarkan kualitas kawasan terbangun

No	Kelurahan	Kelas (Ha)		
		Tinggi	Sedang	Rendah
1	Kambu	32,48	86,18	174,59
2	Mokoau	13,38	17,58	92,42
3	Padaleu	35,19	1,92	26,31
4	Lalolara	60,06	8,16	44,44
Total		<b>141,11</b>	<b>113,84</b>	<b>337,76</b>

Sumber : Hasil Analisis Citra

### Kualitas Drainase

Peta kualitas drainase diperoleh dari survey lapangan langsung berdasarkan acuan peta kualitas kawasan terbangun. Peta kualitas Kawasan terbangun dijadikan acuan klasifikasi kualitas drainase untuk memperoleh wilayah-wilayah mana saja yang memiliki kondisi drainase baik, drainase sedang, maupun drainase buruk. Penentuan drainase baik, drainase sedang dan drainase buruk di tentukan berdasarkan panjang drainase dalam satuan Kilometer (Km) dan keadaan aliran drainase pada setiap blok wilayah kualitas kawasan Terbangun. Klasifikasi penentuan drainase yakni ada tiga kelas yaitu 2,28 Km - 3,10 Km (Baik), 1,45 km - 2,27 Km (sedang) dan <1,45 Km (Buruk) seperti yang ada pada tabel Komponen Indikator Ancaman Bencana Banjir. Peta drainase dapat dilihat pada gambar 7.



Sumber: Analisis Data 2018

Gambar 7. Peta Kualitas Drainase

Pada dasarnya drainase primer, skunder dan tersier yang berada dikecamatan Kambu sudah baik, namun pangjang drainase sering terputus oleh berbagai faktor seperti stengah drainase beton dan stenaghnya lagi drainase bukan beton, sehingga aliran darinase tidak begitu baik, di sisi lain drainase bukan beton menjadi penyebab terjadinya sedimentasi dalam drainase beton yang menyebabkan kedalaman drainase berkurang. Berdasar kan hasil peta kondisi drainase di Kecamatan Kambu dapat di klasifikasikan dengan tingkat ancaman banjir yang berada pada setiap kelurahan pada Kecamatan Kambu. Dapat dilihat pada tabel 8

Tabel 8. Luasan tingkat kelas ancaman banjir berdasarkan kualitas drainase

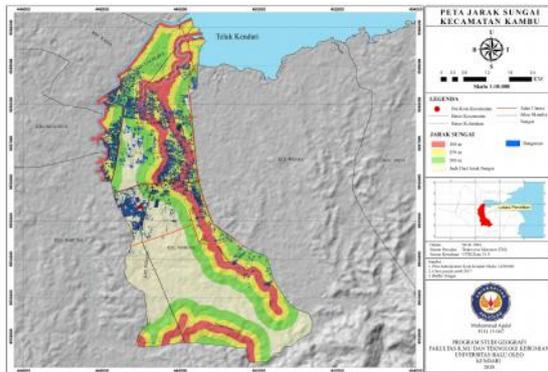
No	Kelurahan	Kelas (Ha)		
		Tinggi	Sedang	Rendah
1	Kambu	302,1	-	21,36
2	Mokoau	87,94	25,13	-
3	Padaleu	61,79	8,07	-
4	Lalolara	117,94	6,45	-
Total		<b>569,68</b>	<b>39,65</b>	<b>21,36</b>

Sumber : Hasil Survei Teretris

### Jarak Sungai

Peta jarak sungai di buat untuk menunjukkan daerah yang berbatasan atau berdekatan dengan sungai, dimana semakin dekat suatu daerah dengan sungai maka semakin besar peluang suatu daerah untuk terjadinya banjir. Hasil anilisis peta Jarak sungai berdasarkan garis sungai yang di dapatkan dari interpretasi citra Google

Earth dan analisis peta adminstrasi kota kendari pada gambar 8.



Sumber: Analisis Data 2018

Gambar 8. Peta jarak sunagi

Berdasarkan hasil peta Jarak sungai di Kecamatan Kambu dapat di klasifikasikan dengan tingkat ancaman banjir yang berada pada setiap kelurahan pada Kecamatan Kambu dengan luasan seperti di bawah pada tabel 9.

