

STRATEGI PENANGANAN BANJIR BERBASIS MITIGASI BENCANA PADA KAWASAN RAWAN BENCANA BANJIR DI KECAMATAN BOLANGITANG BARAT KABUPATEN BOLAANG MONGONDOW UTARA

Sri Dian K.H. Eato¹, Michael M.Rengkung², Johannes Van Rate³

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

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

Abstrak. Kecamatan Bolangitang Barat adalah salah satu kecamatan yang sering menjadi langganan banjir setiap tahunnya. Sesuai dengan rencana pola ruang pada RTRW Kabupaten Bolaang Mongondow Utara Tahun 2011 – 2031 kecamatan ini memiliki kawasan rawan bencana banjir yang dialiri oleh Daerah Aliran Sungai (DAS) Bolangitang dan membentang melewati Desa Paku hingga Desa Bolangitang Induk. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengidentifikasi kajian risiko bencana banjir di kawasan rawan bencana banjir di Kecamatan Bolangitang Barat, Kabupaten Bolaang Mongondow Utara dan merumuskan strategi penanganan banjir berbasis mitigasi bencana pada kawasan rawan banjir di Kecamatan Bolangitang Barat, Kabupaten Bolaang Mongondow Utara. Penelitian ini menggunakan metode analisis kuantitatif dengan pendekatan analisis *overlay/superimpose* untuk menganalisa tingkat kerentanan, tingkat bahaya dan tingkat risiko dari bencana banjir. Berdasarkan analisa tersebut dihasilkan kajian bahwa seluruh kawasan rawan banjir di Kecamatan Bolangitang Barat berpotensi terdampak banjir dengan risiko tinggi berada di Desa Jambusarang, Ollot II dan Paku. Strategi penanganan banjir berbasis mitigasi bencana di kawasan rawan banjir Kecamatan Bolangitang Barat terbagi menjadi dua, yaitu : (1). Mitigasi struktural berupa penjelasan mengenai pembuatan bangunan pengendali banjir seperti pembuatan tanggul, pembuatan struktur jaringan drainase, dan pembuatan *drop structure*; (2) Mitigasi non struktural berupa pelatihan dan simulasi mitigasi bencana, serta pengevaluasian kebijakan pengurangan risiko dampak bencana banjir pada kawasan rawan bencana banjir di Kecamatan Bolangitang Barat, Kabupaten Bolaang Mongondow Utara.

Kata Kunci : Mitigasi Bencana, Banjir, Kawasan Rawan Banjir, Kecamatan Bolangitang Barat, Kabupaten Bolaang Mongondow Utara

PENDAHULUAN

Indonesia sebagai negara kepulauan, secara geografis terletak di daerah katulistiwa, di apit di antara dua benua yaitu Benua Asia dan Benua Australia dan terletak di antara dua samudera yakni Samudera Pasifik dan Samudera Hindia, serta berada pada pertemuan tiga lempeng tektonik utama dunia yang merupakan wilayah teritorial yang sangat rawan terhadap bencana alam dan salah satunya adalah bencana banjir.

Berdasarkan catatan kejadian bencana pada periode tahun 1815 – 2012 yang di himpun oleh Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB), bencana banjir merupakan bencana yang paling sering terjadi dan menduduki peringkat pertama di Indonesia. Kejadian banjir yang biasa terjadi lebih disebabkan karena faktor curah hujan yang lebat dan berkepanjangan pada musim penghujan sehingga akibatnya dapat berdampak pada kerugian harta benda, kerusakan lingkungan, sarana dan prasarana, fasilitas umum dan sampai memakan korban jiwa.

Kabupaten Bolaang Mongondow Utara, Kecamatan Bolangitang Barat adalah salah satu kecamatan yang sering menjadi langganan banjir setiap tahunnya. Kecamatan ini dialiri oleh Daerah Aliran Sungai (DAS) Bolangitang yang membentang melewati Desa Paku hingga Desa Bolangitang Induk. Sesuai dengan rencana pola ruang pada RTRW Kabupaten Bolaang Mongondow Utara Tahun 2011 – 2031, kecamatan ini memiliki kawasan rawan bencana banjir seluas 349,7 Ha atau sekitar 2% dari luas wilayah Kecamatan Bolangitang Barat dan kawasan rawan banjir ini tersebar di beberapa desa yang dilalui oleh Daerah Aliran Sungai Bolangitang. Kawasan tersebut merupakan kawasan yang didominasi oleh pemukiman, terdapat sarana pendidikan, fasilitas umum, lahan pertanian, perkebunan dan peternakan sehingga apabila terjadi banjir maka kerugian yang disebabkan sangatlah besar, tercatat bahwa banjir pada tanggal 26 januari 2017 sekitar 191,5 ha lahan pertanian terendam dan terancam mengalami kegagalan panen serta banyak harta benda warga dan aset sarana pendidikan yang rusak dan terbawa arus banjir, selain itu berdasarkan wawancara dengan warga bahwa pada banjir tahun 1995

sampai saat ini belum ada penanganan khusus yang bisa meminimalisir dampak ataupun mengurangi risiko yang disebabkan oleh banjir.

UU No 24 Tahun 2007 Pasal 47 menyebutkan bahwa untuk mengurangi risiko bencana bagi masyarakat yang berada pada kawasan rawan bencana hal yang harus dilakukan adalah dengan melakukan kegiatan mitigasi. Identifikasi kawasan rawan bencana melalui kajian risiko dengan menghitung nilai kerentanan, nilai bahaya dan nilai risiko bencana merupakan salah satu kegiatan dalam mitigasi bencana. Untuk itu kawasan rawan bencana banjir Kecamatan Bolangitang Barat perlu diupayakan suatu strategi penanganan banjir yang berbasis mitigasi bencana baik secara struktural ataupun non struktural agar masyarakat yang bermukim di kawasan rawan bencana banjir tersebut dapat lebih mempersiapkan diri untuk menghadapi fenomena banjir, segera berantisipasi dan cepat tanggap terhadap bencana banjir serta dapat diminimalisasikan meskipun bencana tersebut tidak dapat dihindari untuk masa yang akan datang. Dalam rangka mewujudkan sustainable development dan menghindari terjadinya dampak bencana yang lebih luas, maka upaya mitigasi perlu diselenggarakan secara terpadu, lintas sektor dan lintas wilayah dengan memperhatikan daya dukung lingkungan wilayah tersebut. Dengan demikian, kerugian dan kerusakan akibat bencana banjir dapat dikurangi.

