



## **Studi Penilaian Tingkat Ketahanan Kawasan Pesisir Kalibuntu Terhadap Bencana Banjir Rob <sup>1</sup>**

### *Coastal Area Resilience Assessment Study of Kalibuntu to Rob Flood Disaster*

Ratri Wulandari<sup>a</sup>, Nunung Nuring Hayati<sup>a</sup>, Ratih Novi Listyawati<sup>a 2</sup>

<sup>a</sup> Program Studi S1 Perencanaan Wilayah dan Kota, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Jember, Jl. Kalimantan 37 Jember

#### **ABSTRAK**

Kabupaten Probolinggo adalah salah satu kota di Indonesia yang terletak di wilayah pesisir utara Pulau Jawa dan memiliki dataran yang relatif datar dan rendah. Kondisi tersebut menyebabkan Kabupaten Probolinggo berpotensi tinggi dari berbagai risiko bencana, salah satunya banjir rob. Tiga kecamatan yang merupakan wilayah memiliki intensitas kejadian banjir rob terbanyak adalah Kecamatan Kraksaan, Kecamatan Paiton dan Kecamatan Gending. Kejadian banjir rob di Kecamatan Kraksaan lebih banyak menggenangi Desa Kalibuntu yang merupakan desa nelayan dan memiliki kepadatan penduduk tertinggi sebesar 7989 km<sup>2</sup> (BPS Kabupaten Probolinggo, 2020). Banyak lahan usaha masyarakat yang tergenang oleh banjir rob seperti tambak sebesar 496.80 ha yang mengakibatkan kegagalan panen petani tambak, sawah masyarakat seluas 311.12 ha mengakibatkan kerusakan komoditas yang ditanam (Pratama et al, 2017). Kerugian-kerugian tersebut yang akan berdampak buruk bagi keberlanjutan penghidupan masyarakat yang tinggal di pesisir apabila banjir rob masih saja terus terjadi secara berulang. Berdasarkan kondisi tersebut, maka diperlukan adanya pemetaan kerentanan bencana dengan menggunakan 4 aspek kerentanan yaitu kerentanan fisik, kerentanan sosial, kerentanan ekonomi dan kerentanan lingkungan. Daerah dengan kerentanan tinggi dikarenakan kepadatan permukiman dan jumlah penduduk yang sangat tinggi dapat mengakibatkan kawasan tersebut menjadi rentan oleh bencana. Setelah diketahui tingkat kerentanannya, maka akan dilakukan penilaian ketahanan kawasan pesisir kalibuntu terhadap bencana banjir rob oleh beberapa responden terpilih menggunakan metode ANP (Analytical Network Process) dengan output akhir berupa penentuan prioritas kriteria dan pemilihan alternatif terbaik yang dapat dijadikan sebagai rekomendasi peningkatan ketahanan kawasan pesisir kalibuntu terhadap bencana banjir rob. Prioritas utama dalam peningkatan ketahanan kawasan pesisir kalibuntu adalah optimalisasi perbaikan infrastruktur mitigasi banjir rob.

*Kata Kunci: Banjir Rob, Kerentanan, Ketahanan Kawasan, dan Analytical Network Process (ANP)*

#### **ABSTRACT**

Probolinggo Regency is one of cities in Indonesia located on the north coast of Java which has a relatively flat and plain. This condition causes Probolinggo to have a potential for various disaster risks, one of which is tidal flooding. The three sub-districts that are areas with the highest intensity of tidal flooding are Kraksaan District, Paiton District and Gending District. The coastal area in Kraksaan District, Probolinggo Regency is a lowland with an altitude of 0-100 m above sea level which is prone to tidal flooding. The tidal flood

<sup>1</sup> Info Artikel: Received: 11 Juli 2025, Accepted: 30 Juli 2025

<sup>2</sup> Email : [ratriwulandari130@mail.com](mailto:ratriwulandari130@mail.com), [nunung.nuring@unej.ac.id](mailto:nunung.nuring@unej.ac.id), [ratihnovilistyawati@unej.ac.id](mailto:ratihnovilistyawati@unej.ac.id)

incident in Kraksaan District mostly inundated Kalibuntu Village which is a fishing village and has the highest population density of 7,989 km<sup>2</sup> (BPS Probolinggo Regency, 2020). Many community business areas were inundated by tidal flooding such as 496.80 ha of ponds which caused crop failure for pond farmers, community rice fields covering an area of 311.12 ha caused damage to the commodities planted (Pratama et al, 2017). These losses will have a negative impact on the sustainable livelihoods of people living on the coast if tidal floods continue to occur repeatedly. Based on these conditions, it is necessary map disaster vulnerability using 4 vulnerability parameters, namely physical, social, economic and environmental vulnerability. Areas with high vulnerability due to very high population and settlement density can cause the area to be vulnerable to disasters. After the level of vulnerability is known, an assessment of the resilience of the Kalibuntu coastal area to tidal flood disasters will be carried out by several selected respondents using the ANP (Analytical Network Process) method with the final output is determining priority criteria and selecting the best alternatives that can be used as recommendations for increasing the resilience of Kalibuntu coastal area to tidal flood disasters. The main priority in increasing the resilience of Kalibuntu coastal area is optimizing the improvement of tidal flood mitigation infrastructure.

*Keywords: Rob Floods, Vulnerability, Regional Resilience, and Analytical Network Process (ANP)*

## PENDAHULUAN

Peristiwa banjir cukup sering terjadi hampir di seluruh wilayah di Indonesia dengan berbagai macam penyebab yang mempengaruhinya. Eksistensinya sangat mempengaruhi produktivitas kehidupan, menyebabkan kerugian ekonomi yang besar dan kerusakan serius pada harta benda, lingkungan serta korban jiwa (Ziegler et al, 2012). Pasalnya kejadian banjir kerap kali terjadi di berbagai Negara di belahan dunia. Perubahan iklim, pertumbuhan penduduk, dan urbanisasi yang tidak terkendali dengan cara tidak berkelanjutan akan menyebabkan peningkatan banjir yang signifikan di tahun-tahun mendatang, kondisi ini dapat diperparah dengan adanya kegiatan konversi penggunaan lahan daerah dataran banjir (Matthew et al, 2015). Kenaikan permukaan laut yang sedang berlangsung akibat perubahan iklim akan mengancam jutaan penduduk seluruh dunia yang tinggal di dataran rendah wilayah pesisir dalam beberapa dekade mendatang, ancaman ini sangat merugikan karena 10% dari populasi dunia atau sekitar 634 juta orang tinggal di daerah pesisir dengan dataran rendah berketinggian 10 m dari permukaan laut (Vahid et al, 2019). Berbagai telaah mengungkapkan bahwa Indonesia telah dikenal sebagai Negara yang memiliki garis pantai terpanjang kedua di dunia sekitar 95.181 km. Dengan berbagai potensi lingkungan pesisir didalamnya, Indonesia memiliki banyak kota yang terletak di wilayah pesisir. Jamaknya pesisir Indonesia memiliki tingkat kepadatan penduduk yang tinggi dengan sekitar 220 juta penduduk tinggal dalam radius 100 km dari garis pantai, dan diantaranya lebih dari 150 juta orang bergantung pada sumber daya laut sebagai mata pencaharian (WRI, 2001). Peningkatan jumlah penduduk dan aktivitas masyarakat pesisir yang tidak berkelanjutan dapat meningkatkan risiko banjir di kota-kota pesisir secara global (Kpienbaareh et al, 2020). Bencana banjir pesisir yang berulang telah muncul menjadi salah satu tanda perubahan iklim yang paling terlihat dan dapat diukur saat ini.

