



Pemetaan Daerah Rawan Banjir di Kota Ambon Menggunakan Sistem Informasi Geografis

Heinrich Rakuasa^{1,2*}, Joseba Kristina Helwend², Daniel Anthoni Sihasale²

¹Departemen Geografi FMIPA Universitas Indonesia, Indonesia

²Program Studi Pendidikan Geografi FKIP Universitas Pattimura, Indonesia

Article Info

Article History

Submitted 2021-12-31

Revised 2022-04-29

Accepted 2022-07-31

Keywords

Analisis Spasial, Banjir,
Multicriteria Evaluation
Kota Ambon

Abstrak

Bencana banjir terjadi hampir setiap tahun di Kota Ambon dan mengingat besarnya dampak dan jumlah korban yang dapat ditimbulkan maka pemetaan daerah rawan banjir merupakan dasar untuk memberikan informasi tentang strategi mitigasi risiko banjir. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kawasan rawan banjir dan juga memprediksi kawasan permukiman yang berada di kawasan rawan banjir di Kota Ambon. Penelitian ini menggunakan metode Multicriteria Evaluation (MCE) bagi pengambil keputusan dalam menentukan bobot dan metode yang sesuai serta menggunakan Weighted Linear Combination (WLC) dalam menganalisis daerah rawan banjir. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Kecamatan Teluk Ambon memiliki wilayah terluas pada setiap kelas kerawanan banjir di Kota Ambon dibandingkan dengan kecamatan lainnya, hal ini dikarenakan kecamatan tersebut merupakan yang terbesar di Kota Ambon. Sedangkan luas lahan pemukiman yang tersebar pada kawasan kelas kerawanan tinggi memiliki persentase luas paling besar yaitu 2.222,06 ha. Sebaran permukiman pada kelas kerawanan sedang seluas 2.214,67 ha yang tersebar di lima kecamatan di Kota Ambon. Sedangkan kawasan terbangun yang berada pada tingkat kerawanan sedang adalah 0,39 ha. Salah satu bentuk antisipasi dan mitigasi bencana banjir adalah dengan memperkirakan seberapa luas lahan terbangun pada kawasan rawan banjir untuk meminimalkan kerugian, baik korban jiwa maupun kerusakan fisik

Abstract

Flood disasters occur almost every year in Ambon City and considering the magnitude of the impact and the number of victims that can be caused, the mapping of flood-prone areas is the basis for providing information on flood risk mitigation strategies. This study aims to analyze flood-prone areas and also predict residential areas in flood-prone areas in Ambon City. This study uses the Multicriteria Evaluation (MCE) method for decision-makers in determining the appropriate weights and methods and using Weighted Linear Combination (WLC) in analyzing flood-prone areas. The results showed that Teluk Ambon District has the widest area in each class of flood vulnerability in Ambon City compared to other sub-districts, this is because the sub-district is the largest in Ambon City. While the area of residential land that is spread in the high vulnerability class area has the largest percentage of area, which is 2,222.06 ha. The distribution of settlements in the medium vulnerability class is 2,214.67 ha spread over five sub-districts in Ambon City. Meanwhile, the built area which is at a moderate level of vulnerability is 0.39 ha. One form of anticipation and mitigation of flood disasters is to estimate how much land is built in flood-prone areas to minimize losses, both loss of life and physical damage.

* Address: Jl. Kabel, Kel. Kukusan
Kec. Beji Kota Depok, Jawa Barat
E-mail: heinrichrakuasa02@gmail.com

PENDAHULUAN

Perubahan iklim yang terjadi membuat meningkatnya frekuensi kejadian bencana alam di Indonesia diantaranya banjir (Klipper et al., 2021). Selain bencana lonsor banjir adalah bencana alam yang merugikan, terutama di daerah perkotaan seperti Ambon, karena berdampak pada sejumlah besar penduduk seperti kerugian material akibat kerusakan harta benda akibat genangan banjir (Riyanto et al., 2022). Banjir adalah bencana alam yang terjadi hampir setiap tahun terutama pada wilayah perkotaan (Amira et al., 2020). Rehman et al. (2019) mendefinisikan banjir sebagai suatu peristiwa alam yang menyebabkan kerusakan yang meluas, berdampak buruk terhadap kehidupan sehari-hari dan menimbulkan kerentanan fisik, social, ekonomi dan lingkungan bagi manusia dan masyarakat. Banjir telah diidentifikasi sebagai kondisi naiknya permukaan air di daerah pesisir, waduk, sungai, dan kanal (Abid et al., 2020). Bencana banjir bukan hanya merugikan secara material tetapi juga mengakibatkan kerusakan lingkungan, sumberdaya alam dan juga berpengaruh pada kesehatan manusia (Chan et al., 2022).

Peristiwa banjir bukan merupakan hal yang baru terjadi di daerah perkotaan (Eldi, 2020). Banjir terjadi hampir setiap tahun di Kota Ambon pada musim hujan dan hal ini dianggap mengkhawatirkan karena skala dampak banjir telah meningkat pesat dalam beberapa dekade terakhir (Amira et al., 2020). Kota Ambon merupakan ibukota Provinsi Maluku yang memiliki siklus banjir tahunan yang disebabkan oleh intensitas hujan yang tinggi dan buruknya kondisi sungai, dan tidak diimbangi dengan penyerapan air yang baik sehingga air meluap menimbulkan bencana banjir (Hermawan et al., 2021). Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB, 2018), menjelaskan bahwa, Kota Ambon merupakan daerah yang memiliki indeks resiko bencana tertinggi di Provinsi Maluku, Kota Ambon merupakan daerah yang sering terjadi bencana banjir yang disebabkan dari pengaruh faktor hidrometeorologi dan kondisi fisik wilayah yang ada (Marasabessy et al., 2020). Berdasarkan Laporan Kajian Kerentanan dan Resiko Iklim Pulau Ambon dan Pulau Leasa (USAID, 2017), Kota Ambon memiliki potensi luasan banjir yang berada pada kelas sedang dan potensi penduduk yang terpapar berada pada kelas tinggi. Berdasarkan Indeks Resiko Bencana Indonesia (RBI) di tahun 2021 tercatat 3.115 kejadian bencana alam dan kejadian bencana yang didominasi oleh bencana banjir yaitu 1.310 kejadian. Kota Ambon masuk dalam kelas risiko

bencana banjir sedang dengan skor 11.85 (BNPB, 2021b)