Tujuan penelitian ini adalah mengidentifikasi kajian risiko bencana banjir di kawasan rawan bencana banjir di Kecamatan Bolangitang Barat Kabupaten Bolaang Mongondow Utara dan merumuskan strategi penanganan banjir berbasis mitigasi bencana pada kawasan rawan banjir di Kecamatan Bolangitang Barat Kabupaten Bolaang Mongondow Utara.

TINJAUAN PUSTAKA

Pengertian Banjir

Banjir adalah debit aliran air sungai yang secara relatif lebih besar dari biasanya normal akibat hujan yang turun di hulu atau di suatu tempat tertentu secara terus menerus, sehingga tidak dapat ditampung oleh alur sungai yang ada, maka air melimpah keluar dan menggenangi daerah sekitarnya.

Pengertian Mitigasi Bencana

Mitigasi sebagaimana dimaksud dalam UU No 24 Tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana Pasal 44 huruf c adalah untuk mengurangi risiko bencana bagi masyarakat yang berada pada kawasan rawan bencana. Mitigasi bencana sebagaimana dimaksud dalam PP No 21 Tahun 2008 tentang Penyelenggaraan Penanggulangan Bencana Pasal 15 huruf c adalah mengurangi risiko dan dampak yang diakibatkan oleh bencana terhadap masyarakat yang berada pada kawasan rawan bencana.

Identifikasi Daerah Risiko Bencana Melalui Tindakan Mitigasi Bencana

Dalam melakukan tindakan mitigasi bencana, langkah yang harus dilakukan ialah melakukan kajian/identifikasi risiko bencana terhadap daerah tersebut. Dalam menghitung risiko bencana sebuah daerah, harus mengetahui Bahaya (*hazard*), dan Kerentanan (*vulnerability*) suatu wilayah yang berdasarkan pada karakteristik kondisi fisik dan wilayahnya :

1. Bahaya mengacu pada kejadian baik alam maupun akibat perbuatan manusia yang dapat menimbulkan bencana yang mengakibatkan kerugian baik harta, benda, maupun nyawa. Bahaya dapat merujuk ke berbagai jenis bencana alam (banjir, badai, gempa bumi, kebakaran hutan, dll), teknologi (bahan tumpahan berbahaya, kecelakaan nuklir, listrik padam, dll), atau kejadian akibat ulah manusia (biokimia, bom, senjata, massa kehancuran, terorisme). Bahaya ini bisa menimbulkan bencana maupun tidak. Bahaya dianggap sebuah bencana (*disaster*) apabila telah menimbulkan korban dan kerugian.
2. Kerentanan (*vulnerability*) adalah rangkaian kondisi yang menentukan apakah bahaya (baik bahaya alam maupun bahaya buatan) yang terjadi akan dapat menimbulkan bencana (*disaster*) atau tidak. Rangkaian kondisi, umumnya dapat berupa kondisi fisik, sosial dan sikap yang mempengaruhi kemampuan masyarakat dalam melakukan pencegahan, mitigasi, persiapan dan tindak-tanggap terhadap dampak bahaya. Kerentanan adalah suatu kondisi karakteristik seseorang atau kelompok

dan situasi mereka yang mempengaruhi kemampuan mereka untuk mencegah, meredam, mencapai kesiapan dan mengurangi kemampuan untuk menghadapi dampak buruk bahaya alam tertentu. Kerentanan dapat diukur dari kerentanan fisik, ekonomi, sosial, dan lingkungan

3. Risiko bencana (*Risk*) adalah potensi kerugian yang ditimbulkan akibat bencana pada suatu wilayah dan kurun waktu tertentu yang dapat berupa kematian, luka, sakit, jiwa terancam, hilangnya rasa aman, mengungsi, kerusakan atau kehilangan harta, dan gangguan kegiatan masyarakat, akibat kombinasi dari bahaya dan kerentanan dari daerah yang bersangkutan.

Menghitung risiko bencana di suatu wilayah berdasarkan pada penilaian bahaya dan kerentanan di wilayah tersebut. Menghitung risiko bencana menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$\text{Risk (R)} = H \times V$$

Sumber : Wisner et al, 2004

Keterangan = R : Risiko Bencana
H : Ancaman
V : Kerentanan

Strategi Penanganan Banjir Melalui Mitigasi Bencana Banjir

Strategi penanganan banjir adalah proses keseluruhan perencanaan dan pelaksanaan untuk menangani air yang datang secara tiba-tiba yang disebabkan oleh karena tersumbatnya sungai maupun karena pengundulan hutan disepanjang sungai sehingga tidak merusak rumah - rumah penduduk maupun menimbulkan korban jiwa. Upaya mitigasi bencana banjir dibagi menjadi dua (ilmugeografi.com) :

1. Mitigasi sruktur adalah upaya yang dilakukan demi meminimalisir bencana seperti dengan melakukan pembangunan danal khusus untuk mencegah banjir dan dengan membuat rekayasa teknis bangunan tahan bencana, serta infrastruktur bangunan tahan air. Dimana infrastruktur bangunan yang tahan air nantinya diharapkan agar tidak

memberikan dampak yang begitu parah apabila bencana tersebut terjadi.