Salah satu kota di Indoneisa yang berada di wilayah pesisir adalah Kabupaten Probolinggo, terletak di pesisir utara Pantai Jawa yang memiliki dataran yang relatif datar dan rendah. Kondisi tersebut menyebabkan Kabupaten Probolinggo sangat berpotensi tinggi dari berbagai risiko bencana, salah satunya banjir rob. Saat ini kondisi perairan laut utara Kabupaten Probolinggo memiliki ketinggian gelombang air laut berkisar antara 0,5 sampai 1,25 meter. Kejadian banjir rob di Kecamatan Kraksaan lebih banyak menggenangi Desa Kalibuntu yang merupakan desa nelayan dan memiliki kepadatan penduduk tertinggi

sebesar 7.989 km<sup>2</sup> dari nilai rata-rata kecamatan maupun kabupaten (BPS Kabupaten Probolinggo, 2020). Banyak lahan usaha masyarakat yang tergenang oleh banjir rob seperti tambak sebesar 496.80 ha mengakibatkan kegagalan panen petani tambak, sawah masyarakat seluas 311.12 ha mengakibatkan kerusakan komoditas yang ditanam. Banjir rob yang masuk ke permukiman masyarakat juga mengakibatkan kerusakan barang-barang elektronik yang terendam banjir, dan pasokan air bersih akan berkurang akibat intrusi air laut (Pratama et al, 2017; Effendi, 2003). Kerugian-kerugian tersebut yang akan berdampak buruk bagi keberlanjutan penghidupan masyarakat yang tinggal di pesisir apabila banjir rob masih saja terjadi secara berulang.

Pertumbuhan penduduk yang diiringi dengan permasalahan kompleks akan menimbulkan dampak buruk bagi perkembangan wilayah terutama wilayah yang memiliki tingkat kerentanan bencana yang tinggi tanpa adanya pengelolaan serta penanggulangan bencana yang baik. Undang-undang no. 24 tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana secara jelas menggambarkan peran dan tanggung jawab untuk menyelenggarakan penanggulangan bencana. Selain itu, penanggulangan bencana telah dinyatakan sebagai isu prioritas yang terangkum dalam RPJMD Kabupaten Probolinggo Tahun 2015-2019. Oleh karenanya diperlukan kajian mendalam terkait penilaian tingkat ketahanan kawasan pesisir kalibuntu terhadap bencana banjir rob sebagai upaya dalam peningkatan ketahanan kawasan pesisir kalibuntu terhadap bencana banjir rob sehingga dapat mewujudkan kawasan pesisir yang berketahanan.

## METODOLOGI PENELITIAN

Pada penelitian ini peneliti menggunakan 2 metode analisis yaitu pemetaan menggunakan *tools overlay* GIS guna mengukur tingkat kerentanan kawasan pesisir terhadap bencana banjir rob dan analisis ANP (Analytical Network Process) guna mengukur tingkat ketahanan kawasan pesisir serta memberikan rekomendasi alternative terbaik dalam peningkatan ketahanan kawasan pesisir terhadap bencana banjir rob di lokasi penelitian.

### Pengumpulan Data Penelitian

Penelitian ini menggunakan data primer dari pembagian kuisisioner, sedangkan data sekunder dari studi literatur dan Instansi/dinas terkait. Berikut adalah data yang digunakan.

### Metode Pemetaan Kerentanan Bencana

Penggunaan GIS digunakan untuk menganalisis tingkat kerentanan bencana banjir rob di lokasi studi, yaitu dengan menggunakan teknik *overlay* pada beberapa peta yang telah dilakukan perhitungan pembobotan/skoring yang meliputi peta kerentanan fisik, peta kerentanan sosial, peta kerentanan ekonomi dan peta kerentanan lingkungan.

**Tabel 1** Parameter kerentanan kawasan

Komponen Kerentanan	Parameter Kerentanan	Bobot (%)	Kelas Kerentanan		
			Rendah	Sedang	Tinggi
Fisik	Kawasan Terbangun	30	<30%	20-60%	>60%
	Kepadatan Bangunan	50	<60 Unit/ha	60-100 Unit/ha	>100 Unit/ha
	Jaringan Jalan	10	<30%	20-60%	>60%
	Fasilitas Umum	10	<Rp. 500 Juta	Rp. 500 Juta - 1 M	>1 Milyar

Komponen Kerentanan	Parameter Kerentanan	Bobot( %)	Kelas Kerentanan		
			Rendah	Sedang	Tinggi
<b>Sosial</b>	Kepadatan Penduduk	60	<75 Jiwa/ha	75-150 Jiwa/ha	>150 Jiwa/ha
	Rasio Peduduk Usia Balita	10	<20%	20-40%	>40%
	Rasio Penduduk Usia Tua	10	<20%	20-40%	>40%
	Rasio Penduduk Wanita	10	<20%	20-40%	>40%
	Rasio Orang Cacat	10	<20%	20-40%	>40%
<b>Ekonomi</b>	Luas Lahan Produktif	40	<10 ha	10 ha - 20 ha	>20 ha
	Rumah Tangga Miskin	20	<20%	20-40%	>40%
	Rumah Tangga Bekerja di Sektor Rentan	20	PNS/TNI/ POLRI	Wiraswasta/ Pengusaha/ Karyawan Swasta	Petani/P.Tambak/Nelayan/Tidak Bekerja
	Jumlah Sarana Ekonomi	20			
<b>Lingkungan</b>	Jarak dari Pantai	30	>250 m	50-250 m	0-50 m
	Jarak dari Sungai	30	>250 m	50-250 m	0-50 m
	Daerah Dataran Rendah	20	>13 m	3-12 m	<3 m
	Tutupan Hutan Mangrove	20	<10 ha	10-30 ha	>30 ha

Sumber: BNPB, 2012; Setyaningrum dan Giyarsih, 2012; Ilhami *et al*, 2014; Nugraha *et al*, 2015; dan Laila, 2016.