Pemetaan daerah rawan banjir merupakan dasar untuk memberikan informasi tentang strategi mitigasi risiko banjir (Afshari et al., 2018) dan membantu dalam proses relokasi (Mind'je et al., 2019). Pemodelan spasial juga dapat digunakan untuk menganalisis dan memprediksi tingkat kerawanan suatu daerah terhadap bencana alam yang akan terjadi, sebagai langkah awal dalam upaya mitigasi bencana (Bakka et al., 2018). Salah satu upaya dalam mitigasi bencana banjir adalah pemodelan spasial untuk memetakan daerah rawan banjir di Kota Ambon. Kota Ambon dipilih sebagai lokasi kajian karena berdasarkan Dokumen Kajian Risiko Bencana Kota Ambon Tahun 2017-2021, Kota Ambon berada pada kelas Tinggi dengan penduduk terpapar 217.365 jiwa dan sangat rawan bencana banjir (BNPB, 2021). Risiko dan dampak dari bencana banjir di Kota Ambon dapat di minimalisir dengan mengetahui daerah rawan banjir di Kota Ambon. Penelitian ini bertujuan untuk memetakan daerah rawan banjir di Kota Ambon menggunakan Sistem Informasi Geografis

METODE

Penelitian ini dilakukan di Kota Ambon yang secara geografis terletak pada garis lintang $3^{\circ}34'4,80''$ - $3^{\circ}47'38,4''$ Lintang Selatan dan $128^{\circ}1'33,6''$ - $128^{\circ}18'7,20''$ Bujur Timur dengan luas wilayah administratif 32.573,68 ha. Kota Ambon terdiri atas lima kecamatan yaitu Kecamatan Teluk Ambon Baguala, Kecamatan Sirimau, Kecamatan Leitimur Selatan, Kecamatan Nusaniwe dan Kecamatan Teluk Ambon (BPS, 2021). *Software* yang digunakan untuk proses pengolahan dan analisis data dalam penelitian ini adalah sMicrosoft Office 365 dan ArcGIS 10.8, sedangkan data yang digunakan dalam penelitian adalah peta administrasi Kota Ambon skala 1:50.000 - BAPEKOT Ambon, Peta Rupa Bumi Indonesia (RBI) Kota Ambon skala 1:50.000 - Badan Informasi Geospasial untuk mengolah data jarak dari sungai, data DEM Nasional Kota Ambon Lembar 2612-23 dan Lembar 2612-24 - Badan Informasi Geospasial untuk menganalisis ketinggian lahan atau *elevasi* dan bentuk lahan, data curah hujan yang di peroleh dari BMKG Kota Ambon, data Peta jenis tanah Kota Ambon skala 1; 50.000 diperoleh dari BAPEKOT Ambon, dan data tutupan lahan diperoleh dari hasil Interpretasi dan klasifikasi citra SPOT 7 Kota Ambon yang diperoleh dari BAPEKOT Ambon.

Penelitian ini menggunakan metode *Mul-*

ticriteria Evaluation (MCE) untuk menentukan bobot dan metode yang tepat. Metode MCE sudah sangat banyak digunakan oleh peneliti-peneliti sebelumnya dan dinilai sangat efektif dan efisien dalam analisis bahaya banjir di suatu daerah (Hazarika *et al.*, 2018; Tzioutzios dan Kastridis, 2020) of high flood risk, along the Spey River (Scotland. Selain metode MCE penelitian ini juga menggunakan *Weighted Linear Combination* (WLC) untuk menganalisis daerah rawan banjir yang sebelumnya sudah digunakan oleh Oyedepo *et al.*, (2021) untuk menganalisis kerentanan banjir di Kota Abeokuta, Nigeria.

Analisis daerah rawan banjir dalam penelitian model rawan banjir di Kota Ambon ini menggunakan variabel, Iklim/Curah Hujan

(CH), Tutupan Lahan (PL), Bentuk Lahan (BL), *Elevasi* (E), Jenis Tanah dan *Buffer* Sungai. Proses pembuatan model rawan banjir diperlukan bobot/skorng setiap variabel banjir dan setiap variabel banjir mempunyai kelas kriteria (Sitorus *et al.*,2021). Pemetaan daerah rawan banjir dilakukan dengan cara menggabungkan atau *overlay* variabel penyebab banjir dengan metode *Composite Mapping Analysis* (CMA) (Mudashiru *et al.*, 2021). Kriteria dan skorng dari setiap variabel penyebab banjir dapat dilihat pada Tabel 1. Pembobotan daerah rawan banjir di Kota Ambon dihitung dengan menggunakan rumus yang dimodifikasi dari penelitian Haryani *et al.*, (2012) sebagai berikut:

Tabel 1. Klasifikasi Skorng Pada Masing-Masing Variabel

Variable	Kriteria	Skorng
Iklim/Curah Hujan (CH)	Curah Hujan >3000 mm	5
	Curah Hujan 2500 – 3000 mm	4
	Curah Hujan 2000 – 2500 mm	3
	Curah Hujan 1500 – 2000 mm	2
	Curah Hujan < 1500 mm	1
Tutupan Lahan (TL)	Perbukitan/lahan terbuka/ sungai	5
	Sawah/tambak/mangrove	4
	Ladang/tegalan/kebun/daerah pertanian	3
	Semak belukar/pasir	2
	Hutan/ Lahan bukan pertanian	1
Bentuk Lahan, Lereng(L)	Datar 0 - 4%	5
	Datar - Landai 4 - 8%	4
	Berombak 8 - 15%	3
	Agak Curam, Bergelombang, Berbukit 15 - 25%	2
	Curam - Sangat Curam 25 - 45%	1
Elevasi (E)	0 - 2 mdpl	5
	2 - 4 mdpl	4
	4 - 8 mdpl	3
	8 - 10 mdpl	2
	> 10 mdpl	1
Jenis Tanah (JT)	Entisols	5
	Inceptisols, Alfisols	4
	Andisols, Ultisol, Verisols, Spodosols, Mollisols	3
	Entisols, Undorthents, Histosols, Mollisols	1
Buffer Sungai (BS)	0 - 25 m	5
	25 - 50 m	4
	50 - 75 m	3
	75 - 100 m	2
	>100 m	1

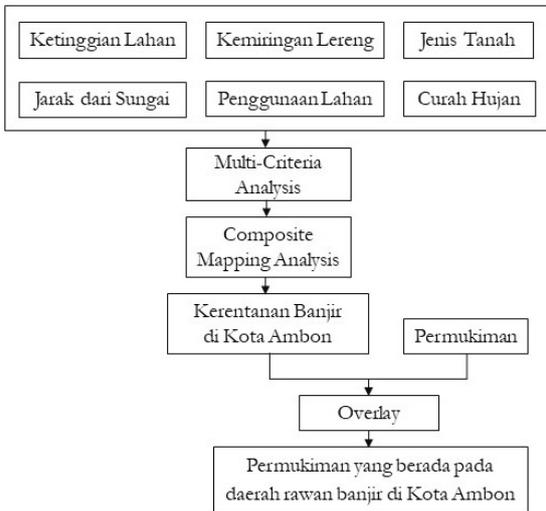
Sumber: Modifikasi dari Haryani *et al.*, (2012), Darmawan *et al.*, (2017), (Tentua *et al.*, 2018)

$$KB= f(JT, BL, CH, E, TL, BS) \quad (1) \text{ yang rawan banjir.}$$

Keterangan :

(KB : Kerawanan Banjir, JT : Jenis Tanah, BL : Bentuk Lahan, CH : Curah Hujan, E : Elevasi, TL : Tutupan Lahan, BS : Buffer Sungai)

Tingkat kerawanan banjir di Kota Ambon diklasifikasikan menjadi 3 kelas yang terdiri atas: rendah, sedang dan tinggi. Peta daerah rawan banjir yang sudah ada kemudaiian di *overlay* dengan data lahan terbangun/permukiman yang diperoleh dari data tutupan lahan untuk mengetahui sebaran lahan lahan terbangun/permukiman yang berada pada ketiga kelas kerawanan banjir. Alur kerja penelitian ini disajikan pada Gambar 1.

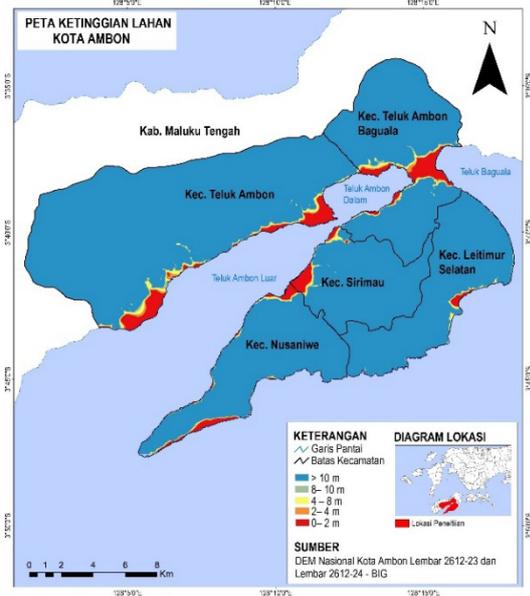


Gambar 1. Alur Kerja

HASIL DAN PEMBAHASAN

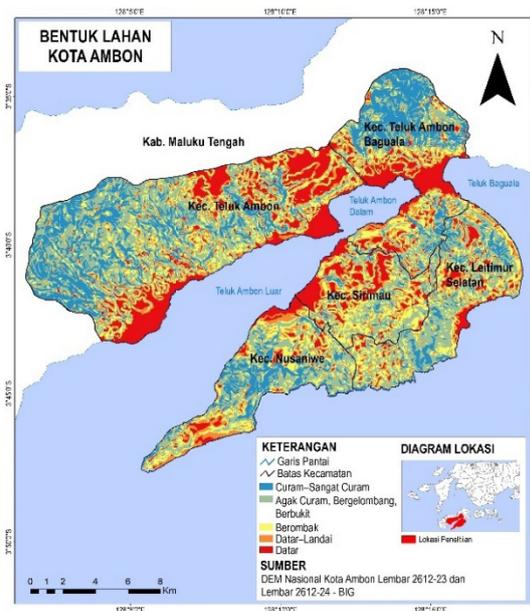
Variabel Kerawanan Banjir

Berdasarkan hasil pengolahan data DEM Nasional yang diperoleh dari BIG kemudian diolah menjadi data elevasi dan bentuk lahan. Secara spasial ketinggian lahan atau elevasi Kota Ambon dapat dilihat pada Gambar 2 yang diklasifikasi berdasarkan Haryani *et al.*, (2012); Darmawan *et al.*, (2017). Ketinggian lahan atau elevasi > 10 m di atas permukaan laut (dpl) memiliki luas terluas yaitu 31.252, 22 ha atau sebesar 95,98 % sedangkan luasan terkecil yaitu daerah yang memiliki ketinggian 0 - 2 m dpl dengan presentase luasan yaitu 300,52 ha atau 0,92% (Tabel 2). Kelas elevasi menentukan tinggi rendahnya air yang tergenang disuatu daerah. Berdasarkan hasil klasifikasi diketahui daerah yang memiliki ketinggian lahan 0-2 m dpl merupakan daerah