Beberapa contoh yang dapat dilakukan dengan metode mitigasi struktur adalah :

- Membangun tembok pertahanan dan tanggul. Sangat dianjurkan untuk membangun tembok pertahanan dan tanggul di sepanjang aliran sungai yang memang rawan apabila terjadi banjir, seperti kawasan yang dekat dengan penduduk. Hal ini sangat membantu untuk mengurangi resiko dari bencana banjir yang kerap terjadi pada tingkat debit banjir yang tidak bisa diprediksi.
- Mengatur kecepatan aliran dan debit air. Diusahakan untuk memperhatikan kecepatan aliran dan debit air di daerah hulu. Yang dimaksud disini adalah dengan mengatur aliran masuk dan keluar air di bagian hulu serta membangun bendungan / waduk guna membendung banjir.
- Membersihkan sungai dan pembuatan sudetan. Pembersihan sungai sangatlah penting, dimana hal ini untuk mengurangi sedimentasi yang telah terjadi di sungai, cara ini dapat diterapkan di sungai yang memiliki saluran terbuka, tertutup ataupun di terowongan.

2. Mitigasi non struktur adalah upaya yang dilakukan selain mitigasi struktur seperti dengan perencanaan wilayah dan asuransi. Dalam mitigasi non struktur ini sangat mengharapkan dari perkembangan teknologi yang semakin maju. Harapannya adalah teknologi yang dapat memprediksi, mengantisipasi & mengurangi risiko terjadinya suatu bencana.

Beberapa contoh yang dapat dilakukan dengan metode mitigasi non struktur adalah :

- Pembentukan Lembaga Swadaya Masyarakat (LSM).
- Melakukan Pelatihan dan Penyuluhan
- Membentuk Kelompok Kerja atau POKJA
- Mengevaluasi Tempat Rawan Banjir
- Memperbaiki Sarana dan Prasarana
- Menganalisa Data - Data yang Berkaitan dengan Banjir
- Membuat Mapping
- Menguji Peralatan dan Langkah Selanjutnya

- Menyiapkan Persediaan Sandang, Papan dan Pangan
- Membuat Prosedur Operasi Standar Bencana Banjir
- Mengadakan Simulasi Evakuasi
- Mengadakan Rapat

Menurut Materi Teknis Pedoman Penyusunan Rencana Tata Ruang Berdasarkan Persepektif Pengurangan Risiko Bencana, mitigasi bencana berdasarkan tingkat risiko pada daerah rawan bencana dapat dilihat pada tabel berikut :

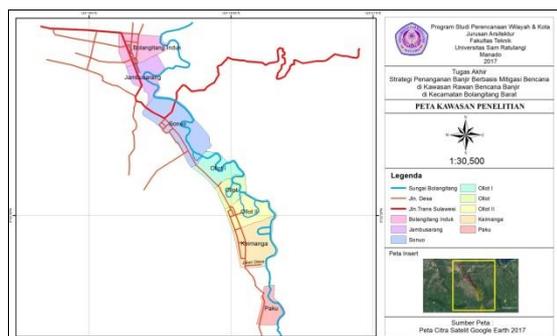
Tabel 1. Mitigasi Bencana Berdasarkan Tingkat Risiko Bencana

No	Tingkat Risiko	Fokus Kegiatan Mitigasi Bencana
1.	Tinggi	Kegiatan nonstruktur/nonfisik
2.	Sedang	Kombinasi kegiatan nonstruktur/nonfisik dengan fisik/struktur sesuai dengan kondisi dan karakter wilayah
3.	Rendah	Kegiatan struktur/fisik

Sumber : Materi Teknis Revisi Pedoman Penyusunan Rencana Tata Ruang Berdasarkan Perspektif Pengurangan Risiko Bencana, 2014

METODOLOGI Lokasi Penelitian

Wilayah penelitian berlokasi pada kawasan rawan bencana banjir yang tersebar di beberapa desa di Kecamatan Bolangitang Barat, yaitu Desa Paku, Desa Keimanga, Desa Ollot, Desa Ollot I, Desa Ollot II, Desa Sonuo, Desa Jambusarang, dan Desa Bolangitang Induk.



Gambar 1. Peta Wilayah Penelitian
Hasil Analisis Peneliti, 2017

Jenis data dan sumber data yang digunakan dalam penelitian ini adalah jenis data primer & sekunder. Data primer diperoleh dari survey lapangan menyangkut objek yang akan diteliti dan disesuaikan dengan kebutuhan. Data juga diperoleh dari wawancara mendalam (*indepth interview*) terhadap informan/responden berupa masyarakat lokal pada lokasi penelitian. Data

sekunder diperoleh dari dokumentasi, salinan/kutipan data, referensi - referensi dan yang diperoleh dari beberapa instansi terkait dengan penelitian ini.

Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan menggunakan beberapa metode berikut :

1. Survey Lapangan. Survey lapangan diperlukan untuk mengetahui kondisi real dan masalah - masalah yang terjadi
2. Wawancara. Pada penelitian ini dilakukan wawancara mendalam pada pihak - pihak yang berkompeten dan terkait dengan penelitian yang dilakukan seperti periode ulang, lama genangan dan ketinggian banjir serta simulasi mitigasi bencana banjir yang dilakukan langsung oleh masyarakat.
3. Dokumentasi. Dokumentasi terdiri atas dokumen - dokumen yang berisi data dan informasi dalam bentuk foto - foto, rekaman hasil wawancara dan video pada saat suvery lapangan.
4. Studi Literatur. Studi literatur merupakan suatu kegiatan untuk menelusuri dan menelaah teori - teori.

Metode Analisis Data

Untuk mencapai tujuan penelitian maka metode analisis yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode analisis kuantitatif. Metode analisis kuantitatif digunakan dengan menggunakan pendekatan analisis superimpose/overlay dengan Sistem Informasi Geografis (SIG) yaitu untuk menganalisis tingkat bahaya, tingkat kerentanan, dan tingkat risiko pada kawasan rawan bencana banjir. Hasil dari analisis ini bisa memudahkan cara identifikasi sumber bencana secara sistematis sehingga diperoleh suatu strategi penanganan banjir dengan teknik mitigasi bencana yang efektif dan efisien untuk diterapkan pada kawasan rawan bencana banjir di Kecamatan Bolangitang Barat. Adapun penjabaran analisis data yang dilakukan adalah sebagai berikut :

a. Analisis Tingkat Kerentanan

Analisis tingkat kerentanan menggambarkan aset - aset yang terekspos oleh bencana banjir termasuk kehidupan manusia (kerentanan sosial), wilayah ekonomi, struktur fisik dan wilayah ekologi. Analisis tingkat kerentanan kemudian dibagi

kedalam tiga kelas, yaitu tinggi, sedang, dan rendah. Output dari analisis ini adalah peta kerentanan daerah penelitian.