Tabel 9. Luasan Tingkat Kelas Ancaman Banjir Berdasarkan Jarak Sungai

No	Kelurahan	Kelas (Ha)		
		Tinggi	Sedang	Rendah
1	Kambu	170,96	186,97	55,46
2	Mokoau	163,63	229,33	293,57
3	Padaleu	13,48	17,85	27,93
4	Lalolara	94,28	111,91	96,75
Total		<b>442,35</b>	<b>546,6</b>	<b>473,71</b>

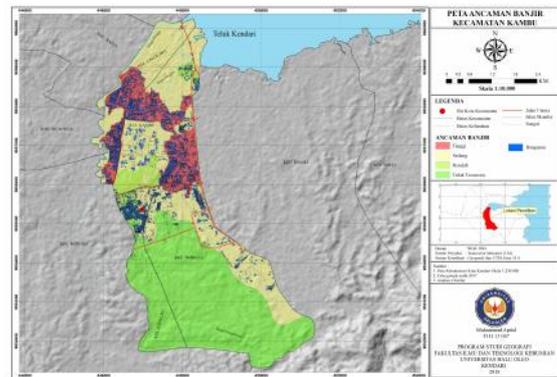
Sumber : Hasil Peta Jarak Sungai

### 3.2 Pemetaan Tingkat Ancaman Banjir

Penentuan tingkat kelas ancaman banjir di tentukan berdasarkan skor dari setiap parameter atau variabel, dimana semakin besar pengaruh parameter tersebut maka nilai skornya semakin besar. Sebaliknya jika pengaruhnya kecil maka nilai skornya juga kecil. Parameter-parameter tersebut di tumpang susunkan (*overlay*) dan di hitung total skor keseluruhannya untuk mendapat kan nilai interval kelas ancaman banjir pada keseluruhan parameter.

Berdasarkan hasil *overlay* dan hasil akumulasi perhitungan skor dari beberapa komponen penentu tingkat ancaman banjir di Kecamatan Kambu pada lampiran gambar 9, Di dapatkan bahwa Tingkat ancaman banjir tinggi pada Kecamatan

Kambu di dapatkan dengan luas 338,51 Ha yang tersebar di kelurahan kambu seluas 197,86 Ha, kelurahan Lalolara dengan luas 124,57 Ha dan kelurahan Mokau seluas 16,09 Ha sedangkan tingkat ancaman sedang yaitu seluas 834,33 Ha tersebar di seluruh kelurahan yang ada wilayah Kecamatan Kambu, serta tingkat ancaman rendah didaptkan seluas 117,5 Ha yang tersebar di kelurahan Kambu seluas 84,64 Ha dan kelurahan padaleu 32,87 Ha (Gambar 9).



Sumber Analisis Data 2018

Gambar 9. Peta Ancaman Banjir

Tabel 10 menunjukkan distribusi ancaman banjir di Kecamatan Kambu Kota Kendari.

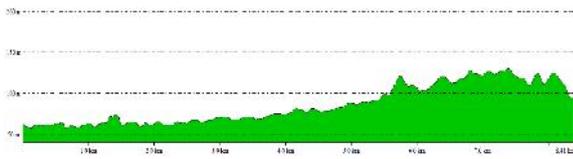
Tabel 10. Luasan Tingkat Kelas Ancaman Banjir Berdasarkan Jarak Sungai

No	Kelurahan	Kelas (Ha)		
		Tinggi	Sedang	Rendah
1	Kambu	302,1	-	21,36
2	Mokoau	87,94	25,13	-
3	Padaleu	61,79	8,07	-
4	Lalolara	117,94	6,45	-
Total		<b>569,68</b>	<b>39,65</b>	<b>21,36</b>

Sumber : Hasil Analisis overlay

### 3.3 Visualisasi Tiga Dimensi Ancaman Banjir

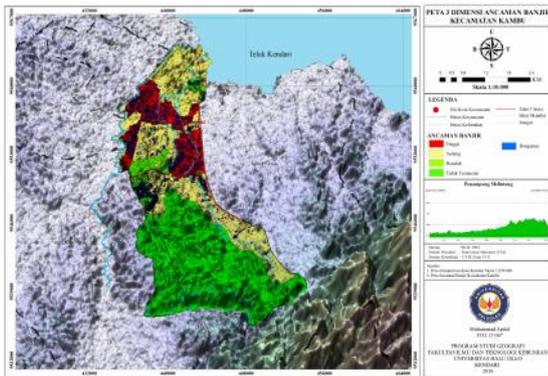
Visualisasi pemodelan peta yang di hasilkan menggambarkan tiga dimensi ancaman banjir di Kecamatan Kambu berdasarkan data ketinggian. Pemodelan tiga dimensi di hasilkan dari data DEM yang di ubah menjadi data TIN (*Triangulated Irregular Network*) (Gambar 10) sehingga informasi ketinggian dapat berpariasi sesuai dengan keadaan di lapangan yang sebenarnya.