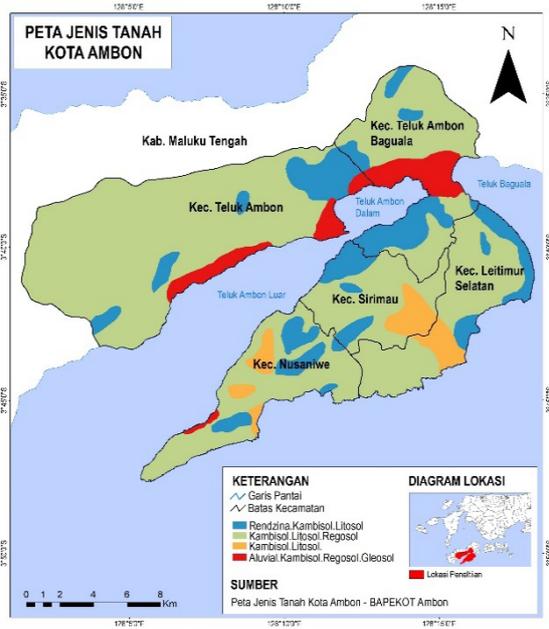


Gambar 2. Variabel Ketinggian Lahan

Hasil klasifikasi bentuk lahan (Gambar 3) berdasarkan modifikasi dari Haryani *et al.* (2012), diketahui bahwa Kota Ambon memiliki bentuk lahan yang beragam yaitu mulai dari bentuk datar dengan luasan 5.474,11 ha atau sebesar 16,81%, datar-landai seluas 3.700,02 ha atau sebesar 11,36%, berombak seluas 6.841,09 ha atau seluas 21,01 %, agak curam, bergelombang, berbukit seluas 10.611,09 ha atau 32,59 % dan bentuk lahan curam - sangat curam memiliki luas 5.933,11 ha atau sebesar 18,22% (Tabel 2).



Gambar 3. Variabel Bentuk Lahan

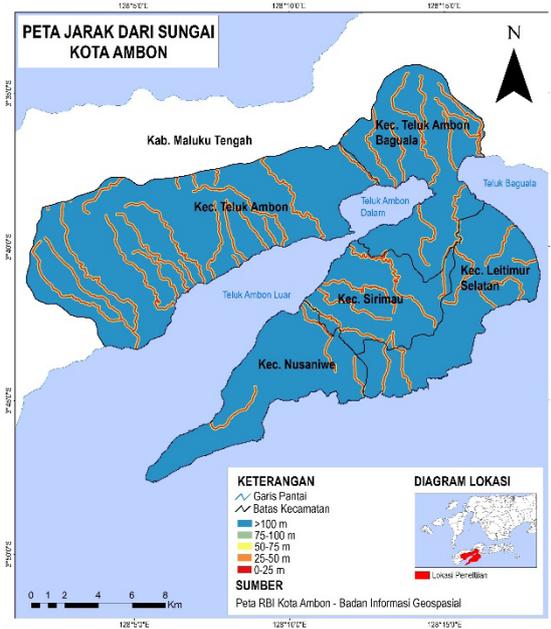


Gambar 4. Variabel Jenis Tanah

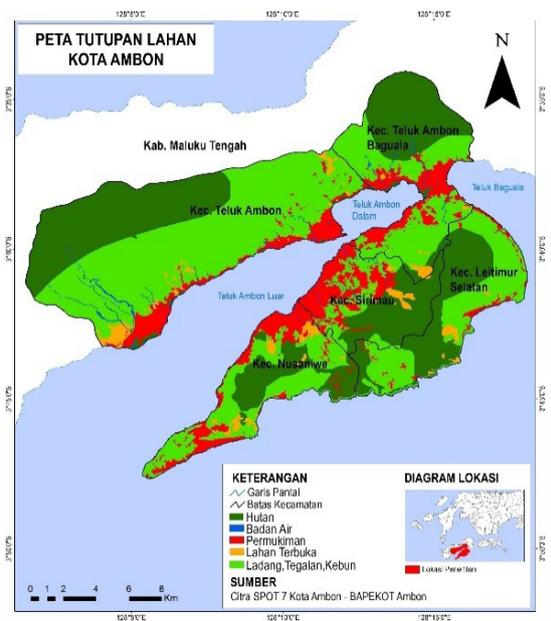
Berdasarkan peta jenis tanah pada Gambar 3 dan Tabel 2 sebagian besar didominasi oleh jenis tanah Litosol sedangkan jenis tanah Kambisol memiliki presentase luasan yang kecil. Jenis tanah litosol memiliki luasan 24.598, 12 ha atau sebesar 75,54 %, jenis tanah rendzina memiliki luas 5.790, 29 ha, atau sebesar 17,78 %, jenis tanah alluvial memiliki luas 1.996, 13 ha atau sebesar 6,13 % dan jenis tanah kambisol memiliki luas 176,68 ha atau sebesar 0,54 %.

Analisis variabel jarak dari sungai atau *buffer* sungai yaitu menggunakan *tools multiple ring buffer* pada *software Arc GIS 10.8* dengan menggunakan klasifikasi jarak dari sungai menurut Tentua *et al.*, (2018). Variabel jarak dari sungai atau *buffer* sungai dapat dilihat pada Gambar 5. Hasil klasifikasi *buffer* sungai menunjukkan bahwa daerah yang berjarak >100 m dari sungai memiliki luasan terluas yaitu 28.022,96 ha atau sebesar 86,06 % sebaliknya daerah yang berjarak 0-25 meter dari sungai yang hanya memiliki luasan 1143,10 ha atau seluas 3,51 ha.