Menurut Peraturan Kepala Badan Nasional Penanggulangan Bencana Nomor 2 Tahun 2012 Tentang Pedoman Umum Pengkajian Resiko Bencana, analisis mengenai kerentanan terbagi menjadi empat indikator pembahasan, yaitu :

- **Kerentanan Sosial**, parameter yang digunakan yaitu kepadatan penduduk, rasio jenis kelamin, rasio orang cacat, rasio kemiskinan dan rasio kelompok umur. Indeks kerentanan sosial diperoleh dari rata – rata bobot kepadatan penduduk (60%) dan kelompok rentan (40%). Parameter konveksi indeks dan persamaannya ditunjukkan pada tabel dibawah ini :

Tabel 2. Daftar Parameter Kerentanan Sosial

Parameter	Bobot (%)	Kelas			Skor
		Rendah (0.333)	Sedang (0.667)	Tinggi (1)	
Kepadatan Penduduk	60	<500 jiwa/km ²	500-1000 jiwa/km ²	>1000 jiwa/km ²	Kelas/Nilai Max Kelas
Rasio Jenis Kelamin	40	<20%	20 - 40%	>40%	
Rasio Kemiskinan					
Rasio Orang Cacat					
Rasio Kelompok Umur					
Kerentanan Sosial = (0.6*kepadatan penduduk) + (0.1*rasio jenis kelamin) + (0.1*rasio jenis kemiskinan) + (0.1*rasio orang cacat) + (0.1*rasio kelompok umur)					

Sumber: Perka Badan Penanggulangan Bencana No.2 Tahun 2012

Karena keterbatasan data yang ada di wilayah penelitian mengenai rasio orang cacat, maka peneliti membatasi parameter kerentanan sosial pada kepadatan penduduk, rasio jenis kelamin, rasio kemiskinan dan rasio kelompok umur yang masing – masing dengan nilai perkaliannya sedangkan rasio orang cacat dikalikan nol.

- **Kerentanan Ekonomi**, hal – hal yang mempengaruhi kerentanan ekonomi yaitu PDRB per sektor dan penggunaan lahan (kawasan budidaya). Parameter yang digunakan untuk kerentanan ekonomi sesuai Peraturan Kepala BNPB No 2 Tahun 2012 yaitu luas lahan produktif dalam rupiah (sawah, perkebunan, lahan pertanian, dan tambak) dan hitungan PDRB per sektor. Oleh karena kurangnya update data yang ada di wilayah penelitian, maka peneliti membatasi kerentanan ekonomi hanya pada perhitungan luas lahan produktif yang dikonversi kedalam rupiah dan menghapuskan nilai perhitungan dari PDRB persektor.

Tabel 3. Daftar Parameter Kerentanan Ekonomi

Parameter	Bobot (%)	Kelas			Skor
		Rendah (0.333)	Sedang (0.667)	Tinggi (1)	
Lahan Produktif	60	<50 jt	50 - 200 jt	>200 jt	Kelas/Nilai Max Kelas
PDRB	40	<100 jt	100 - 300 jt	>300 jt	
Kerentanan Ekonomi = (0.6*skor lahan produktif) + (0.4*skor PDRB)					

Sumber: Perka Badan Penanggulangan Bencana No.2 Tahun 2012

- **Kerentanan Fisik**, dipengaruhi oleh kerentanan bangunan dan kerentanan prasarana. Parameter yang digunakan untuk kerentanan fisik adalah rumah (permanen, semi permanen, dan non permanen), ketersediaan bangunan fasilitas umum dan ketersediaan fasilitas kritis. Kepadatan rumah diperoleh dengan membagi mereka atas area terbangun dan dibagi berdasarkan wilayah (dalam Ha) dan dikalikan dengan harga satuan dari masing – masing parameter.

Tabel 4. Daftar Parameter Kerentanan Fisik

Parameter	Bobot (%)	Kelas			Skor
		Rendah (0.333)	Sedang (0.667)	Tinggi (1)	
Rumah	40	<400 jt	400 – 800jt	>800 jt	Kelas/Nilai Max Kelas
Fasilitas Umum	30	<500 jt	500jt – 1 M	>1 M	
Fasilitas Kritis	30	<500 jt	500jt – 1 M	>1 M	
Kerentanan Fisik = (0.4*skor rumah) + (0.3*skor fasilitas umum) + (0.3*skor fasilitas kritis)					

Sumber: Perka Badan Penanggulangan Bencana No.2 Tahun 2012

- **Kerentanan Ekologi/Lingkungan**, parameter yang digunakan adalah penutupan lahan (hutan lindung, hutan alam, hutan bakau/mangrove dan semak belukar).

Tabel 5. Daftar Parameter Kerentanan Lingkungan

Parameter	Bobot (%)	Kelas			Skor
		Rendah (0.333)	Sedang (0.667)	Tinggi (1)	
Hutan Lindung	30	<20 ha	20 - 50 ha	>50 ha	Kelas/Nilai Max Kelas
Hutan Alam	30	<25 ha	25 - 75 ha	>75 ha	
Hutan Bakau/ Mangrove	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	
Kerentanan Lingkungan = (0.3*skor hutan lindung) + (0.3*skor hutan alam) + (0.1*skor hutan bakau) + (0.1*semak belukar) + (0.2*skor rawa)					

