

TINGKAT KERENTANAN TERHADAP BENCANA BANJIR DI KECAMATAN TONDANO TIMUR KABUPATEN MINAHASA

Hanni Alfio Horhoruw¹, Octavianu H. A. Rogi², & Surijadi Supardjo³

¹Mahasiswa S1 Program Studi Perencanaan Wilayah & Kota Universitas Sam Ratulangi Manado`

² & ³ Staf Pengajar Jurusan Arsitektur, Universitas Sam Ratulangi Manado

Email: al.hohoruw@gmail.com

Abstrak

Bencana banjir merupakan salah satu bencana yang sering terjadi di wilayah-wilayah Indonesia. Kecamatan Tondano Timur merupakan salah satu kecamatan di Kabupten Minahasa yang sering terjadi bencana banjir, dikarenakan meluapnya sungai tondano dan meluapnya danau tondano. Tujuan dari penelitian ini yaitu merekomendasikan strategi mitigasi bencana melalui analisis spasial dalam tingkat kerentanan bencana banjir dalam aspek fisik, sosial, ekonomi dan lingkungan. Penelitian ini menggunakan metode analisis deskriptif dan kuantitatif dengan melakukan analisis spasial. Sesuai analisis tersebut, maka dalam menganalisis tingkat kerentanan menggunakan metode pembobotan nilai terhadap aspek fisik bangunan, sosial kependudukan, ekonomi dan lingkungan yang parameter pembentuknya berdasarkan PERKA BNPB No. 02 Tahun 2012 tentang Pedoman Umum Pengkajian Risiko Bencana, sehingga diperolehnya indeks penduduk terpapar dan indeks kerugian dari dampak bencana. Analisis kerentanan diolah dalam SIG (Sistem Informasi Geografis) untuk mengklasifikasikan nilai kerentanan yang paling tinggi hingga paling rendah. Berdasarkan hasil penelitian, terdapat beberapa hal yaitu; persebaran tingkat kerentanan di kecamatan Tondano Timur terbagi atas 3 kelas (Rendah, Sedang dan Tinggi) tingkat kerentanan diteukan tingkat kerentanan tinggi pada 1 wilayah kelurahan, kerentanan sedang 1 wilayah kelurahan, dan kerentanan rendah pada 9 wilayah, dan yang menjadi pembahasan adalah desa dengan kelas indeks kerentanan tinggi pada tiap – tiap indeks kerentanan dan rekomendasi–rekomendasi mitigasi penanganan di wilayah yang rentan terhadap bencana banjir di kecamatan tondano timur.

Kata Kunci : Tingkat Kerentanan, Bencana Banjir, Kecamatan Tondano Timur

PENDAHULUAN

Bencana alam yang melanda suatu daerah dapat mengakibatkan terganggunya ketenangan dan pola hidup manusia. Dalam hal-hal tertentu, bencana alam mampu menghancurkan harapan hidup anggota masyarakat dengan menghilangkan sebagian atau semua kekayaan yang dimiliki baik yang berbentuk benda hidup, seperti anggota keluarga, ternak dan tanaman mampu benda mati, seperti rumah, pekarangan, ladang, dan sawah tempat masyarakat menggantungkan hidup. Bencana banjir hampir setiap musim penghujan melanda Indonesia Berdasarkan nilai kerugian dan frekuensi kejadian bencana banjir terlihat adanya peningkatan yang cukup berarti. Kejadian bencana banjir tersebut sangat dipengaruhi oleh faktor alam berupa curah hujan yang tinggi, permukaan

tanah lebih rendah dibandingkan muka air laut.

Kabupaten Minahasa merupakan salah satu kabupaten di Provinsi Sulawesi Utara, salah satu bencana yang sering terjadi adalah bencana banjir dikarenakan meluapnya danau tondano. Dalam Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Kabupaten Minahasa Daerah rawan bencana banjir sebagaimana dimaksud pada pasal 24 ayat 4, meliputi kawasan sekitar bagian hulu Sungai Tondano (outlet danau Tondano), sekitar Danau Tondano serta muara sungai Ranowanko (Tombariri).

Kecamatan Tondano Timur merupakan salah satu kecamatan dari Kabupaten Minahasa yang sering terjadi bencana banjir dikarenakan berada di daerah aliran sungai (DAS) dan di peinggiran danau

tondano, tercatat pada tahun 2012 dan tahun 2017 bencana terjadi di kelurahan Papakelan, Kelurahan makalonsouw, kelurahan kiniar, dan kelurahan Toulour yang mengakibatkan kerugian

Banjir menjadi masalah dan berkembang menjadi bencana ketika banjir tersebut mengganggu aktivitas manusia bahkan membawa korban jiwa dan harta benda. Oleh karena itu, adanya penelitian ini diharapkan mampu memetakan dan menganalisis tingkat kerentanan bencana banjir di Kecamatan Tondano Timur, sehingga diharapkan menjadi rekomendasi untuk penanganan awal dalam mengantisipasi bencana agar tidak menimbulkan kerugian besar. Dari uraian diatas muncul beberapa rumusan masalah yang menjadi tujuan penelitian ini:

1. Mengidentifikasi Tingkat Kerentanan Terhadap Bencana Banjir di Kecamatan Tondano Timur.
2. Merekomendasikan Strategi Mitigasi Untuk Mengurangi Kerentanan Bencana Banjir di Kecamatan Tondano Timur.