Sumber: Analisis Data 2018

Gambar 10 . Penampang Melintang  
Peta 3 D

Penampang melintang merupakan persentase untuk mengetahui secara jelas bentuk dan ketinggian serta menyajikan gambaran bentuk muka bumi seperti kemiringan, puncak maupun lembah yang menyerupai atau mendekati bentuk yang sesungguhnya di lapangan. Informasi pemodelan tiga dimensi juga dapat menjadi pengambilan kebijakan yang tepat oleh pemerintah terkait dalam menanggulangi bencana banjir (Gambar 11).



Sumber: Analisis Data 2018

Gambar 11. Peta 3 Dimensi Ancaman Banjir

#### 4 Kesimpulan

Hasil penelitian dapat disimpulkan sebagai berikut. Analisis faktor ancaman banjir digunakan dengan teknik overlay dengan metode skoring, dimana parameter penentunya adalah penggunaan lahan, jenis tanah, kemiringan lereng, kualitas kawasan terbangun, pola kawasan terbangun, kualitas drainase, jarak sungai, dan intensitas curah setiap parameter di beri skor sesuai dengan pengaruh terhadap analisis ancaman banjir. Faktor yang paling berpengaruh dalam ancaman banjir yakni curah hujan, kemiringan lereng dan kualitas drainase. Distribusi ancaman banjir tinggi pada Kecamatan Kambu di dapatkan dengan luas 338,51 Ha yang

tersebar di kelurahan kambu seluas 197,86 Ha, kelurahan Lalolara dengan luas 124,57 Ha dan kelurahan Mokau seluas 16,09 Ha sedangkan tingkat ancaman sedang yaitu seluas 834,33 Ha tersebar di seluruh kelurahan yang ada wilayah Kecamatan Kambu, serta tingkat ancaman rendah didapatkan seluas 117,5 Ha yang tersebar di kelurahan Kambu seluas 84,64 Ha dan kelurahan padaleu 32,87 Ha. Visualisasi pemodelan tiga dimensi ancaman banjir dipersentasikan dengan penampang melintang untuk mengetahui bentuk dan ketinggian serta menyajikan gambaran bentuk muka bumi seperti kemiringan, puncak maupun Lembah yang menyerupai atau mendekati bentuk yang sesungguhnya di lapangan. Visualisasi pemodelan tiga dimensi dihasilkan dari data DEM yang diubah ke Data TIN (*Triangulated Irregular Network*), dan di overlay dengan data ancaman banjir sehingga data peta ancaman banjir yang memberikan informasi interaktif.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Badan koordinasi nasional (Bakornas). 2007. *Jenis - jenis pengenalan karakteristik bencana dan upaya mitigasinya di Indonesia*. Edisi kedua. Jakarta: Direktorat Mitigasi.
- Chow, V.T., 1964. *Handbook of Applied Hydrology*. McGraw-Hill Book Company. New York. Sec-25. pp.1-124)
- Cipta Karya. 1999. *Penentuan Kualitas Permukiman*. Departemen PU. Jakarta: Direktorat Jendral Cipta Karya Depertemen Pekerjaan Umum.
- Kustiyanto, E . 2004. *Aplikasi Sistem Informasi Geografis Untuk Zonasi Tingkat Kerentanan Banjir (Studi Kasus Kabupaten Purworejo, Provinsi Jawa Tengah)* [Skripsi]. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- Nurhayati. 2012. *Kajian Risiko Bencana Banjir Dan Tanah Longsor Di Kabupaten Kolaka Provinsi Sulawesi*

- Tenggara [Skripsi]. Kendari:  
Universitas Halu Oleo
- Raper, J. 1992. Key 3D modelling concepts for geoscientific analysis. In: Threedimensional modeling with geoscientific by A. K Turner (ed.). *NATO ASI Series, Kluwer Academic Publishings*. pp. 215-232
- Rajabidfard, Abbas and Williamson, I.P. 2000. *Spatial Data Infrastructures : Concept, SDI Hierarchy and Future Directions*. Victoria: *Spatial Data Research Group*. Melbourne: Department of Geomatics, The University of Melbourne