Sumber: Perka Badan Penanggulangan Bencana No.2 Tahun 2012

khirnya semua kerentanan adalah hasil dari produk kerentanan sosial, ekonomi, fisik dan lingkungan dengan faktor – faktor pembobotan yang berbeda – beda. Sesuai Perka BNPB No.2 tahun 2012, secara umum untuk mendapatkan nilai kerentanan banjir di kawasan rawan bencana banjir di Kecamatan Bolangitang Barat, maka seluruh indikator kerentanan akan digabungkan dalam suatu formula perhitungan, sebagai berikut :

$$\text{Kerentanan Banjir} = (0.4 * \text{skor kerentanan sosial}) + (0.25 * \text{skor kerentanan ekonomi}) + (0.25 * \text{skor kerentanan fisik}) + (0.1 * \text{skor kerentanan lingkungan})$$

Sumber: Perka Badan Penanggulangan Bencana No. 2 Tahun 2012

b. Analisis Tingkat Bahaya

Analisis tingkat bahaya banjir menentukan dimana peristiwa banjir terjadi dengan frekuensi dan intensitas tertentu. Analisis tingkat bahaya banjir menggunakan beberapa indikator banjir, dimana indikator banjir yang digunakan dalam penelitian ini antara lain : indikator kelerengan, indikator curah hujan, indikator liputan lahan, indikator sistem lahan dan indikator elevasi. Bahaya banjir merupakan fungsi dari curah hujan, liputan lahan, lereng, sistem lahan dan elevasi. Secara sistematis tingkat bahaya banjir dapat dikemukakan dengan formula sebagai berikut :

$$\text{Bahaya Banjir} = (16 * \text{Skor Curah Hujan}) + (19 * \text{Skor Liputan Lahan}) + (22 * \text{Skor Kelerengan}) + (27 * \text{Skor Sistem Lahan}) + (16 * \text{Skor Elevasi/Ketinggian Tempat})$$

Sumber: Nanik, S.H., dkk. 2012

c. Analisis Tingkat Risiko

Setelah menentukan analisis tingkat bahaya dan analisis tingkat kerentanan, maka akan didapatkan suatu kajian mengenai analisis tingkat risiko bencana dengan cara overlay kedua analisis tersebut, dan menggunakan tiga klasifikasi kelas resiko yaitu tinggi, sedang, dan rendah dengan menggunakan formula analisis risiko sebagai berikut :

$$\text{Risiko (R)} = \text{Bahaya (H)} \times \text{Kerentanan (V)}$$

Sumber: Wisner et al, 2004

Melalui tiga analisis tersebut, dapat dengan mudah membawa peneliti untuk menjawab rumusan penelitian kedua dan menentukan secara deskriptif mitigasi seperti apa yang kiranya sepadan dengan risiko bencana banjir yang ada di kawasan rawan bencana banjir Kecamatan Bolangitang Barat.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian ini akan diuraikan hasil penelitian kerentanan, bahaya dan risiko serta rumusan penanganan banjir berbasis mitigasi bencana di kawasan rawan banjir di Kecamatan Bolangitang Barat.

Analisis Tingkat Kerentanan Banjir

1. Kerentanan Sosial

Berdasarkan hasil akumulasi menggunakan rumus/formula matematis kerentanan social dan beberapa parameter didalamnya maka nilai kerentanan sosial pada kawasan rawan banjir di Kecamatan Bolangitang Barat adalah sebagai berikut:

Tabel 7. Nilai Kerentanan Sosial

No	Nama Desa	(0,6*Keperawatan Penduduk)	(0,1*Rasio Jenis Kelamin)	(0,1*Rasio Kemiskinan)	(0,1*Rasio Orang Cacat)	(0,1*Rasio Kelompok Umur)	Nilai Kerentanan Sosial
1	Bolangitang Induk	168	92	65	0	121	128.6
2	Jambusarang	286	90	40	0	153	199.9
3	Sonuo	197	107	50	0	114	145.3
4	Ollot	32	92	164	0	127	57.5
5	Ollot I	188	97	102	0	131	145.8
6	Ollot II	235	98	27	0	222	175.7
7	Keimanga	147	115	108	0	81	118.6
8	Paku	275	106	232	0	139	212.7

Sumber: Hasil Analisis Peneliti, 2017

2. Kerentanan Ekonomi

Berdasarkan hasil akumulasi menggunakan rumus/formula matematis kerentanan ekonomi dan beberapa parameter didalamnya maka nilai kerentanan ekonomi pada kawasan rawan banjir di Kecamatan Bolangitang Barat adalah sebagai berikut :

Tabel 8. Nilai Kerentanan Ekonomi

No	Nama Desa	(0,6*Skor Lahan Produktif)	(0,4*Skor PDRB)	Nilai Kerentanan Ekonomi
1	Bolangitang Induk	1	0	0.6
2	Jambusarang	1	0	0.6
3	Sonuo	1	0	0.6
4	Ollot	1	0	0.6
5	Ollot I	1	0	0.6
6	Ollot II	1	0	0.6
7	Keimanga	1	0	0.6
8	Paku	1	0	0.6

Sumber: Hasil Analisis Peneliti, 2017

3. Kerentanan Fisik

Berdasarkan hasil akumulasi menggunakan rumus/formula matematis kerentanan fisik dan beberapa parameter didalamnya maka nilai kerentanan fisik pada kawasan rawan banjir di Kecamatan Bolangitang Barat adalah sebagai berikut :

Tabel 9. Nilai Kerentanan Fisik

No	Nama Desa	(0,4 * Skor Rumah)	(0,3 *Skor Fasilitas Umum)	(0,3 *Skor Fasilitas Kritis)	Nilai Kerentanan Fisik
1	Bolangitang Induk	1	1	1	1
2	Jambusarang	1	1	0.667	0.90
3	Sonuo	1	1	0.333	0.79
4	Ollot	1	1	0.333	0.79
5	Ollot I	1	1	0.333	0.79
6	Ollot II	1	0.667	0.333	0.7
7	Keimanga	1	1	0.333	0.79
8	Paku	1	1	0.333	0.79

Sumber: Hasil Analisis Peneliti, 2017

4. Kerentanan Lingkungan

Berdasarkan hasil akumulasi menggunakan rumus/formula matematis kerentanan fisik dan beberapa parameter didalamnya maka nilai kerentanan fisik pada

kawasan rawan banjir di Kecamatan Bolangitang Barat adalah sebagai berikut :