Menurut Mahyunis *et al.*, (2021) wilayah yang dekat dengan sungai sangat rentan terhadap bencana banjir, maka diberikan skor tinggi yaitu 5, sebaliknya wilayah yang semakin jauh dari sungai skor yang diberikan semakin rendah yaitu 1.



Gambar 5. Variabel Jarak Dari Sungai



Gambar 6. Variabel Tutupan Lahan

Tutupan lahan sebagai manifestasi dari proses interaksi yang dinamis antara aktivitas manusia dan sumber daya lahan, yang terdistribusi secara spasial dari permukaan lahan dan mengidentifikasi tutupan biofisik lahan; ini termasuk perairan, lahan kosong atau lahan terban-

Tabel 2. Luas Masing-Masing Variabel

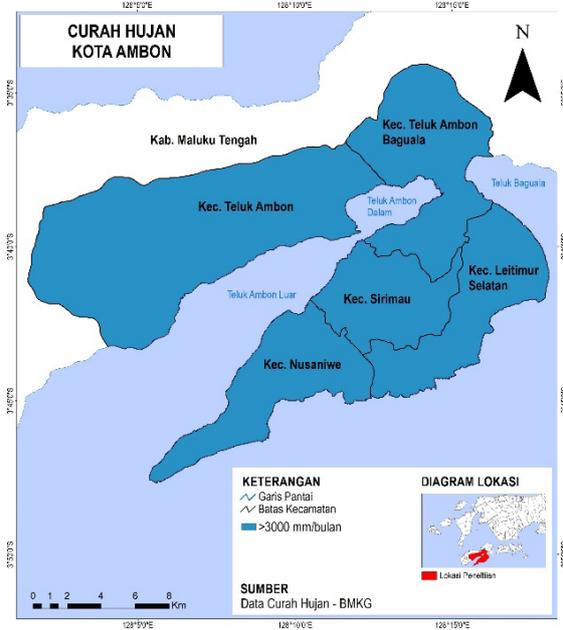
Variabel	Kriteria	Luas (ha)	%
Bentuk Lahan	Datar 0 - 4%	5.474,11	16,81
	Datar - Landai 4 - 8%	3.700,02	11,36
	Berombak 8 - 15%	6.841,09	21,01
	Agak Curam, Bergelombang, Berbukit 15 - 25%	10.611,09	32,59
	Curam - Sangat Curam 25 - 45%	5.933,11	18,22
	Total	32.561,22	100,00
Buffer Sungai	>100 m	28.022,96	86,06
	75-100 m	1.121,37	3,44
	50-75 m	1.131,06	3,48
	25-50 m	1.142,19	3,51
	0-25 m	1143,10	3,51
	Total	32.561,22	100,00
Tutupan Lahan	Permukiman	4.429,23	13,60
	Lahan Terbuka	923,06	2,84
	Ladang, Tegalan, Kebun	15.569,05	47,82
	Hutan	11.462,05	35,20
	Badan Air	176,39	0,54
	Total	32.561,22	100,00
Jenis Tanah	Aluvial	1.996,13	6,13
	Kambisol	176,68	0,54
	Litosol	24.598,12	75,54
	Rendzina	5.790,29	17,78
	Total	32.561,22	100,00
Elevasi	0 - 2 mdpl	300,52	00,92
	2 - 4 mdpl	200,03	00,61
	4 - 8 mdpl	500,12	01,54
	8 - 10 mdpl	308,33	00,95
	> 10 mdpl	31.252,22	95,98
	Total	32.561,22	100,00
Curah Hujan	>3000 mm/bulan	32.561,22	100,00

gun (Gopalakrishnan *et al.*, 2020). Berdasarkan peta tutupan lahan pada Gambar 6, diketahui daerah Kota Ambon memiliki tutupan lahan yang bervariasi. Tutupan lahan yang paling luas yaitu ladang, tegalan, kebun dengan luasan 15.569,05 ha atau sebesar 47,82% sebaliknya jenis tutupan lahan badan air hanya memiliki luasan 176,39 ha atau sebesar 0,54%. Selengkapnya luasan variabel tutupan lahan dapat dilihat pada Tabel 2. Banyaknya volume genangan air dan waktu yang diperlukan untuk surut menjadi masalah yang sering terjadi ketika banjir (Kodoatie, 2021). Hal ini terjadi karena kuantitas resapan menjadi kecil

akibat diatas tanah yang dulunya bisa meresap air, kini berubah menjadi bangunan permanen yang kedap air. Bukan hanya itu saja, jenis tanah juga turut mempengaruhi kuantitas resapan air kedalam tanah (Norfadilah *et al.*, 2020).

Peta curah hujan di Kota Ambon dibuat berdasarkan data dari BMKG Kota Ambon. Untuk wilayah Kota Ambon hanya terdapat satu satasiun pemantauan sehingga menyebabkan pola hujan di Kota Ambon tersebar merata. Berdasarkan peta curah hujan Kota Ambon pada Gambar 7, total curah hujan rata-rata di Kota Ambon dari tahun 2014-2021 adalah 3413.2 mm. Berdasar-

kan klasifikasi Haryani *et al.*, (2012) Kota Ambon termasuk dalam kelas sangat basah dengan jumlah curah hujan > 3000 mm sehingga menyebabkan wilayah ini termasuk dalam kategori sangat rawan banjir.