Penilaian setiap indikator kerentanan dihasilkan melalui perkalian antara nilai parameter dengan bobot penilaian tingkat kerentanan. Besaran nilai parameter dan bobot didapat melalui tinjauan literatur dari berbagai sumber. Hasil dari pembobotan tersebut kemudian diklasifikasikan berdasarkan tingkat kerentanan yang mengacu pada Peraturan Kepala BNPB no. 2 tahun 2012 yang mengklasifikasikan menjadi 3 (tiga) kelas yaitu tinggi, sedang dan rendah. Rumus yang digunakan untuk mengklasifikasikan tingkat kerentanan bencana yaitu dengan menghitung interval tingkat kerentanan (ITK) sebaifai berikut.

$$ITK = \frac{Nilai\ Max - Nilai\ Min}{Jumlah\ Kelas}$$

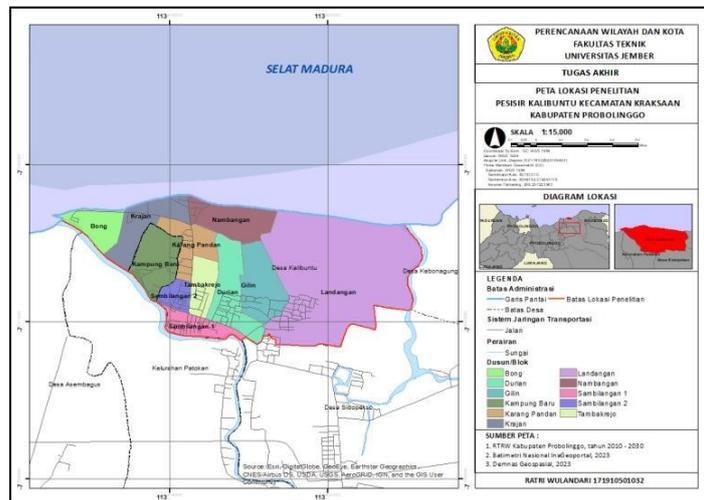
### Metode Penilaian Ketahanan Kawasan

Metode yang digunakan dalam penilaian ketahanan kawasan pesisir terhadap bencana banjir rob adalah ANP, yaitu teori pengukuran untuk menurunkan rasio prioritas komposit dari skala rasio individu yang menunjukkan adanya pengaruh elemen-elemen yang saling berinteraksi dengan kriteria kontrol (Saaty, 2003). Metode ANP ini pertama kali dikembangkan oleh Thomas L Saaty yang menjadi pendakan baru dalam proses pengambilan keputusan tanpa menggunakan asumsi publik. Adapun tahapan-tahapan dalam pengerjaan ANP (Yuksel dan Dagdeviren, 2007) yaitu mengkonstruksi model, membuat matriks perbandingan berpasangan dan vektor prioritas, menghitung rasio konsistensi, membentuk supermatriks dan pemilihan alternatif terbaik.

## PEMBAHASAN

### Gambaran Umum Lokasi Studi

Pesisir kalibuntu secara administratif berada di Kecamatan Kraksaan Kabupaten Probolinggo dengan luas wilayah 1,48 Ha. Jarak pesisir Kalibuntu ke pusat Kecamatan Kraksaan berjarak 3,7 km sedangkan jarak ke Ibu Kota Kabupaten Probolinggo berjarak 4,1 km.



**Gambar 1** Peta Batas Administrasi Pesisir Kalibuntu

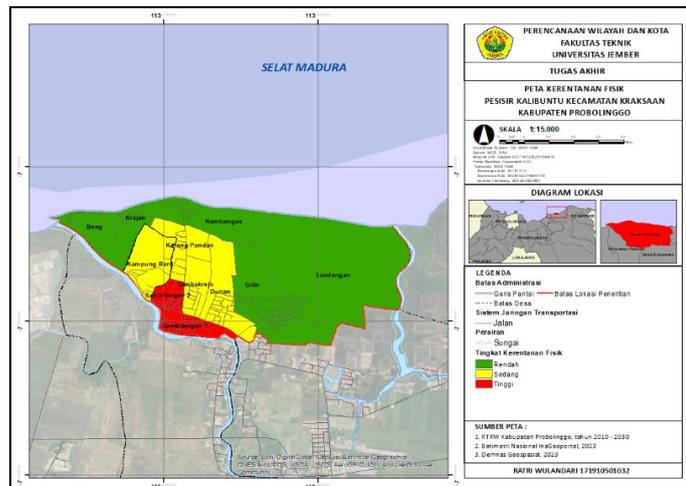
Lokasi penelitian berada di pesisir kalibuntu yang meliputi keseluruhan Desa Kalibuntu yaitu Dusun Bong, Krajan, Nambangan, Karang Pandan, Sukorejo, Sambilangan 1, Sambilangan 2, Tambak Rejo, Durian, dan Landangan, serta satu blok yang masuk kedalam administrasi Kelurahan Patokan yaitu Kampung Baru yang juga terdampak bencana banjir rob dan berdekatan dengan Desa Kalibuntu.

### Kerentanan Bencana Banjir Rob

Pemetaan kerentanan bencana banjir rob menggunakan 4 indikator kerentanan bencana yaitu kerentanan fisik, kerentanan sosial, kerentanan ekonomi dan kerentanan lingkungan. Untuk tahapan analisis pemetaan yang dilakukan adalah pengumpulan data, pengolahan data, digitasi data, penentuan skor dan bobot parameter, perhitungan nilai bobot, *overlay* tiap parameter, perhitungan keseluruhan nilai bobot tiap parameter, perhitungan kelas interval, dan klasifikasi tingkat kerentanan bencana banjir rob. Hasil pembobotan dan pengklasifikasian dari keempat aspek kerentanan tersebut nantinya akan *dioverlay* dan menjadi output akhir berupa peta kerentanan bencana banjir rob pesisir kalibuntu.

#### **Kerentanan Fisik**

Kerentanan fisik menggambarkan kondisi fisik kawasan yang rawan terhadap bencana banjir rob. Parameter pada kerentanan fisik meliputi kawasan terbangun memiliki nilai bobot sebesar 30%, kepadatan bangunan 40%, jaringan jalan, dan fasilitas umum sebesar 10%. Kemudian dilakukan perhitungan nilai bobot melalui perkalian antara skor data dan besaran bobot, sehingga menghasilkan peta kerentanan fisik yang dapat diilustrasikan pada gambar 2 berikut.

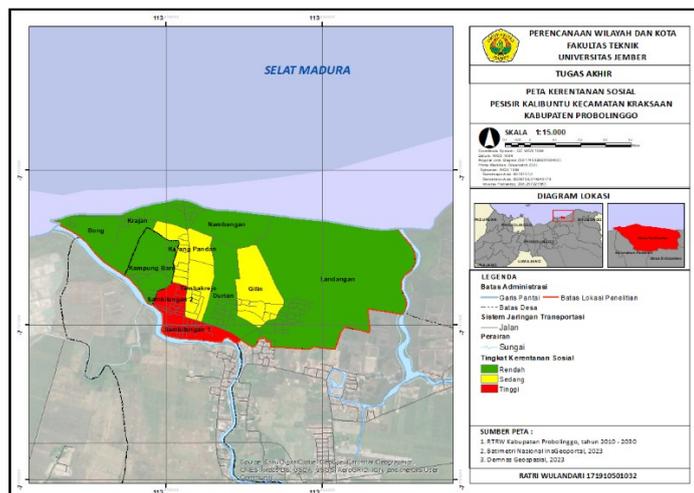


Gambar 2 Peta Kerentanan Fisik Banjir Rob

Dari hasil analisis pemetaan kerentanan fisik bencana banjir rob ini dapat diketahui bahwa wilayah yang memiliki tingkat kerentanan fisik tinggi yaitu Dusun Sambilangan 1 dan Dusun Sambilangan 2. Hal tersebut dikarenakan kedua dusun tersebut memiliki kepadatan permukiman yang tinggi dan menjadi pusat kegiatan masyarakat.