Tabel 10. Nilai Kerentanan Lingkungan

No	Nama Desa	0.3*skor hutan lindung	0.3*skor hutan alam	0.1*skor hutan bakau	0.1* skor semak belukar	0.2* skor rawa	Nilai Kerentanan Lingkungan
1	Bolangitang Induk	0	0	0.667	0	0	0.0667
2	Jambusarang	0	0	0.333	0.333	0	0.0666
3	Sonuo	0	0	0	0.333	0.333	0.0999
4	Ollot	0	0.333	0	0.333	0.333	0.1998
5	Ollot I	0	0.333	0	0.333	0	0.1332
6	Ollot II	0	0.333	0	0.333	0	0.1332
7	Keimanga	0	0.333	0	0.333	0	0.1332
8	Paku	0	0.333	0	0.333	0	0.1332

Sumber : Hasil Analisis Peneliti, 2017

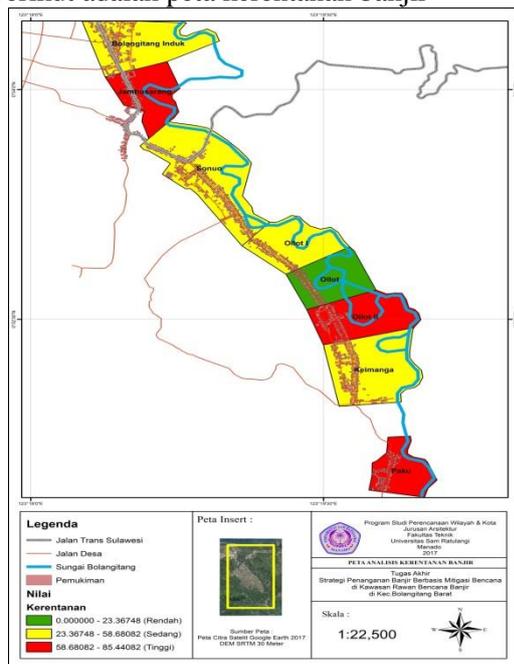
Setelah mendapatkan hasil dari keempat indikator tersebut maka selanjutnya akan diaplikasikan kedalam formula/rumus kerentanan banjir sehingga didapat nilai kerentanan banjir keseluruhan. Setelah itu nilai kerentanan tersebut akan dibagi menjadi tiga kelas kerentanan yaitu tinggi, sedang, rendah.

Tabel 11. Nilai Kerentanan Banjir

No	Nama Desa	0.4*Skor Kerentanan Sosial	0.25*Skor Kerentanan Ekonomi	0.25*Skor Kerentanan Fisik	0.1*Skor Kerentanan Lingkungan	Nilai Kerentanan Banjir
1	Bolangitang Induk	128.6	0.6	1	0.0667	51,84667
2	Jambusarang	199.9	0.6	0.90	0.0666	80,34166
3	Sonuo	145.3	0.6	0.79	0.0999	58,47749
4	Ollot	57.5	0.6	0.79	0.1998	23,36748
5	Ollot I	145.8	0.6	0.79	0.1332	58,68082
6	Ollot II	175.7	0.6	0.7	0.1332	70,61832
7	Keimanga	118.6	0.6	0.79	0.1332	47,80082
8	Paku	212.7	0.6	0.79	0.1332	85,44082

Sumber : Hasil Analisis Peneliti, 2017

Berikut adalah peta kerentanan banjir



Gambar 2. Peta Kerentanan Banjir
Hasil Analisis Peneliti, 2017

Peta diatas menunjukkan bahwa desa yang memiliki tingkat kerentanan banjir yang tinggi adalah Jambusarang, Ollot II dan Paku.

Analisis Tingkat Bahaya Banjir

1. Kelerengan

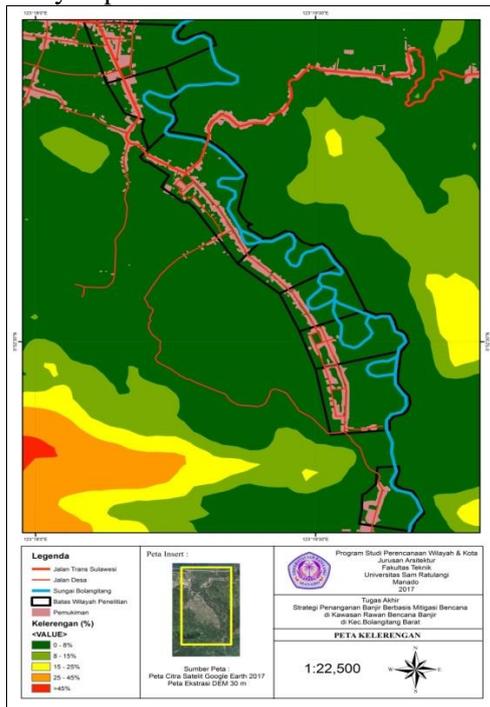
Kondisi kelerengan di wilayah penelitian dihasilkan dari hasil ekstrasi data DEM - SRTM (*Digital Elevation Model - Shuttle Radar Topographic Mapping*) yang dianalisis menggunakan *Spatial Analyst Tool - Slope di ArcGIS 10.3*. Hasilnya kemudian dibagi kedalam beberapa kelas kelerengan yaitu 0-8 %, 8-15%, 15-25%, 25-45%, dan >45%. Adapun kelas kelerengan yang didapat berdasarkan analisis *slope* yang paling mendominasi di wilayah penelitian adalah kelas kelerengan 0-8% (Datar – Landai) dimana daerah datar sampai landai tersebut difungsikan sebagai kawasan pemukiman, perkebunan campuran, pertanian dan lain - lain.