TINJAUAN PUSTAKA **Pengertian Bencana**

Bencana adalah peristiwa atau rangkaian peristiwa yang mengancam dan mengganggu kehidupan dan penghidupan masyarakat yang disebabkan, baik oleh faktor alam dan faktor non alam maupun faktor manusia sehingga mengakibatkan timbulnya korban jiwa manusia, kerusakan lingkungan, kerugian harta benda, dokumen, dan dampak psikologis.

Bencana Banjir

Banjir mengandung pengertian aliran air sungai yang tingginya melebihi muka air normal sehingga melimpas dari palung sungai menyebabkan adanya genangan pada lahan rendah disisi sungai. Aliran air limpasan tersebut yang semakin meninggi, mengalir dan melimpasi muka tanah yang biasanya tidak dilewati aliran air.

Bencana banjir merupakan peristiwa atau rangkaian peristiwa yang mengancam dan mengganggu kehidupan dan penghidupan masyarakat sehingga mengakibatkan timbulnya korban jiwa

manusia, kerusakan lingkungan, kerugian harta benda, dan dampak psikologis

Sebab Terjadinya Banjir

Banyak faktor yang menjadi penyebab terjadinya banjir. Namun secara umum penyebab terjadinya banjir dapat diklasifikasikan dalam 2 kategori, yaitu banjir yang disebabkan oleh sebab-sebab alami dan banjir yang diakibatkan oleh tindakan manusia.

Mitigasi Bencana

Mitigasi adalah serangkaian upaya untuk mengurangi risiko bencana, melalui perencanaan, pembangunan perumahan dan kawasan permukiman serta penyadaran dan peningkatan kemampuan masyarakat menghadapi ancaman bencana.

Pelaksanaan mitigasi bencana banjir bidang perumahan dan kawasan permukiman terhadap pembangunan prasarana, sarana, dan utilitas umum, memperhatikan:

- a. lokasi evakuasi dan penampungan sementara jika terjadi bencana banjir;
- b. Jaringan jalan yang dapat digunakan untuk jalur akses menuju ke lokasi evakuasi;
- c. Drainase dengan ukuran yang memadai berdasarkan data jenis dan daya serap tanah;
- d. Pembuatan sumur resapan;
- e. Pembuatan tanggul bagi sungai yang melewati perumahan dan kawasan permukiman;
- f. Ketersediaan sarana peringatan dini dan rambu-rambu yang dibutuhkan terkait dengan peringatan dini dan evakuasi; dan
- g. Pembuatan tempat pembuangan sampah sementara.

Mitigasi berarti mengambil tindakan-tindakan untuk mengurangi pengaruh-pengaruh dari suatu bahaya itu terjadi. Istilah mitigasi berlaku untuk cakupan yang luas dari aktifitas-aktifitas dan tindakan-tindakan perlindungan yang mungkin diawali, dari yang fisik, membangun bangunan-bangunan yang lebih kuat, sampai dengan yang procedural, seperti teknik-teknik yang

baku untuk menggabungkan penilaian bahaya didalam rencana penggunaan lahan. (UNDP, 1992 : 11).

Kerentanan Bencana

Kerentanan atau *vulnerability* telah muncul sebagai suatu konsep sentral dalam memahami akibat bencana alam serta untuk mengembangkan strategi pengelolaan risiko bencana. Definisi secara umum kerentanan adalah tingkatan suatu sistem yang mudah terkena atau tidak mampu menanggulangi bencana. Tingkat kerentanan dapat ditinjau dari aspek fisik, sosial kependudukan dan ekonomi. Kerentanan fisik menggambarkan suatu kondisi fisik yang rawan terhadap faktor bahaya (*hazard*) tertentu.

Tingkat kerentanan adalah indikator tingkat kerawanan pada kawasan yang belum dimanfaatkan sebagai kawasan budi daya, dengan hanya mempertimbangkan aspek kondisi alam, tanpa memperhitungkan besarnya kerugian yang diakibatkan. Kerentanan dalam penelitian ini di bagi menjadi beberapa komponen:

1. Komponen Sosial

Kondisi sosial masyarakat juga mempengaruhi tingkat kerentanan terhadap ancaman bahaya. Dari segi pendidikan, kekurangan pengetahuan tentang risiko bahaya dan bencana akan mempertinggi tingkat kerentanan, demikian pula tingkat kesehatan masyarakat yang rendah juga mengakibatkan rentan menghadapi bahaya.

2. Komponen Ekonomi

Secara fisik bentuk kerentanan yang dimiliki masyarakat berupa daya tahan menghadapi bahaya tertentu, misalnya: kekuatan bangunan rumah bagi masyarakat yang berada di daerah rawan gempa, adanya tanggul pengaman banjir bagi masyarakat yang tinggal di bantaran sungai dan sebagainya

3. Komponen Fisik

Kemampuan ekonomi suatu individu atau masyarakat sangat menentukan tingkat kerentanan terhadap ancaman bahaya. Pada umumnya masyarakat atau daerah yang miskin atau kurang mampu lebih rentan terhadap bahaya, karena tidak mempunyai kemampuan finansial yang memadai untuk

melakukan upaya pencegahan atau mitigasi bencana. Bencana banjir yang terjadi berdampak pada ekonomi masyarakat, yaitu terganggunya aktivitas atau pekerjaan masyarakat.