**Kerentanan Sosial**

Kerentanan sosial menggambarkan kondisi sosial masyarakat yang rawan terhadap bencana banjir rob. Parameter pada kerentanan sosial meliputi kepadatan penduduk memiliki nilai bobot tertinggi sebesar 60%, sedangkan penduduk usia balita, usia tua, wanita, dan disabilitas memiliki nilai bobot sama sebesar 10%. Kemudian dilakukan perhitungan nilai bobot melalui perkalian antara skor data dan besaran bobot, sehingga menghasilkan peta kerentanan sosial yang dapat diilustrasikan pada gambar 3 berikut.

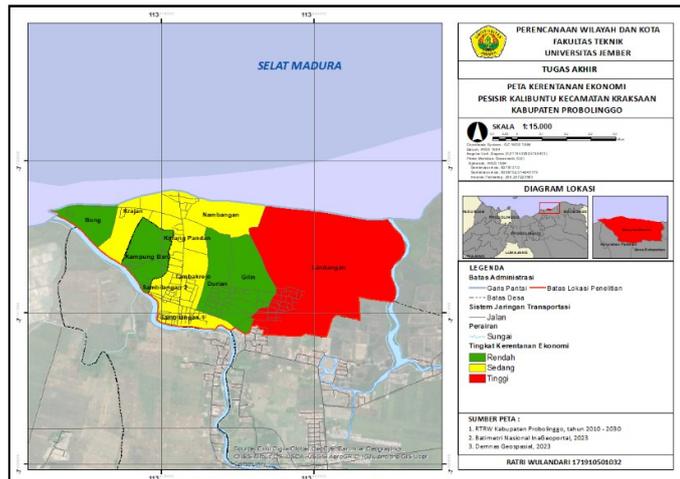


Gambar 3 Peta Kerentanan Sosial Banjir Rob

Dari hasil analisis pemetaan kerentanan sosial bencana banjir rob ini dapat diketahui bahwa wilayah yang memiliki tingkat kerentanan fisik tinggi yaitu Dusun Sambilangan 1 dan Sambilangan 2. Hal tersebut dikarenakan kedua dusun tersebut memiliki tingkat kepadatan penduduk yang tinggi sehingga memiliki tingkat kerentanan sosial yang tinggi.

**Kerentanan Ekonomi**

Kerentanan ekonomi menggambarkan kondisi ekonomi masyarakat yang rawan terhadap bencana banjir rob. Parameter kerentanan ekonomi meliputi luas lahan produktif memiliki nilai bobot tertinggi sebesar 40%, sedangkan rumah tangga miskin, rumah tangga bekerja di sector rentan, dan jumlah sarana ekonomi memiliki nilai bobot sama yaitu sebesar 20%. Kemudian dilakukan perhitungan nilai bobot melalui perkalian antara skor data dan besaran bobot, sehingga menghasilkan peta kerentanan ekonomi yang dapat diilustrasikan pada gambar 4 berikut.

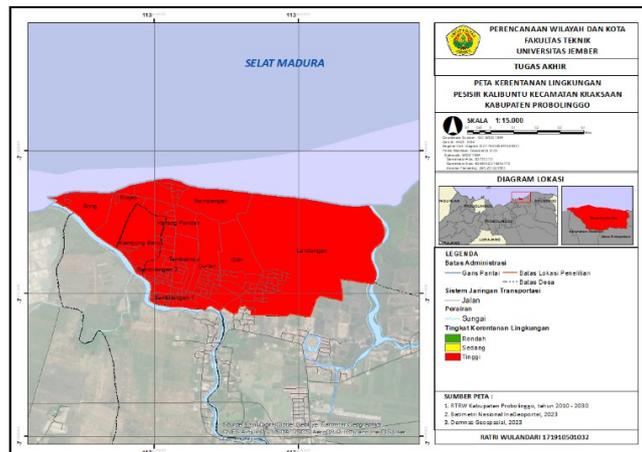


**Gambar 4** Peta Kerentanan Ekonomi Banjir Rob

Dari hasil analisis pemetaan kerentanan ekonomi bencana banjir rob ini dapat diketahui bahwa wilayah yang memiliki tingkat kerentanan ekonomi tinggi hanya Dusun Landangan. Hal tersebut dikarenakan Dusun Landangan memiliki lahan produktivitas yang luas dengan sekitar 0,35 ha yaitu lahan tambak yang sangat rentan terhadap kerugian akibat bencana banjir rob.

**Kerentanan Lingkungan**

Kerentanan lingkungan menggambarkan kondisi lingkungan yang rawan terhadap bencana banjir rob. Parameter kerentanan lingkungan meliputi jarak dari pantai dan tutupan hutan mangrove memiliki nilai bobot tertinggi sebesar 30%, sedangkan jarak dari sungai dan daerah dataran rendah memiliki nilai bobot sebesar 20%. Kemudian dilakukan perhitungan nilai bobot melalui perkalian antara skor data dan besaran bobot, sehingga menghasilkan peta kerentanan lingkungan yang diilustrasikan pada gambar 5 berikut..

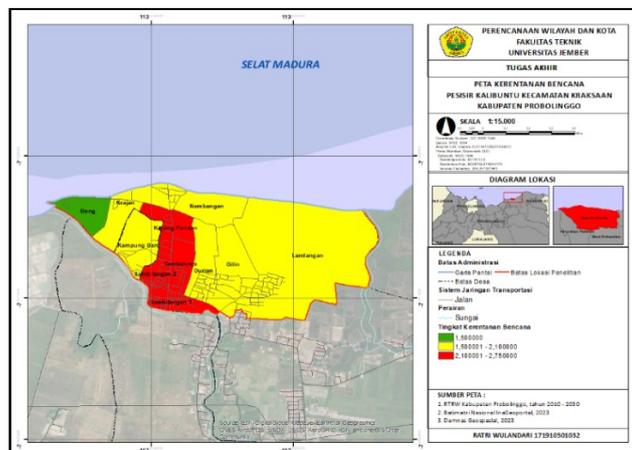


Gambar 5 Peta Kerentanan Lingkungan Banjir Rob

Dari hasil analisis pemetaan kerentanan lingkungan bencana banjir rob ini dapat diketahui bahwa secara keseluruhan pesisir Kalibuntu memiliki tingkat kerentanan tinggi. Hal tersebut dikarenakan keseluruhan kawasan merupakan daerah dataran rendah, memiliki kedekatan dengan pantai dan sungai, dan minimnya tutupan hutan mangrove.

**Kerentanan Bencana Banjir Rob**

Pemetaan kerentanan bencana banjir rob merupakan hasil akhir pembobotan dari keempat aspek kerentanan yaitu kerentanan fisik, kerentanan sosial, kerentanan ekonomi dan kerentanan lingkungan. Aspek kerentanan sosial memiliki nilai bobot tertinggi yaitu 40%, kerentanan fisik dan ekonomi memiliki nilai bobot sebesar 25%, serta kerentanan lingkungan memiliki nilai bobot sebesar 10%. Kemudian perhitungan nilai bobot dilakukan melalui perkalian antara skor data dan besaran bobot. Langkah selanjutnya adalah melakukan *overlay* dengan menggunakan *tools union* pada software ArcGIS. Setelah *overlay* peta dilakukan, maka dapat dilakukan penjumlahan dari masing-masing hasil perhitungan nilai bobot pada tiap aspek. Berdasarkan perhitungan data dan pengklasifikasian tingkat kerentanan bencana banjir rob di pesisir Kalibuntu, sehingga menghasilkan peta kerentanan bencana banjir rob total yang dapat diilustrasikan pada gambar 6 berikut.