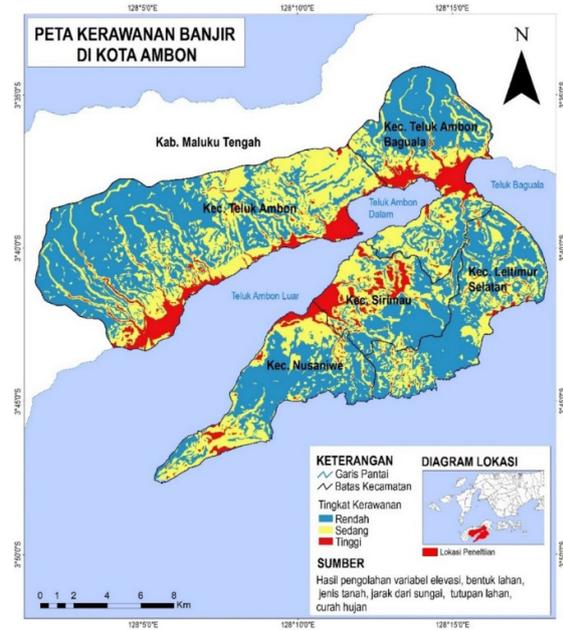
Gambar 7. Variabel Curah Hujan

Daerah Rawan Banjir di Kota Ambon

Tingkat kerawanan banjir merupakan peristiwa terbenamnya daratan (yang biasanya kering) karena volume air yang meningkat pada setiap unit lahan yang diperoleh berdasarkan nilai kerawanan banjir (Kusumo & Nursari, 2016). Dari enam parameter tersebut kemudian di *overlay* atau digabungkan menjadi satu kemudian di klasifikasikan skor total dengan rumus untuk membagi menjadi tiga kelas kerawanan banjir yaitu tinggi, sedang dan tinggi. Peta kerawanan banjir dapat dilihat pada Gambar 8. Berdasarkan hasil klasifikasi wilayah kerawanan bencana banjir di Kota Ambon, daerah yang berada pada kelas kerawanan rendah memiliki luas 16.940,47 ha atau sebesar 52,03% , hal ini karena daerah ini memiliki topografi berbukit dan tutupan lahan yang mendominasi yaitu daerah pertanian, jenis tanah yang dinominasi oleh Mollisols dengan penggunaan lahan yang masih banyak vegetasi, jaraknya jauh dari sungai serta bentuk lahan yang curam menyebabkan aliran limpasan permukaan menjadi cepat dan tidak akan menggenangi daerah ini, sehingga resiko banjir menjadi kecil.

Kelas kerawanan sedang yang memiliki luas 12.740,99 ha atau sebesar 39.13%. Hal ini karena daerah ini berada pada dataran rendah dan tutupan lahan yang mendominasi yaitu la-

han terbuka dan permukiman, jenis tanah didaerah ini yaitu lempung sehingga tanah akan cepat jenuh jika curah hujan tinggi akibatnya proses infiltrasi akan berjalan lambat hingga akhirnya menimbulkan genangan air di permukaan dan bentuk lahan pada daerah ini yaitu datar dan landai. Daerah yang memiliki kerawanan tinggi yaitu seluas 2.879,76 ha atau sebesar 8,84%. Sebagian besar wilayah ini berada di wilayah pesisir yang memiliki bentuk lahan dan elevasi yang landai dan datar, serta sangat dekat dengan daerah aliran sungai (DAS). Jenis tutupan lahan pada daerah ini juga di dominasi oleh lahan permukiman dan lahan terbuka, dan jenis tanah yang didominasi oleh Entisols. Secara spasial peta kerawanan bencana banjir di Kota Ambon dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Peta Kerawanan Bencana Banjir di Kota Ambon

Berdasarkan Tabel 3 diketahui bahwa Kecamatan Teluk Ambon memiliki luasan terbesar pada kelas kerawanan rendah, sedang dan tinggi dibandingkan kecamatan lainnya, hal ini karena Kecamatan Teluk Ambon merupakan kecamatan terluas di Kota Ambon dan secara geografis kecamatan ini memiliki luasan topografi yang landai dan datar yang relatif luas. Berdasarkan data yang diperoleh dari Badan Penganggulangan Bencana Daerah (BPBD) Kota Ambon bahwa Kota Ambon berada pada intensitas bahaya banjir yang sangat tinggi sehingga bencana alam banjir menjadi ancaman prioritas utama untuk diantisipasi supaya dampak merugikan baik korban jiwa maupun kerusakan bangunan dapat di mi-

Tabel 3. Luasan Kelas Kerawanan Banjir per-kecamatan di Kota Ambon

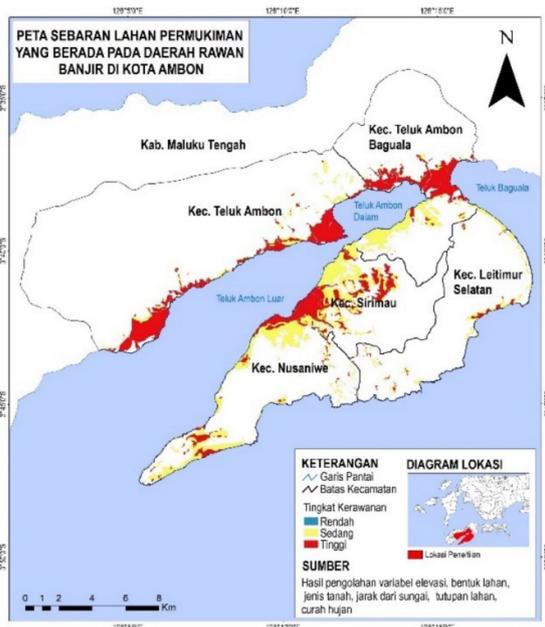
Kecamatan	Luasan Kelas Kerawanan Banjir di Kota Ambon					
	Rendah		Sedang		Tinggi	
	ha	%	ha	%	ha	%
Sirimau	1.604,13	43,33	1.533,71	41,42	564,58	15,25
Nusaniwe	312,39	6,69	1.803,31	38,60	312,39	6,69
Teluk Ambon	6.705,06	50,18	5.429,79	40,64	1.226,20	9,18
Teluk Ambon Baguala	3.135,31	51,61	2.268,02	37,33	671,59	11,06
Leitimur Selatan	2.939,61	61,88	1.706,15	35,91	105,02	2,21

nimalisir (BNPB, 2021a). Menurut Sarmah *et al.*, (2020) a disaster hotspot and exclusive link connecting the region and the mainland. Guwahati's 31 municipal wards were graded parallel for flood hazard and human vulnerability in five categories each (very high to very low, salah satu bentuk antisipasi tersebut adalah dengan mempediksikan seberapa besar luas lahan terbangun/permukiman yang berada pada daerah rawan bencana banjir. Sebaran lahan permukiman yang berada pada daerah rawan banjir dapat dilihat pada Gambar 9.