Tabel 12. Nilai Skor Kelerengan

No	Nama Desa	Kriteria	Skor
1	Bolangitang Induk	0 – 8 %	5
2	Jambusarang	0 – 8 %	5
3	Sonuo	0 – 8 %	5
4	Ollot	0 – 8 %	5
5	Ollot I	0 – 8 %	5
6	Ollot II	0 – 8 %	5
7	Keimanga	0 – 8 %	5
8	Paku	0 – 8 %	5

Sumber : Hasil Analisis Peneliti, 2017

Berikut adalah data visualisasi peta kelergan di wilayah penelitian :



Gambar 3. Peta Kelergan
Hasil Analisis Peneliti, 2017

2. Elevasi

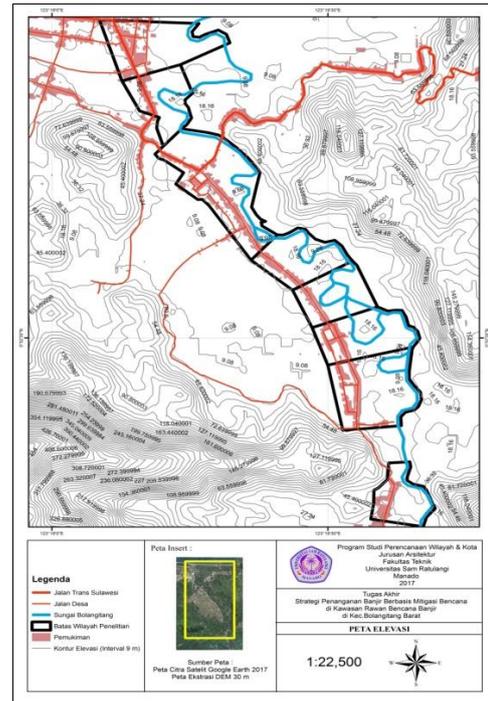
Elevasi atau ketinggian tempat di wilayah penelitian dihasilkan dari hasil ekstrasi data *Digital Elevation Model – Shuttle Radar Topographic Mapping* (DEM - SRTM) yang dianalisis menggunakan *Spatial Analyst Tool – Contour* di ArcGIS 10.3. Kemudian wilayah penelitian tersebut dikelaskan menjadi beberapa kelas ketinggian dengan interval ketinggian sebesar 9 meter. Berdasarkan peta ketinggian tempat yang dihasilkan bahwa di wilayah penelitian didominasi oleh ketinggian antara 0 - 9 meter dan ketinggian 9 – 18 meter.

Tabel 13. Nilai Skor Elevasi

No	Nama Desa	Kriteria	Skor
1	Bolangtang Induk	0 – 9 m	5
2	Jambusarang	0 – 9 m, 9 – 18 m	5
3	Sonuo	0 – 9 m	5
4	Ollot	0 – 9 m, 9 – 18 m	5
5	Ollot I	0 – 9 m, 9 – 18 m	5
6	Ollot II	0 – 9 m, 9 – 18 m	5
7	Keimanga	0 – 9 m, 9 – 18 m	5
8	Paku	0 – 9 m, 9 – 18 m	5

Sumber : Hasil Analisis Peneliti, 2017

Berikut adalah data visualisasi peta elevasi di wilayah penelitian :



Gambar 4. Peta Elevasi
Hasil Analisis Peneliti, 2017

3. Liputan Lahan

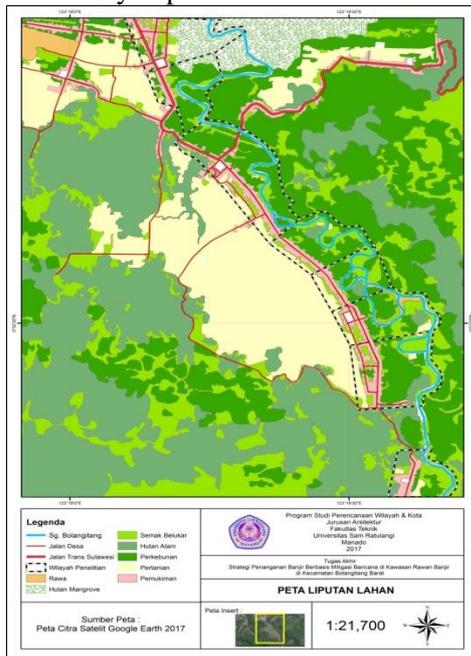
Liputan lahan di wilayah penelitian diperoleh dari hasil pengolahan data penginderaan jarak jauh melalui peta citra satelit Google Earth 2017, dimana untuk masing – masing desa dihasilkan 7 kelas liputan lahan yang terdiri dari rawa, hutan mangrove, semak belukar, hutan alam, perkebunan, pertanian dan pemukiman. Analisis liputan lahan ini disesuaikan dengan analisis penggunaan lahan pada analisis sebelumnya. Dari hasil klasifikasi liputan lahan dapat dilihat bahwa beberapa desa di wilayah penelitian di dominasi oleh pemukiman, pertanian, perkebunan campuran, semak belukar, hutan alam dan juga hutan mangrove.

Tabel 14. Nilai Skor Liputan Lahan

No	Nama Desa	Kriteria	Skor
1	Bolangtang Induk	Hutan Mangrove	4
2	Jambusarang	Perkebunan	3
3	Sonuo	Perkebunan	3
4	Ollot	Perkebunan	3
5	Ollot I	Perkebunan	3
6	Ollot II	Perkebunan	3
7	Keimanga	Perkebunan	3
8	Paku	Perkebunan	3

Sumber : Hasil Analisis Peneliti, 2017

Berikut adalah data visualisasi peta liputan lahan di wilayah penelitian :