Gambar 6 Peta Kerentanan Bencana Banjir Rob

Dari hasil analisis pemetaan kerentanan bencana banjir rob ini dapat diketahui bahwa

tingkat kerentanan bencana banjir rob di pesisir Kalibuntu terbagi menjadi 3 kelas kerentanan yaitu kerentanan tinggi, kerentanan sedang dan kerentanan rendah. Wilayah yang memiliki tingkat kerentanan tinggi yaitu Dusun Sambilangan 1 dan Dusun Sambilangan 2. Kondisi kerentanan tinggi di kedua dusun tersebut dikarenakan kepadatan permukiman dan penduduk yang sangat tinggi dapat mengakibatkan kawasan tersebut menjadi rentan oleh berbagai bencana.

### **Ketahanan Kawasan Pesisir Kalibuntu Terhadap Bencana Banjir Rob**

Ketahanan kawasan pesisir terhadap bencana banjir rob dapat diukur dengan menggunakan analisis *Analytic Network Process* (ANP) melalui pengisian kuesioner oleh 9 stakeholder terkait yang meliputi BPBD, BAPELITBANGDA, Perangkat Kecamatan, Perangkat Desa dan Akademisi. Metode ANP ini digunakan untuk menilai ketahanan pesisir kalibuntu terhadap bencana banjir rob terdiri dari 4 aspek (The World Bank, 2013) yaitu ketahanan infrastruktur, ketahanan kelembagaan, ketahanan ekonomi dan ketahanan sosial. Variabel-variabel dari aspek-aspek tersebut tersebut akan disusun membentuk jaringan ANP dengan hasil akhir berupa pemilihan alternative terbaik yang telah direkomendasikan oleh para expertise melalui in-depth interview yang dapat dijadikan strategi dalam peningkatan ketahanan kawasan pesisir kalibuntu terhadap bencana banjir rob.

#### ***Formulasi Kriteria***

Tahapan ini dilakukan untuk menentukan kriteria dan sub-kriteria penting dalam ketahanan kawasan pesisir terhadap bencana banjir rob. Dalam penyesuaiannya terhadap kondisi empiris, maka peneliti perlu melakukan tindakan indepth-interview kepada pihak expertise untuk mengetahui fakta-fakta di lapangan terkait bencana banjir rob beserta sistem penanggulangannya untuk dijadikan sebagai alternatif strategi, sehingga teori-teori yang digunakan oleh peneliti menjadi sinkron dengan kondisi fakta empiris yang ada di lapangan. Adapun simpulan kriteria dan sub-kriteria hasil wawancara akan diilustrasikan pada tabel 2 berikut.

**Tabel 2** Daftar kriteria dan sub-kriteria hasil wawancara

<b>Kode</b>	<b>Kriteria</b>	<b>Sub-Kriteria</b>
A	Infrastruktur	1. Perbaikan kondisi jalan yang rusak 2. Pembangunan pintu air sebagai pengendali banjir rob 3. Pembangunan tembok laut sebagai penahan banjir rob
B	Kelembagaan	1. Penanaman hutan mangrove pada pesisir pantai 2. Pelaksanaan rehabilitasi muara sungai pesisir kalibuntu 3. Pembentukan DESTANA pesisir kalibuntu 4. Ketersediaan sistem dan alat evakuasi banjir rob 5. Ketersediaan dokumen regulasi kebencanaan 6. Penetapan anggaran dana dalam mitigasi banjir rob 7. Perencanaan mitigasi banjir rob pada dokumen tata ruang
C	Ekonomi	1. Mayoritas masyarakat bekerja di sector informal 2. Dukungan akses permodalan bagi usaha masyarakat 3. Banyaknya jumlah rumah tangga miskin
D	Sosial	1. Kesiapan mental masyarakat dalam menghadapi banjir rob

Kode	Kriteria	Sub-Kriteria
		2. Tingkat kekerabatan dan gotong royong antar masyarakat
		3. Literasi masyarakat terkait mitigasi banjir rob
		4. Komunikasi antar masyarakat

Berdasarkan kriteria dan sub-kriteria terpilih dari hasil wawancara, maka dapat ditentukan aktor-aktor yang berperan dalam ketahanan kawasan pesisir kalibuntu terhadap bencana banjir rob yang dapat diilustrasikan pada tabel 3 berikut.

**Tabel 3** Daftar Aktor yang Berperan dalam Ketahanan Kawasan

Kode	Aktor
E1	Dinas PU Bina Marga dan Sumber Daya Air
E2	Dinas Lingkungan Hidup
E3	Badan Penanggulangan Bencana Daerah
E4	Badan Perencanaan, Penelitian, dan Pengembangan Daerah
E5	Dinas Koperasi dan Usaha Masyarakat
E6	Dinas Sosial
E7	Lembaga Swadaya Masyarakat

Dari hasil wawancara dengan para expertise terdapat berbagai rekomendasi alternative solusi yang dapat dijadikan sebagai strategi peningkatkan ketahanan kawasan pesisir terhadap bencana banjir rob di lokasi penelitian. Berikut adalah rekomendasi alternative yang telah diusulkan oleh para expertise dapat diilustrasikan pada tabel 5 berikut.

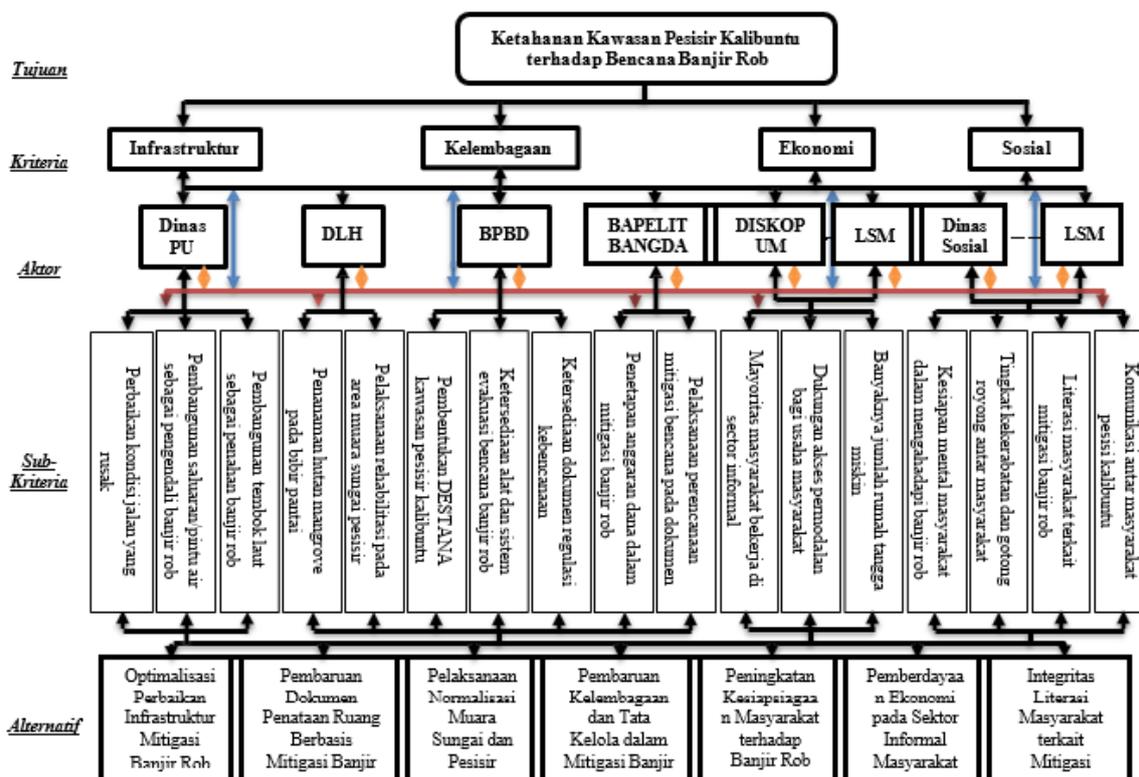
**Tabel 4** Daftar Rekomendasi Alternatif