penduduk yang berada pada tingkat kerentanan sedang bencana banjir memiliki luas 2.214,67 ha dan luas lahan terbangun yang berada pada tingkat kerawanan rendah seluas 0,39 ha.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian daerah rawan banjir di Kota Ambon dengan menggunakan keenam parameter yang dimodifikasi dari peneliti-peneliti sebelumnya, menunjukkan bahwa daerah yang memiliki kerawanan tinggi yaitu daerah yang berada pada elevasi dan bentuk lahan yang datar dan landau, sangat dekat dengan DAS, didominasi oleh jenis tutupan lahan permukiman dan terbuka, memiliki jenis tanah alluvial serta dipengaruhi oleh intensitas curah hujan yang tinggi dan tingkat kerawanan ini banyak tersebar di daerah pesisir Kota Ambon, begitupun sebaliknya dengan tingkat kerawanan sedang dan rendah dimana semakin jauh dari sungai dan berada pada topografi yang berbukit maka sangat tidak mungkin untuk terendam banjir. Salah satu bentuk antisipasi dan mitigasi terhadap bencana banjir yaitu dengan mempediksikan seberapa besar luas lahan terbangun yang berada pada daerah rawan bencana banjir dan diketahui bahwa luasan lahan terbangun yang berada pada daerah yang memiliki kerawanan yang tinggi yaitu Kecamatan Teluk Ambon, Teluk Ambon Baguala dan Sirimau



Gambar 9. Sebaran lahan permukiman yang berada pada daerah rawan banjir di Kota Ambon

Berdasarkan Gambar 9 dapat dilihat bahwa luasan terbangun/permukiman di Kota Ambon yang berada pada daerah dengan tingkat kerawanan tertinggi terhadap banjir adalah Kecamatan Serimau, Kecamatan Teluk Ambon dan Kecamatan Teluk Ambon Baguala memiliki persentase luasan yaitu 2.222,06 ha. Permukiman

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih pada Departemen Geografi Universitas Indonesia dan Program Studi Pendidikan Geografi Universitas Pattimura yang sudah bekerjasama dalam penelitian ini

DAFTAR PUSTAKA

Afshari, S., Tavakoly, A. A., Rajib, M. A., Zheng, X., Follum, M. L., Omranian, E., & Fekete, B. M. (2018). Comparison of new generation low-