4. Komponen Lingkungan

Lingkungan hidup suatu masyarakat sangat mempengaruhi kerentanan. Masyarakat yang tinggal di daerah yang kering dan sulit air akan selalu terancam bahaya kekeringan. Penduduk yang tinggal di lereng bukit atau pegunungan rentan terhadap ancaman tanah longsor dan sebagainya

METODOLOGI

Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian kuantitatif dengan pendekatan deskriptif. Metode penelitian kuantitatif adalah suatu proses menemukan pengetahuan yang menggunakan data berupa angka sebagai alat menganalisis keterangan mengenai apa yang ingin diketahui. Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif dengan tujuan untuk mendeskripsikan objek penelitian ataupun hasil penelitian. Dalam penelitian ini melakukan analisis terhadap tingkat kerentanan bencana banjir di kecamatan tondano timur sesuai dengan Perka BNPB No.2 Tahun 2012 tentang Kajian Umum Risiko Bencana.

Variable penelitian

Tabel 1 Variabel Penelitian

Variabel	Parameter
Kerentanan Fisik	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Rumah ▪ Fasilitas Umum ▪ Fasilitas Kritis
Kerentanan Sosial	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Kepadatan Penduduk ▪ Rasio Jenis Kelamin ▪ Rasio Penduduk Cacat ▪ Rasio Penduduk Miskin ▪ Rasio Kelompok Umur
Kerentanan Ekonomi	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Lahan Produktif ▪ PDRB

Kerentanan Lingkungan	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Hutan alam ▪ Rawa ▪ Semak Belukar
-----------------------	---

Sumber: Penulis 2019

Analisis Kerentana Bencana Banjir

Analisis tingkat kerentanan dilakukan dengan memasukkan data – data sesuai dengan parameter – parameter yang sudah ditentukan dan dilanjutkan dengan pembobotan nilai sesuai Perka BNPB No. 2 Tahun 2012 tentang Pedoman Umum Pengkajian Risiko Bencana dengan paramater pembobotan nilai sebagai berikut:

1. Kerentanan Sosial

Indikator yang digunakan untuk kerentanan sosial adalah kepadatan penduduk, rasio jenis kelamin, rasio kemiskinan, rasio orang cacat dan rasio kelompok umur. Indeks kerentanan sosial.

Tabel 2 Parameter Kerentanan Sosial

Parameter	Bobot (%)	Kelas Indeks			Skor
		Rendah	sedang	Tinggi	
Kepadatan penduduk	60	< 5 jiwa/ha	5- 10 jiwa/ha	> 10 jiwa/ha	Nilai
Jenis kelamin (10%)	40	<20 %	20-40%	>40 %	
Kemiskinan (10%)					
Orang cacat (10%)					
Kelompok umur (10%)					
$\text{Kerentanan Sosial} = (0,6 \times \text{Kepadatan Penduduk}) + (0,1 \times \text{Rasio Jenis Kelamin}) + (0,1 \times \text{Rasio Kemiskinan}) + (0,1 \times \text{Rasio Orang Cacat}) + (0,1 \times \text{Rasio Kelompok Umur})$					

2. Kerentanan Fisik

Indikator yang digunakan untuk kerentanan fisik adalah kepadatan rumah (permanen, semipermanen dan non-permanen), ketersediaan bangunan/fasilitas umum dan ketersediaan fasilitas kritis.

Tabel 3 Parameter Kerentanan Fisik

	Kelas Indeks	Skor

Parameter	Bobot (%)	Rendah	sedang	Tinggi	Nilai
Rumah	40	<400jt	400-800jt	>800jt	
Fasilitas Umum	30	<500jt	500jt-1M	>1M	
Fasilitas Kritis	30	<500jt	500jt – 1M	>1M	
Persamaan Kerentanan Fisik: $\text{Kerentanan fisik} = (0,4 \times \text{skor rumah}) + (0,3 \times \text{fasilitas umum}) + (0,3 \times \text{fasilitas kritis})$					

3. Kerentanan Ekonomi

Parameter konversi indeks kerentanan ekonomi ditunjukkan pada persamaan dalam di bawah ini:

Tabel 4 Parameter Kerentanan Ekonomi

Parameter	Bobot (%)	Kelas Indeks			Skor
		Rendah	sedang	Tinggi	
Lahan Produktif	60	<50 jt	50 - 200jt	>200jt	Nilai
PDRB	40	<100jt	100-300jt	>300jt	Nilai
$\text{Kerentanan ekonomi} = (0,6 \times \text{skor lahan produktif}) + (0,4 \times \text{skor PDRB})$					

4. Kerentanan Lingkungan

Indikator yang digunakan untuk kerentanan lingkungan adalah penutupan lahan.