Kode	Alternatif
F1	Optimalisasi Perbaikan Infrastruktur Mitigasi Banjir Rob
F2	Pembaruan Dokumen Penataan Ruang Berbasis Mitigasi Banjir Rob
F3	Pelaksanaan Normalisasi Muara Sungai dan Pesisir Pantai
F4	Pembaruan Kelembagaan dan Tata Kelola dalam Mitigasi Banjir Rob
F5	Peningkatan Kesiapsiagaan Masyarakat terhadap Banjir Rob
F6	Pemberdayaan Ekonomi pada Sektor Informal Masyarakat
F7	Integritas Literasi Masyarakat terkait Mitigasi Banjir Rob

Rekomendasi alternative yang diusulkan tersebut dapat dijadikan sebagai strategi untuk menjawab tujuan yang diharapkan yaitu ketahanan kawasan pesisir kalibuntu terhadap bencana banjir rob. Setelah seluruh tahapan telah dilakukan, maka langkah selanjutnya adalah konstruksi model ANP.

#### **Konstruksi Model ANP**

Jaringan ANP ini memiliki lima buah cluster terdiri dari cluster tujuan, cluster kriteria, cluster actor, cluster sub-kriteria, dan cluster alternative. Cluster “kriteria” memiliki 4 elemen, cluster actor memiliki 7 elemen, cluster sub-kriteria memiliki 13 elemen dan cluster Alternatif memiliki 7 elemen. Adapun kerangka model ANP dengan jaringan kompleks pada penelitian ini dapat dilihat pada gambar 7 berikut.



Gambar 7 Model ANP Penelitian

**Matriks Perbandingan Berpasangan**

Perbandingan berpasangan pada ANP dilakukan dengan cara membandingkan tingkat kepentingan setiap elemen terhadap kriteria kontrolnya. Dalam hal ini, stakeholder yang berperan dalam pengisian kuesioner ANP berjumlah 9 orang yang meliputi praktisi, pakar, dan akademisi. Berikut adalah daftar para stakeholder terpilih dapat dilihat pada tabel 5 berikut.

Tabel 5 Daftar responden kuesioner ANP

Kode	Nama	Jabatan
R1	Alfiatul Khoiriyah	Kabid Penelitian dan Pengembangan BAPELITBANGDA Kabupaten Probolinggo
R2	Nurul Huda	Kesra Kecamatan Kraksaan
R3	Khairul Anam	Kepala Desa Kalibuntu
R4	Moh Ubaiduloh	Kabid II Bidang Kedaruratan dan Logistik BPBD Kabupaten Probolinggo
R5	Aries Setyawan	Staff Bidang Kedaruratan dan Logistik BPBD Kabupaten Probolinggo
R6	Saiful Lana	Tim RCT-PB BPBD Kabupaten Probolinggo
R7	Drs. Joko Mulyono, M.Si.	Wakil Dekan FISIP Universitas Jember
R8	Retno Wahyu Utami, S.T., PhD	Dosen Teknik Sipil Universitas Jember
R9	Sri Sukmawati, S.T., M.T.	Dosen Teknik Sipil Universitas Jember

Sumber: Peneliti, 2023

Untuk keterkaitan elemen pada matriks, hubungan antar elemen diperbandingkan melalui

*eigenvector* yaitu nilai rata-rata dari setiap matriks perbandingan berpasangan. Adapun contoh penilaian kuesioner perbandingan berpasangan oleh kesembilan responden pada pertanyaan pertama dapat diilustrasikan pada tabel 6 berikut.

**Tabel 6** Matriks perbandingan berpasangan pada pertanyaan pertama

Ket	Matriks	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9
Tujuan > Kriteria	A-B	1	3	1	3	1	3	1	5	3
	A-C	1	5	3	5	5	4	5	3	5
	A-D	1	3	1	1	3	3	3	5	3
	B-C	1	3	7	7	5	6	5	3	3
	B-D	1	1	1	3	3	1	3	1	1
	C-D	1	3	3	7	7	6	3	3	3

Sumber : Data Primer 2023, diolah

Setelah seluruh reponden memberikan penilaian, selanjutnya dilakukan pencarian nilai rata-rata atas setiap penilaian. Hal ini dilakukan karena hanya ada satu nilai yang dapat dimasukkan ke dalam model ANP. Rata-rata yang digunakan adalah *geometric mean*. Sebelum dilakukan perhitungan nilai rata-rata maka dilakukan *inverse* terlebih dahulu menjadi 1/n untuk setiap nilai pada matriks yang memiliki nilai perbandingan terkecil. Hasil rata-rata penilaian dapat dilihat pada tabel 7 yang selanjutnya akan dimasukkan ke dalam model ANP pada *software super decisions*.

**Tabel 7** Rata-rata penilaian kuesioner perbandingan berpasangan pada pertanyaan pertama

Ket	Matriks	R1	R3	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	Geometric Mean	Nilai ANP
Tujuan > Kriteria	A-B	1,00	3,00	1,00	0,33	1,00	0,33	1,00	5,00	3,00	1,1958132	1
	A-C	1,00	5,00	3,00	5,00	5,00	4,00	5,00	3,00	5,00	3,641155	4
	A-D	1,00	3,00	1,00	1,00	0,33	0,33	3,00	5,00	3,00	1,3510668	1
	B-C	1,00	3,00	7,00	7,00	5,00	6,00	5,00	0,33	3,00	3,0380922	3
	B-D	1,00	1,00	1,00	3,00	0,33	1,00	3,00	1,00	1,00	1,129831	1
	C-D	1,00	3,00	3,00	7,00	7,00	6,00	3,00	0,33	3,00	2,7120721	3

Sumber : Data Primer 2023, diolah

Nilai yang dimasukkan pada *software super decisions* adalah nilai rata-rata yang dihasilkan dari penilaian kesembilan responden penelitian. Hal ini karena setiap matriks perbandingan berpasangan bersifat resiprokal. Karena nilai yang dihasilkan dari rata-rata *geometric mean* berupa pecahan decimal, maka akan lebih mudah jika keseluruhan angka dibulatkan ketika memasukkan data pada *software super decisions*.