- complexity flood inundation mapping tools with a hydrodynamic model. *Journal of Hydrology*, 556, 539–556. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2017.11.036>
- Bakka, H., Rue, H., Fuglstad, G., Riebler, A., Bolin, D., Illian, J., Krainski, E., Simpson, D., & Lindgren, F. (2018). Spatial modeling with R-INLA: A review. *WIREs Computational Statistics*, 10(6). <https://doi.org/10.1002/wics.1443>
- BNPB. (2018). *Resiko Bencana Indonesia* (Raditya Jati (ed.)). BNPB. <https://bnpb.go.id/kajian-bencana/risiko-bencana-indonesia>
- BNPB. (2021a). *DOKUMEN KAJIAN RISIKO BENCANA KOTA AMBON TAHUN 2017-2021*.
- BNPB. (2021b). *Indeks Risiko Bencana Indonesia (RBI) Tahun 2021*. Pusat Data, Informasi dan Komunikasi Kebencanaan Badan Nasional Penanggulangan Bencana.
- BPS. (2021). *Kota Ambon Dalam Angka 2021* (BPS Kota Ambon (ed.)). BPS Kota Ambon. <https://ambonkota.bps.go.id/publication/2020/04/27/0072157fa7d7bf288ceb130a/kota-ambon-dalam-angka-2020.html#:~:text=Kota Ambon Dalam Angka 2020 merupakan seri publikasi tahunan BPS,demografi dan perekonomian di Indonesia.>
- Chan, S. W., Abid, S. K., Sulaiman, N., Nazir, U., & Azam, K. (2022). A systematic review of the flood vulnerability using geographic information system. *Heliyon*, 8(3), e09075. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e09075>
- Darmawan, K., Hani'ah, H., & Suprayogi, A. (2017). Analisis Tingkat Kerawanan Banjir di Kabupaten Sampang Menggunakan Metode Overlay Dengan Scoring Berbasis Sistem Informasi Geografis. *Jurnal Geodesi Undip*, 6(1), 31–40.
- Eldi, E. (2020). Analisis Penyebab Banjir di DKI. *Jurnal Inovasi Penelitian*, 1(6), 1057–1064. <https://doi.org/https://doi.org/10.47492/jip.v1i6.203>
- Faiza Amira, R., Surjandari, I., & Laoh, E. (2020). Jakarta Flood Risk Mapping Using Index-based Approach and Spatial Analysis. *2020 International Conference on ICT for Smart Society (ICISS)*, 1–6. <https://doi.org/10.1109/ICISS50791.2020.9307583>
- Gopalakrishnan, R., Seppänen, A., Kukkonen, M., & Packalen, P. (2020). Utility of image point cloud data towards generating enhanced multitemporal multisensor land cover maps. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 86, 102012. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jag.2019.102012>
- Haryani, N. S., Zubaidah, A., Dirgahayu, D., Yulianto, H. F., & Pasaribu, J. (2012). Model Bahaya Banjir Menggunakan Data Penginderaan Jauh Di Kabupaten Sampang (Flood Hazard Model Using Remote Sensing Data In Sampang District). *Jurnal Penginderaan Jauh Dan Pengolahan Data Citra Digital*, 9(1).
- Hazarika, N., Barman, D., Das, A. K., Sarma, A. K., & Borah, S. B. (2018). Assessing and mapping flood hazard, vulnerability and risk in the Upper Brahmaputra River valley using stakeholders' knowledge and multicriteria evaluation (MCE). *Journal of Flood Risk Management*, 11, S700–S716. <https://doi.org/10.1111/jfr3.12237>
- Klipper, I. G., Zipf, A., & Lautenbach, S. (2021). Flood Impact Assessment on Road Network and Healthcare Access at the example of Jakarta, Indonesia. *AGILE: GIScience Series*, 2, 1–11. <https://doi.org/10.5194/agile-giss-2-4-2021>
- Kodoatie, R. J. (2021). *Rekayasa dan Manajemen Banjir Kota*. Penerbit Andi.
- Kusumo, P., & Nursari, E. (2016). Zonasi tingkat kerawanan banjir dengan sistem informasi geografis pada DAS Cidurian Kab. Serang, Banten. *STRING (Satuan Tulisan Riset Dan Inovasi Teknologi)*, 1(1).
- Mahyunis, Ranti Vidia, Shofiyah Fauziah Sayuti, Gema Annisa Hermastuti, Dafa Sitanala Putra Baladiah, and I. R. (2021). Pemetaan Daerah Potensi Rawan Banjir Dengan Sistem Informasi Geografi Metode Weighted Overlay Di Kelurahan Keteguhan. *Buguh: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 1(3).
- Marasabessy, M., Pallu, M. S., Lopa, R. T., & Thaha, M. A. (2020). Development of flood forecasting model and warning systems at Way Ruhu – Ambon. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 419(1), 12115. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/419/1/012115>
- Mind'je, R., Li, L., Amanambu, A. C., Nahayo, L., Nsengiyumva, J. B., Gasirabo, A., & Mindje, M. (2019). Flood susceptibility modeling and hazard perception in Rwanda. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 38, 101211. <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2019.101211>
- Mudashiru, R. B., Sabtu, N., Abustan, I., & Balogun, W. (2021). Flood hazard mapping methods: A review. *Journal of Hydrology*, 603, 126846. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2021.126846>
- Norfadilah, I., Dwiatmoko, M. U., & Novianti, Y. S. (2020). Laju Infiltrasi Pada Danau Bekas Tambang Alluvial Yang Dipengaruhi Karakteristik Sifat Fisik Tanah. *Jurnal Himasapta*, 5(1).
- Oyedepo, J. A., Adegboyega, J., Oluyeye, D. E., & Babajide, E. I. (2021). Weighted Linear Combination Procedures with GIS and Remote Sensing in Flood Vulnerability Analysis of Abeokuta Metropolis in Nigeria. *Nigerian Journal of Environmental Sciences and Technology*, 5(1), 240–257. <https://doi.org/10.36263/nijest.2021.01.0260>
- Rehman, S., Sahana, M., Hong, H., Sajjad, H., & Ahmed, B. Bin. (2019). A systematic review on approaches and methods used for flood vulnerability assessment: framework for future research. *Natural Hazards*, 96(2), 975–998. <https://doi.org/10.1007/s11069-018-03567-z>
- Riyanto, I., Rizkinia, M., Arief, R., & Sudiana, D. (2022). Three-Dimensional Convolutional Neural Network on Multi-Temporal Synthetic

- Aperture Radar Images for Urban Flood Potential Mapping in Jakarta. *Applied Sciences*, 12(3), 1679. <https://doi.org/10.3390/app12031679>
- S.K., A., N., S., N.P.N., M., U., N., & N.A., A. (2020). A review on the application of remote sensing and geographic information system in flood crisis management. *Journal of Critical Reviews*, 7(16), 491 – 496. <https://doi.org/10.31838/jcr.07.16.58>
- Sarmah, T., Das, S., Narendr, A., & Aithal, B. H. (2020). Assessing human vulnerability to urban flood hazard using the analytic hierarchy process and geographic information system. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 50, 101659. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2020.101659>
- Sitorus, I. H. O., Bioresita, F., & Hayati, N. (2021). Analisa Tingkat Rawan Banjir di Daerah Kabupaten Bandung Menggunakan Metode Pembobotan dan Scoring. *Jurnal Teknik ITS*, 10(1), C14-C19.
- Tentua, V. C., Gaspersz, E. J., & Puturuhi, F. (2018). Evaluasi Permukiman Berdasarkan Tingkat Kerawanan Banjir Pada Das Wae Ruhu. *Jurnal Budidaya Pertanian*, 14(12), 113–124.
- Tentua, V. C., Gaspersz, E. J., & Puturuhi, F. (2018). Evaluasi Permukiman Berdasarkan Tingkat Kerawanan Banjir Pada Das Wae Ruhu. *Budidaya Pertanian*, 14(2), 113–124. <https://doi.org/10.30598/jbdp.2018.14.2.113>
- Tzioutzios, C., & Kastridis, A. (2020). Multi-Criteria Evaluation (MCE) Method for the Management of Woodland Plantations in Floodplain Areas. In *ISPRS International Journal of Geo-Information* (Vol. 9, Issue 12). <https://doi.org/10.3390/ijgi9120725>
- USAID. (2017). *Laporan Kajian Kerentanan dan Resiko Iklim Pulau Ambon dan Pulau Leasa*.
- Yandi Hermawan, Irene Jaya, Budhi Kosasih, A. E. P. (2021). Flood Risk Assessment for Ambon City. *7th International Seminar of HATHI*, 1–12.