Table 5 Parameter kerentanan lingkungan

Parameter	Bobot (%)	Kelas Indeks			Skor
		Rendah	sedang	Tinggi	
Hutan lindung	10	<20ha	20-50 ha	>50 ha	Nilai
Hutan alam	30	<25ha	25 - 75 ha	> 75 ha	
Hutan Bakau	10	<10 ha	10 - 30 ha	> 30 ha	
Semak Belukar	10	<10 ha	10 - 30 ha	> 30 ha	

Rawa	20	<5 ha	5 - 20 Ha	> 20 ha
<p>Persamaan Kerentanan Lingkungan:</p> $\text{Kerentanan lingkungan} = (0,3 \times \text{skor hutan lindung}) + (0,3 \times \text{skor hutan alam}) + (0,1 \times \text{skor hutan bakau}) + (0,1 \times \text{skor semak belukar}) + (0,2 \times \text{skor rawa})$				

Setelah pembobotan nilai setiap para- meterparameter dalam analisis kerentanan, dilanjutkan dengan proses skoring sesuai kelas Kawasan Rawan Bencana seperti di jelaskan di tabel dibawah ini.

Tabel 6 Parameter Indeks Kerentanan

Jenis Kerentanan	Skor dan Kelas Kerentanan			Bobot (%)
	Rendah	sedang	Tinggi	
Kerentanan Sosial	0.33	0.67	1	40
Kerentanan Ekonomi				25
Kerentanan Fisik				25
Kerentanan Lingkungan				10

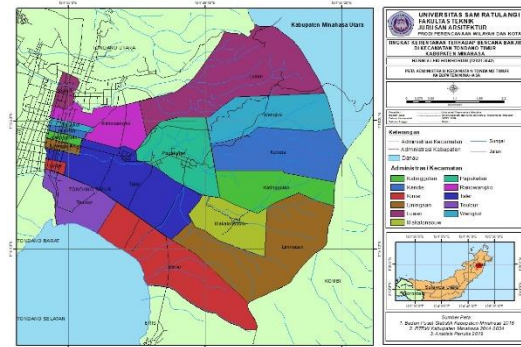
HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambara Umum Wilayah Penlitaian

Kecamatan Tondano Timur adalah salah satu kecamatan terletak di Kabupaten Minahasa yang terletak di ibukota Kabupaten Minahasa, yaitu: Kcamatan Tondano Barat, Kacatan Tondano Timur, Kecamatan Tondano selatan dan Kecamatan Tondano Utara. Kecamatan Tondano timur terletak di antara 1°20 smpa 1°27 lintang utara ddan antara 124°52 bujur timur.

Dengan luas wilayah kecamatan adalah 3671 Ha. Berdasarkan posisi geografisnya, Kecamatan Tondano Timur berbatasan langsung dengan:

- Utara – Kecamatan Tondano Utara
- Selatan – Kecamatan Eris
- Barat –Kecamatan Tondano Barat
- Timur –Kecamatan Kombi



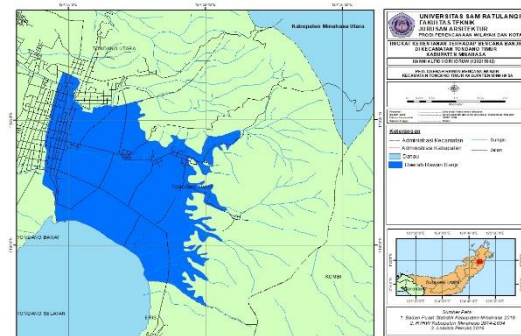
Gambar 1 Lokasi Penelitian

Kawasan Rawan Bencana Banjir

Kawasan rawan bencana banjir adalah kawasan yang pernah terlanda atau diidentifikasi berpotensi terancam bahaya banjir baik secara langsung ataupun tidak langsung. Peta kawasan rawan bencana banjir adalah peta petunjuk tingkat kerawanan bencana suatu daerah apabila terjadi bencana banjir.

Berdasarkan Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Kabupaten Minahasa tahun 2014 – 2034. Daerah rawan bencana banjir sebagaimana dimaksud pada pasal 24 ayat 4, meliputi kawasan sekitar bagian hulu Sungai Tondano (outlet danau Tondano), sekitar Danau Tondano serta muara sungai Ranowanko (Tombariri).

Sebagaimana yang dimaksud wilayah rawan banjir, kecamatan Tondano Timur juga termasuk dalam wilayah rawan banjir. Dengan luas kawasan rawan banjir di kecamatan Tondano Timur adalah 1165ha (31.71%) dari total luas Kcamatan Tondano Timur 3671ha. Berikut adalah peta kawasan rawan banjir Kabupaten Minahasa dengan diambil dari RTRW (2014 – 2034) diliat pada gambar beikut:



Gambar 2 Peta Daerah Rawan Bencana Banjir

Pembahasan
Indeks Kerentanan Sosial

Perhitungan indeks kerentanan fisik dengan formula atau rumus solutif yaitu sebagai berikut :