**Pengecekan Rasio Inkonsistensi**

Rasio konsistensi adalah rasio yang menyatakan apakah penilaian yang diberikan oleh para expertise konsisten atau tidak. Untuk setiap matriks perbandingan berpasangan harus dicek konsistensi dari data yang dimasukkan, jika konsistensi lebih dari 0.1 maka verifikasi data yang dimasukkan harus dilakuakn. Pada gambar 8 adalah contoh pengecekaninkonsistensi pada *software super decisions* untuk cluster kriteria.

Rank	Row	Col	Current Val	Best Val	Old Inconsist.	New Inconsist.	% Improvement
1.	1. Infrastruktur	2. Kelembagaan	3.000000	1.000000	0.080622	0.022714	71.83 %
2.	1. Infrastruktur	3. Ekonomi	3.000003	1.170603	0.080622	0.042335	47.49 %
3.	2. Kelembagaan	4. Sosial	2.000000	1.170603	0.080622	0.042335	47.49 %
4.	3. Ekonomi	4. Sosial	3.000000	6.000006	0.080622	0.057866	28.23 %
5.	2. Kelembagaan	3. Ekonomi	3.000003	3.540254	0.080622	0.078590	2.52 %
6.	1. Infrastruktur	4. Sosial	2.000000	2.542191	0.080622	0.078590	2.52 %

**Gambar 8** Pengecekan Inkonsistensi pada Software Super Decision

Nilai inkonsistensi pada kluster kriteria secara keseluruhan memiliki nilai konsistensi yang baik. Hal ini dapat ditunjukkan bahwa nilai inkonsistensi pada tiap matriks memiliki nilai kurang dari 0.1. Hasil perhitungan rasio konsistensi tersebut juga didapat perankingan pada tiap matriks, yaitu ranking tertinggi diperoleh pada kluster kriteria adalah matriks infrastruktur dan kelembagaan.

***Pembentukan Supermatriks***

Supermatriks merupakan matriks yang terdiri dari sub sub matriks yang disusun dari suatu hubungan antara dua level yang terdapat dalam model. *Eigenvector* yang diperoleh dari perbandingan berpasangan ditempatkan pada kolom supermatriks yang menunjukkan pengaruh dengan mempertimbangkan kriteria kontrol dari elemen suatu komponen pada elemen tunggal dari komponen yang sama atau berbeda yang terdapat di bagian atas supermatriks. Setelah seluruh data nilai perbandingan dimasukkan, maka diperoleh *unweighted matrix*, *weighted matrix*, *dasssn limit matrix*. Nilai pada limit matrix merupakan nilai prioritas yang menunjukkan bobot setiap subkriteria. Adapun hasil nilai limit matriks yang akan dijabarkan pada tabel 8 berikut.



Kode	Goal	A	B	C	D	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	A1	A2	A3	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	C1	C2	C3	D1	D2	D3	D4	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7		
C3	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	
D1	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
D2	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
D3	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
D4	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
F1	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
F2	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
F3	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
F4	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
F5	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
F6	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
F7	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01

Sumber : Data Primer 2023, diolah

### ***Penentuan Prioritas dan Pemilihan Alternatif Terbaik***

Tahapan akhir pada analisis ANP adalah kesimpulan prioritas pada tiap kluster dan pemilihan alternative yang didapat dari normalisasi matrik dan limiting matriks dan nantinya dapat dijadikan rekomendasi keputusan dan kebijakan dalam peningkatan ketahanan kawasan pesisir kalibuntu terhadap bencana banjir rob. Adapun rating prioritas ANP berdasarkan kluster akan dijabarkan sebagai berikut.

#### **a. Kluster Kriteria**

Pada kluster kriteria yang memiliki nilai prioritas tertinggi adalah kriteria infrastruktur dan kelembagaan dengan nilai masing-masing sebesar 0.029 dan 0.039. Berdasarkan pendapat para expertise dan kondisi di lapangan, infrastruktur menjadi prioritas tertinggi karena infrastruktur pendukung dalam menanggulangi bencana banjir rob sangat diperlukan seperti pintu air dan tanggul laut. Kriteria kelembagaan juga menjadi prioritas karena sistem kelembagaan yang baik akan menjadikan kawasan pesisir yang berdaya dan unggul. Apabila kondisi infrastruktur dan kelembagaan sudah baik, maka keseluruhan elemen kriteria juga akan baik. Seperti halnya jika kondisi pintu air dan tanggul laut baik dan dapat menahan masuknya air rob ke permukiman masyarakat, serta tata kelola kelembagaan yang baik, maka kondisi mental masyarakat dan kerugian akibat banjir rob dapat diminimalisir.

#### **b. Kluster Aktor**

Pada kluster aktor yang memiliki nilai prioritas tertinggi adalah Dinas PU, BPBD dan BAPELITBANGDA dengan nilai masing-masing sebesar 0.017, 0.023, dan 0.029. Ketiga aktor tersebut menjadi prioritas tertinggi karena Dinas PU yang bertanggung jawab atas perbaikan infrastruktur pendukung mitigasi bencana banjir rob, BPBD bertanggung jawab atas kejadian pra, saat dan pasca bencana banjir rob, dan BAPELITBANGDA bertanggung jawab atas kebijakan dan peraturan daerah terkait mitigasi bencana.

#### **c. Kluster Kriteria Infrastruktur**

Pada kluster infrastruktur yang memiliki nilai prioritas tertinggi adalah pembangunan saluran/pintu air sebagai pengendali banjir rob dan pembangunan tembok laut sebagai penahan banjir rob dengan nilai masing-masing sebesar 0.0788 dan 0.0648. Berdasarkan pendapat para expertise dan kondisi di lapangan, pembangunan saluran/pintu air dan tembok laut menjadi prioritas tertinggi karena merupakan infrastruktur pendukung dalam menanggulangi banjir rob dan diperlukan untuk menahan masuknya air rob ke permukiman.

#### **d. Kluster Kriteria Kelembagaan**

Pada kluster kelembagaan yang memiliki nilai prioritas tertinggi adalah pembentukan DESTANA pesisir kalibuntu, dan penetapan anggaran dana dalam mitigasi banjir rob dengan nilai masing-masing sebesar 0.023034 dan 0.06300. Penetapan anggaran dana dalam mitigasi banjir rob sangat diperlukan untuk menunjang pembangunan infrastruktur pendukung mitigasi banjir rob. Pembentukan DESTANA pesisir kalibuntu juga menjadi prioritas agar menjadikan pesisir kalibuntu yang berketahanan dan tanggap terhadap bencana banjir rob.