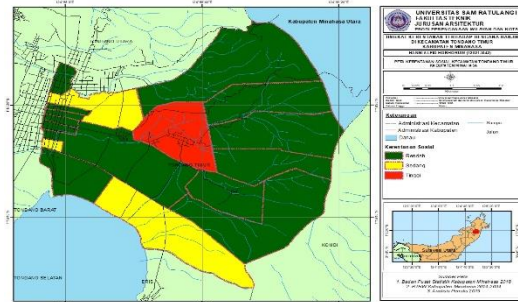
$$\text{Kerentanan Sosial} = (0,6 * \text{Kepadatan Penduduk}) + (0,1 * \text{Rasio Jenis kelamin}) + (0,1 * \text{Rasio Kemiskinan}) + (0,1 * \text{Rasio Orang Cacat}) + (0,1 * \text{Rasio Kelompok Umur})$$

Table 7 Indeks Kerentanan Sosial

No	Kelurahan	(0,6 * Kepadatan Penduduk)	(0,1 * Rasio Jenis Kemiskinan)	(0,1 * Rasio Orang Cacat)	(0,1 * Rasio Kalamak-Timur)	Kerentanan Sosial	Kelas
1	Toulour	0.1998	0.001	0.033	0.033	0.4664	Rendah
2	Kiniar	0.402	0.001	0.067	0.033	0.635	Sedang
3	Taler	0.1998	0.001	0.033	0.033	0.4664	Rendah
4	Linggaan	0.1998	0.001	0.033	0.033	0.4664	Rendah
5	Katingolan	0.1998	0.001	0.033	0.033	0.4664	Rendah
6	Kendis	0.1998	0.001	0.033	0.033	0.4664	Rendah
7	Wengkol	0.1998	0.001	0.033	0.033	0.4664	Rendah
8	Ranowanko	0.402	0.001	0.067	0.033	0.635	Sedang
9	Luaan	0.1998	0.001	0.033	0.033	0.4664	Rendah
10	Papakelan	0.601	0.001	0.067	0.033	0.9	Tinggi
11	Makalonsouw	0.1998	0.001	0.033	0.033	0.4664	Rendah

Sumber Peneliti 2019

Dari hasil analisis diatas yang termasuk dalam klasifikasi di kecamatan Tondano Timur dengan kerentanan sosial yang tinggi yaitu Kelurahan Papakelan. Yang masuk kelas sedang yaitu Kelurahan Kiniar, dan Ranowanko, dan yang masuk kelas rendah yaitu Kelurahan Toulour, Taler, Linggaan, Katinggolan, Kendis, Wengkol, Luaan, dan Makalonsouw. Untuk gambar visualisasi peta kerentanan sosial dapat dilihat pada gambar:



Gambar 3 Peta Indeks Kerentanan Sosial

Indeks Kerentanan Fisik

Indikator yang digunakan untuk kerentanan fisik adalah kepadatan rumah (permanen, semipermanen dan non-permanen), ketersediaan bangunan/fasilitas umum dan ketersediaan fasilitas kritis. Kepadatan rumah diperoleh dengan membagi mereka atas area terbangun atau luas desa dan dibagi berdasarkan wilayah (dalam ha) dan dikalikan dengan harga satuan dari masing-masing parameter. Perhitungan indeks kerentanan fisik dengan formula atau rumus solutif yaitu sebagai berikut:

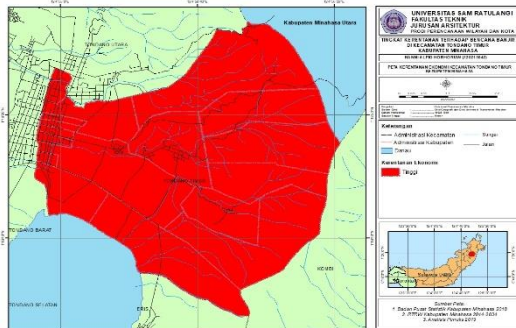
$$\text{Kerentanan fisik} = (0,4 \times \text{skor rumah}) + (0,3 \times \text{fasilitas umum}) + (0,3 \times \text{fasilitas kritis})$$

Table 8 Indeks Kerentanan Fisik

No	Kelurahan	(0,4 * Skor Rumah)	(0,3 * Skor Fasilitas Umum)	(0,3 * Fasilitas Kritis)	Kerentanan Fisik	Kelas
1	Toulour	0.4	0.3	0.3	1	Tinggi
2	Kiniar	0.4	0.3	0.3	1	Tinggi
3	Taler	0.4	0.3	0.3	1	Tinggi
4	Linggaan	0.4	0.3	0.3	1	Tinggi
5	Katingolan	0.4	0.3	0.3	1	Tinggi
6	Kendis	0.4	0.3	0.3	1	Tinggi
7	Wengkol	0.4	0.3	0.3	1	Tinggi
8	Ranowanko	0.4	0.3	0.3	1	Tinggi
9	Luaan	0.4	0.3	0.3	1	Tinggi
10	Papakelan	0.4	0.3	0.3	1	Tinggi
11	Makalonsouw	0.4	0.3	0.3	1	Tinggi

Sumber Peneliti 2019

Dari hasil analisis diatas dapat dilihat kecamatan Tondano Timur memiliki nilai kerentanan ekonomi yang tinggi di setiap kelurahan.



Gambar 4 Peta Indeks Kerentanan Fisik

Indeks Kerentanan Ekonomi

Perhitungan indeks lingkungan dengan rumus solutif yaitu sebagai berikut:

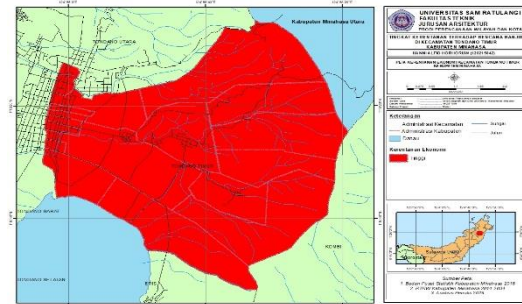
$$\text{Kerentanan Ekonomi} = (0.6 * \text{Skor lahan produktif}) + (0.4 * \text{Skor PDRB})$$

Table 9 Indeks Kerentanan Ekonomi

No	Kelurahan	(0.6 * Skor Lahan Produktif)	(0.4 * Skor PDRB)	Kerentanan Ekonomi	Kelas
1	Toulour	0.6	0.4	1	Tinggi
2	Kiniar	0.6	0.4	1	Tinggi
3	Taler	0.6	0.4	1	Tinggi
4	Liningan	0.6	0.4	1	Tinggi
5	Katinggolan	0.6	0.4	1	Tinggi
6	Kendis	0.6	0.4	1	Tinggi
7	Wengkol	0.6	0.4	1	Tinggi
8	Ranowan	0.6	0.4	1	Tinggi
9	Luaan	0.6	0.4	1	Tinggi
10	Papakelan	0.6	0.4	1	Tinggi
11	Makalonsouw	0.6	0.4	1	Tinggi

Sumber Peneliti 2019

Dari hasil analisis diatas yang termasuk dalam klasifikasi di Kecamatan Tondano Timur memiliki tingkat kerentanan ekonomi yang tinggi. Untuk gambar visualisasi peta kerentanan ekonomi dapat dilihat pada gambar:



Gambar 5 Peta Indeks Kerentanan Ekonomi

Indeks Kerentanan Lingkungan

$$\text{Kerentanan lingkungan} = (0,3 \times \text{skor hutan lindung}) + (0,3 \times \text{skor hutan alam}) + (0,1 \times \text{skor hutan bakau}) + (0,1 \times \text{skor semak belukar}) + (0,2 \times \text{skor rawa})$$

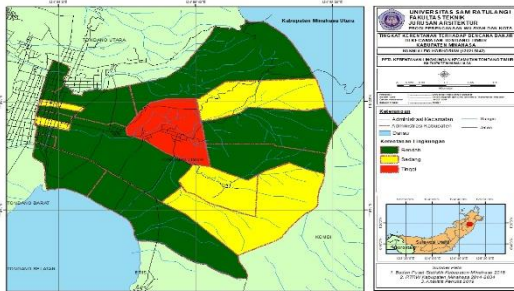
Table 10 Indeks Kerentanan Lingkungan

No	Kelurahan	(0.1 * Skor Hutan Lindung)	(0.3 * Skor Hutan Alam)	(0.4 * Skor Hutan Bakau)	(0.1 * Skor Semak Belukar)	(0.1 * Skor Rawa)	Kerentanan Lingkungan	Kelas
1	Toulour	0	0	0	0.0667	0.0333	0.1	Rendah
2	Kiniar	0	0	0	0	0	0	Rendah
3	Taler	0	0	0	0.0667	0	0.0667	Rendah
4	Liningan	0	0.0999	0	0.1333	0.0332	0.2332	Sedang
5	Katinggolan	0	0	0	0	0	0	Rendah
6	Kendis	0	0	0	0	0	0	Rendah
7	Wengkol	0	0.3	0	0	0	0.3	Sedang
8	Ranowan	0	0	0	0	0	0	Rendah
9	Luaan	0	0	0	0.1	0	0.1	Rendah
10	Papakelan	0	0.3	0	0.1	0.1	0.5	Tinggi
11	Makalonsouw	0	0.3	0	0	0	0.3	Sedang

Sumber Peneliti 2019

Dari hasil analisis diatas Kecamatan Tondano Timur dengan kerentanan lingkungan yang tinggi yaitu Kelurahan

Papapkelan dengan nilai kerentanan lingkungan. Yang masuk kerentanan lingkungan sedang Kelurahan Liningaan dan Makalonsow dan yang rendah adalah Kelurahan Toulour, Kiniar, Taler, Wengkol, Katingolan, Kendis, Ranowanko, Luaan. Untuk gambar visualisasi peta kerentanan fisik dapat dilihat pada gambar:



Gambar 6 Peta Indeks Kerentanan Lingkungan

Kerentanan Bencana Banjir

Setelah hasil dari seluruh indikator didapatkan, maka selanjutnya berdasarkan Perka Badan Nasional Penanggulangan Bencana No. 02 Tahun 2012 semua indikator kerentanan akan diakumulasikan untuk mendapatkan nilai Kerentanan Banjir. Adapun rumus yang digunakan untuk menghitung nilai kerentanan banjir adalah sebagai berikut:

$$\text{Kerentanan Banjir} = (0.4 * \text{Skor Kerentanan Sosial}) + (0.25 * \text{Skor Kerentanan Ekonomi}) + (0.25 * \text{Skor Kerentanan Fisik}) + (0.1 * \text{Skor Kerentanan Lingkungan})$$

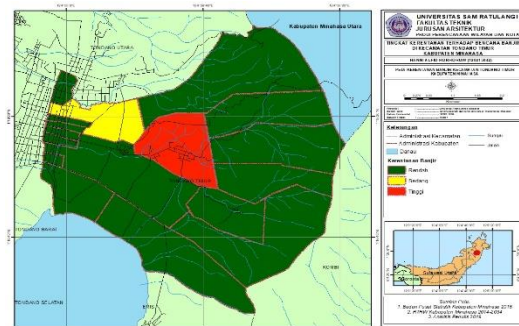
Table 11 Indeks Kerentanan Banjir

No	Kelurahan	(0.4 * Skor Kerentanan Sosial)	(0.25 * Skor Kerentanan Ekonomi)	(0.25 * Skor Kerentanan Fisik)	(0.1 * Skor Kerentanan Lingkungan)	Kerentanan Banjir	Kategori Kelas
1	Toulour	0.18656	0.25	0.25	0.01	0.69656	Rendah
2	Kiniar	0.2434	0.25	0.25	0	0.7434	Rendah
3	Taler	0.17324	0.25	0.25	0.00667	0.73994	Rendah

4	Liningaan	0.17324	0.25	0.25	0.02332	0.69656	Rendah
5	Katingolan	0.17324	0.25	0.25	0	0.67324	Rendah
6	Kendis	0.17324	0.25	0.25	0	0.67324	Rendah
7	Wengkol	0.17324	0.25	0.25	0.03	0.70324	Rendah
8	Ranowanko	0.2676	0.25	0.25	0	0.7676	Sedang
9	Luaan	0.17324	0.25	0.25	0.01	0.68324	Rendah
10	Papakelan	0.36	0.25	0.25	0.05	0.91	Tinggi
11	Makalonsow	0.19992	0.25	0.25	0.03	0.72992	Rendah

Sumber peneliti 2019

Dari hasil analisis diatas Kecamatan Tondano Timur dengan Kerentanan Banjir yang tinggi yaitu Kelurahan Papakelan dengan nilai 0.91. Yang masuk Kerentanan Banjir yang sedang adalah Kelurahan Ranowanko dengan nilai kerentanan 0.75216 - 0.83107. Yang masuk kelas rendah yaitu Kelurahan Toulou, Kiniar, Taler, Liningaan, Katingolan, Kendis, Luaan dan makalonsow dengan nilai kerentanan 0.67234 - 0.75215. Untuk gambar visualisasi peta Kerentanan Banjir dapat dilihat pada gambar:



Gambar 7 Peta Indeks Kerentanan Bencana Banjir

Rekomendasi Mitigasi

Berdasarkan hasil analisis tingkat kerentanan maka perlu di ambil langkah-langkah atau arahan penanggulangan dalam melakukan mitigasi bencana, di lihat dari hasil indeks kerentanan khususnya pada 1 (satu) desa dengan tingkat kerentanan tinggi, dan namun juga pada indeks kerentanan yang memiliki skor parameter tinggi.

Kegiatan-kegiatan pada tahap pra-bencana erat kaitannya dengan istilah mitigasi bencana yang merupakan upaya untuk meminimalisir dampak bencana dan kerugiannya. Mitigasi bencana mencakup baik perencanaan dan pelaksanaannya tindakan-tindakan untuk mengurangi dampak dari suatu bencana yang di lakukan sebelum terjadi.

Rekomendasi penanganan yang sederhana ini di berikan sebagai langkah awal dalam melakukan mitigasi bencana berdasarakan perhitungan dari indeks kerentanan banjir di Kecamatan Tondano Timur, sehinga didapatkan kelurahan yang memiliki potensi rentan terhadap bencana seperti dapat di lihat pada:

No	Skor Parameter Tinggi	Rekomendasi Awal
1	Rasio Jenis Kelamin	– Meningkatkan pemberdayaan perempuan dan juga pendidikan kebencanaan dan kesiapsiagaan terhadpa bencana.
2	Kepadatan Penduduk	– Program Keluarga Berencana KB – Mensosialisasikan UU Perkawinan mengenai batas usia nikah.
3	Rasio Penduduk Miskin	– Memebuka lapangan pekerjaan dan bantuan modal – Bantuan/ sumbangan bagi sebagai upaa penekanan indeks penduduk terkapar
4	Lahan Produktif	– Membuat dan memperbaiki saluran irigasi pada lahan produktif (padi, jagung, cabai rawit, kedelai) agar dapat mengurangi kerugian akibat bencana.
5	PDRB	– Mengalokasikan dana penanggulangan bencana banjir
6	Rumah, Fasilitas Umum dan Fasilitas Kritis	– Kebijakan penghijauan halaman rumah – Kebijakan larangan atau tidak memeberikan IMB pada daerah sepadan sungai dan sempadan danau. – Membersikan saluran drainase dan memperbaiki saluran yang rusak. – Pengerukan sungai yang tertutupi tumbuhan eceng ondok.
7	Skor Hutan Alam	– Perlu adanya konsevasi perlindungan dan pengelolaan kawasan hutan alam di kawasan rentan bencana banjir sebagai upaya mengurangi kerugian.
8	Skor Rawa	– Perlu adanya konsevasi perlindungan dan pengelolaan rawa di kawasan rentan bencana

banjir sebagai upaya mengurangi kerugian.