#### **e. Kluster Kriteria Ekonomi**

Pada kluster ekonomi yang memiliki nilai prioritas tertinggi adalah mayoritas masyarakat bekerja di sector informal dengan nilai sebesar 0.050959. Berdasarkan pendapat para expertise dan kondisi di lapangan, mayoritas masyarakat bekerja di sector informal menjadi prioritas tertinggi karena mayoritas masyarakat pesisir kalibuntu mayoritas bermatapencarian sebagai nelayan dan petani tambak. Mata pencarian tersebut sangat bergantung pada sumber daya laut dan sangat rentan terhadap kerugian-kerugian yang diakibatkan oleh bencana banjir rob.

#### f. Kluster Kriteria Sosial

Pada kluster sosial yang memiliki nilai prioritas tertinggi adalah kesiapan mental masyarakat dalam menghadapi banjir rob dan tingkat kekerabatan dan gotong royong antar masyarakat dengan nilai masing-masing sebesar 0.048542 dan 0.041907. Berdasarkan pendapat para expertise dan kondisi di lapangan, mental masyarakat dalam menghadapi banjir rob dan tingkat kekerabatan dan gotong royong antar masyarakat menjadi prioritas tertinggi karena kesiapsiagaan masyarakat sangat diperlukan untuk mengantisipasi terjadinya bencana banjir rob. Hal ini juga dibuktikan kesiapsiagaan masyarakat dengan adanya pembangunan sandbag dan pintu air sederhana yang dilaksanakan secara gotong royong antar masyarakat untuk mencegah air rob masuk ke permukiman masyarakat, sehingga dapat mengindikasikan bahwa kegiatan kesiapsiagaan masyarakat pesisir kalibuntu sudah cukup baik.

#### g. Kluster Alternatif

Pada kluster alternatif yang memiliki nilai prioritas tertinggi adalah optimalisasi perbaikan infrastruktur mitigasi bencana banjir rob dengan nilai sebesar 0.014792. Berdasarkan pendapat para expertise dan kondisi di lapangan, optimalisasi perbaikan infrastruktur mitigasi bencana banjir rob menjadi prioritas tertinggi karena perbaikan infrastruktur pendukung mitigasi bencana banjir rob sangat diperlukan untuk menanggulangi bencana banjir rob seperti pintu air dan tanggul laut. Hal tersebut juga sejalan dengan hasil perhitungan pada kluster kriteria yang menjadikan infrastruktur sebagai prioritas utama dalam peningkatan ketahanan kawasan pesisir terhadap bencana banjir rob. Selain itu pembaruan kelembagaan dan tata kelola dalam mitigasi banjir rob sangat diperlukan untuk membentuk sistem kelembagaan yang lebih berkelanjutan dan berketahanan.

## PENUTUP

Berdasarkan dari hasil analisis dan pembahasan, maka diperoleh kesimpulan mengenai ketahanan kawasan pesisir kalibuntu terhadap bencana banjir rob sebagai berikut.

1. Berdasarkan hasil pemetaan dengan metode overlay union, maka diketahui bahwa Pesisir Kalibuntu secara keseluruhan memiliki kerentanan sedang meliputi Dusun Krajan, Dusun Nambangan, Dusun Karang Pandan, Dusun Tambakrejo, Dusun Gilin dan Blok Kampung Baru.
2. Berdasarkan hasil analisis ANP dapat diketahui bahwa alternatif yang menjadi prioritas utama dalam upaya peningkatan ketahanan kawasan pesisir kalibuntu yang dapat dilakukan berupa optimalisasi perbaikan infrastruktur mitigasi bencana banjir rob.

## DAFTAR PUSTAKA

Arief, L. N., Purnama, B. S., & Aditya, T. (2015). "Pemetaan Risiko Bencana Banjir Rob". *The 1st Conference on Geospatial Information Science and Engineering*,

1–12.

- Ascarya. (2005). *Analytic Network Process (ANP): Pendekatan Baru Studi Kualitatif*. Pusat Pendidikan dan Studi Kebanksentralan, Bank Indonesia.
- Ascarya. (2010). “Analytic Network Process (ANP): Pendekatan Baru dalam Penelitian Kualitatif” volume 2 (Aplikasi). Makalah Metodologi Penelitian. STEI-Tazkia Bogor
- Ayunarita, S. (2017). “Studi Pola Arus, Pasang Surut Dan Gelombang Di Perairan Pantai Pelawan Desa Pangke Kecamatan Merai Kabupaten Karimun Provinsi Kepulauan Riau”. *Jurnal Universitas Riau*. 1-15
- BNPB. (2012). *Pedoman Umum Pengkajian Risiko Bencana*. BNPB.
- Dibiyosaputro, S. (1984). *Flood Susceptibility and Hazard Survey of the Kudus-Prawata- Welahan Area, Central Java, Indonesia*. ITC.
- Dijkstra, A. (2008). “Dynamical Oceanography”. *Springer-Verlag Berlin Heidelberg German*, 405 pp.
- Diposaptono, S., Budiman, & Agung, F. (2009). *Menyiasati Perubahan Iklim di Wilayah Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil (III)*. PT. Sarana Komunikasi Utama.
- Hewlett, J.D. 1982. “Forests and Floods in Light of Recent Investigations”. *Proceedings of the Canadian Hydrology Symposium*; 14-15 June 1982; Fredericton, New Brunswick. Associate Committee on Hydrology, National Research Council of Canada, pp. 543-59.
- Ilhami, F., Nugroho, D., & Rocchadi, B. (2014). “Pemetaan Tingkat Kerawanan Rob untuk Evaluasi Tata Ruang Permukiman Daerah Pesisir Kabupaten Pekalongan Jawa Tengah”. *JOURNAL OF MARINE RESEARCH*, 3 (4), 508–515.
- Laila, F. (2016). *Analisis Tingkat Bahaya dan Kerentanan Bencana Banjir Terhadap Wilayah Kota Yogyakarta [Skripsi]*. Yogyakarta : UMY
- Saaty, T. L. (2003). “Decision making with the AHP, Why is the principal eigenvector necessary”. *European Journal of Operational Research*, 145, 85–91.
- Saaty, Thomas L., Luis G. Vargas. 2006. “Decision Making with the Analytic Network Process: Economic, Political, Social and Technological Applications with Benefits, Opportunities, Costs and Risks”. Springer, Network. 278 pp.
- Setyanigrum, P., & Giyarsih, S. R. (2012). “Identifikasi Tingkat Kerentanan Sosial Ekonomi Penduduk Bantaran Sungai Code Kota Yogyakarta Terhadap Bencana Lahar Merapi”. *Jurnal Bumi Indonesia*, 1(3)
- The World Bank. (2013). *Building Urban Resilience: Principles, Tools, and Practice* (A. K. Jha, T. W. Miner, & Z. Stanton-Geddes (ed.)). World Bank Publications.
- UNISDR. (2002). *Background paper for the World Summit on Sustainable Development (WSSD) (Nomor 5)*. United Nations.
- UNISDR. (2005). “Hyogo Framework for Action 2005-2015: Building the Resilience of Nations and Communities to Disasters”. *UN world conference on disaster risk reduction*, 18–22.
- Yüksel, I., & Dağdeviren, M. (2007). “Using the analytic network process (ANP) in a SWOT analysis - A case study for a textile firm”. *Information Sciences*, 117(16), 3364-3382.