KESIMPULAN

Berdasarkan pembahasan dan tujuan dari penelitian pada bab sebelumnya, dapat disimpulkan beberapa hal yaitu :

1. Hasil Analisis Tingkat Kerentanan pada Kecamatan Tondano Timur di klasifikasikan menjadi tiga yaitu kerentanan tinggi, sedang, dan rendah.
 - a. Kerentanan tinggi terdapat pada 1 wilayah kelurahan yaitu Kelurahan Papakelen.
 - b. Kerentanan sedang terdapat pada 1 wilayah kelurahan yaitu Kelurahan Ranowanko
 - c. Kerentanan rendah terdapat pada 9 wilayah kelurahan yaitu Kelurahan Toulour, Kiniar, Taler, Liningaan, katinggolan, Kendis, Wengkol, Luanan, Makalonsouw.
2. Hasil analisis indeks kerentanan banjir untuk 1 (satu) Kelurahan dengan tingkat kerentanan tinggi perlu dilakukan usulan atau rekomendasi penanganan yang ditujukan untuk pemerintah Kabupaten Minahasa / Kecamatan Tondano timur terkait hal-hal perencanaan dan pengembangan mitigasi bencana berdasarkan aspek fisik, Sosial, Ekonomi dan Lingkungan.

SARAN

Berdasarkan hasil penelitian serta hal-hal yang terkait dengan keterbatasan penelitian, maka terdapat hal yang perlu diperhatikan yaitu:

1. Bagi pemerintah, yaitu :
Pemerintah hendaknya dapat menentukan adaptasi yang tepat dan sesuai dan bertindak cepat sehingga kerentanan bencana dapat dikurangi.
2. Kepada pihak akademisi :
 - a. Menjadi penggerak lingkungan, bersama dengan pemerintah memberikan sosialisasi dan pemberdaayaan kepada

masyarakat mengenai kerentanan bencana banjir dan upaya mitigasi.

- b. Melakukan penelitian lanjut untuk mengembangkan penelitian ini
3. Kepada Masyarakat: Keberlanjutan lingkungan perlu dijaga demi masa depan melalui tindakan nyata yang dapat dilakukan yaitu berperan aktif dalam menjaga kebersihan lingkungan serta menjai pelaku - pelaku hijau.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim- Kecamatan Tondano Timur Angka 2018. Badan Pusat Statistik Kabupaten Minahasa
- Anonim Kabupaten Mianahasa Angka 2018. Badan Pusat Statistik Kabupaten Minahasa
- Anonim Rencana Tata Ruang Wilayah Kabupaten Minahasa Tahun 2014-2034.
- Anonim- Undang-Undang Nomor 26 tahun 2007 tentang *Penataan Ruang*.

Abast, D., I. Moniaga., P.Gosal., 2015. *Tingkat Kerentanan Terhadap Bahaya Banjir di Kelurahan Ranotanal. Jurnal Spasial Vol. 3 No. 2. Universitas Sam Ratulangi Manado.*

Badan Penanggulangan Bencana Daerah Kabupaten Mianahasa.

Badan Nasional Penanggulangan Bencana. 2012. *Pedoman Umum Pengkajian Risiko Bencana.*

Dewi, E., 2014. *Mitigasi Bencana Banjir di Kelurahan Nusukan Kecamatan Banjarsari Kota Surakarta.* Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Muhammadiyah Surakarta. Surakarta

Mistra. 2007. *Antisipasi Rumah di Daerah Rawan Banjir.* Depok: Penebar Swadaya

Peraturan Menteri Perumahan Rakyat 2014 - *Pedoman Mitigasi Bencana Alam Bidang*

Perumahan dan Kawasan Permukiman”.

Ristya, Wika. 2012. *Kerentanan Wilayah Terhadap Banjir Di Sebagian Cekungan Bandung.* Depok: Universitas Indonesia

Sukandarrumidi. 2010. *Bencana Alam & Bencana Anthropogene.* Penerbit KANISIUS

Sambas, A., 2017. *Kajian Kawasan Berpotensi Banjir dan Mitigasi Bencana Banjir Pada Sub Daerah Aliran Sungai Walanae Kecamatan Dua Boccoe Kabupaten Bone.* Skripsi Perencanaan Wilayah dan Kota. Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar.

Wismarini, T., M. Sukur., 2015. *Penentuan Tingkat Kerentanan Banjir Secara Geospasial. Jurnal Teknologi Informasi Vol. 20 No.1. Fakultas Teknologi Informasi. Universitas Stikubank Semarang.*