Gambar 5. Peta Liputan Lahan
Hasil Analisis Peneliti, 2017

4. Sistem Lahan

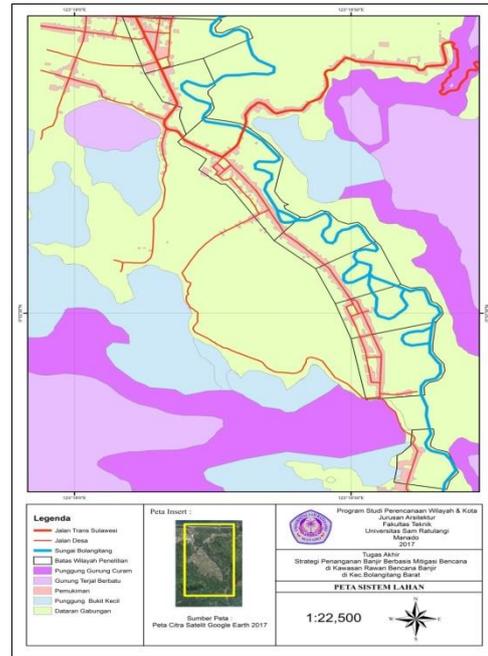
Kondisi sistem lahan diperoleh dari hasil ekstraksi peta sistem lahan dan survey eksisting lahan di wilayah penelitian. Berdasarkan kelas kriteria, sistem lahan di wilayah penelitian didominasi oleh dataran gabungan, hal ini dikarenakan indikator kelerengan yang menunjukkan bahwa kelas kriteria wilayah penelitian yang cenderung datar – landai yaitu sebesar 0 – 8 %.

Tabel 15. Nilai Skor Sistem Lahan

No	Nama Desa	Kriteria	Skoring
1	Bolangitang Induk	Dataran Gabungan,	5
2	Jambusarang	Dataran Gabungan	5
3	Sonuo	Dataran Gabungan, Rawa	5
4	Ollot	Dataran Gabungan	5
5	Ollot I	Dataran Gabungan	5
6	Ollot II	Dataran Gabungan, Rawa	5
7	Keimanga	Dataran Gabungan	5
8	Paku	Dataran Gabungan	5

Sumber: Hasil Analisis Peneliti, 2017

Berikut adalah data visualisasi peta sistem lahan di wilayah penelitian :



Gambar 6. Peta Sistem Lahan
Hasil Analisis Peneliti, 2017

5. Curah Hujan

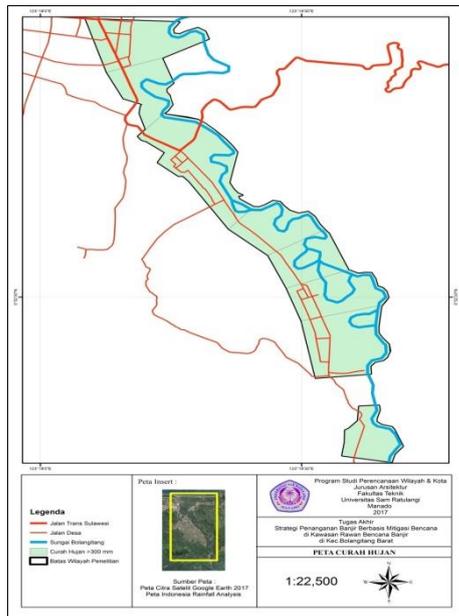
Rata – rata curah hujan di wilayah penelitian diperoleh dari data curah hujan *Indonesian Rainfall Analysis* dan data curah hujan dari Badan Meterologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) Kota Manado. Data yang berasal dari *Indonesian Rainfall Analysis* adalah data spasial format *tiff* yang berisi informasi curah hujan selama kurun waktu tujuh tahun dari tahun 2010 sampai dengan 2017. Kemudian data spasial tersebut dikonversi menggunakan ArcGIS untuk mendapatkan data tabular dan selanjutnya dibandingkan dengan dari tabular dari BMKG sehingga diperoleh nilai rata – rata curah hujan per tahun di wilayah penelitian. Adapun hasil analisis yang diperoleh, dimana rata – rata curah hujan di wilayah penelitian hanya diperoleh satu kelas curah hujan, yaitu curah hujan >300 mm yang tersebar diseluruh wilayah penelitian.

Tabel 16. Nilai Skor Curah Hujan

No	Nama Desa	Rata – Rata Curah Hujan/Tahun	Skor
1	Bolangitang Induk	306	5
2	Jambusarang	306	5
3	Sonuo	306	5
4	Ollot	306	5
5	Ollot I	306	5
6	Ollot II	306	5
7	Keimanga	306	5
8	Paku	306	5

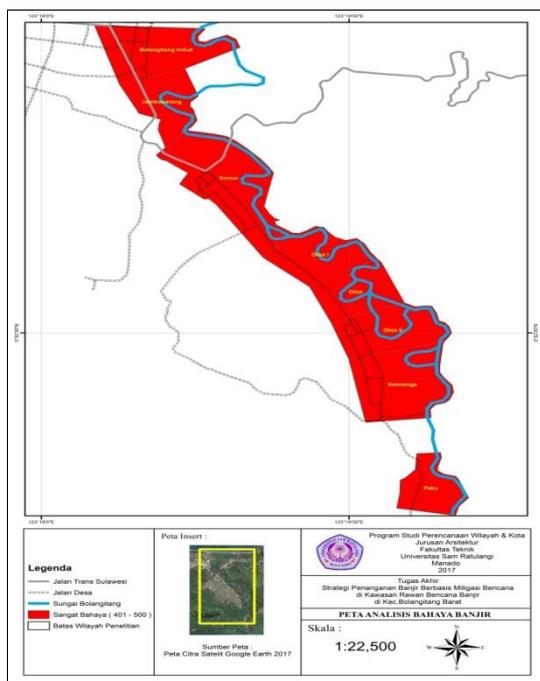
Sumber: Hasil Analisis Peneliti, 2017

Berikut adalah data visualisasi peta curah hujan di wilayah penelitian :



Gambar 7. Peta Curah Hujan
Hasil Analisis Peneliti, 2017

Setelah menganalisis kelima indikator bahaya tersebut, maka selanjutnya seluruh indikator tersebut akan diakumulasikan dan diaplikasikan kedalam formula bahaya banjir untuk mendapatkan nilai bahaya banjir. Setelah itu dibagi menjadi 4 kelas bahaya yaitu : tidak bahaya, sedang, bahaya dan sangat bahaya. Berikut adalah data visualisasi peta bahaya banjir di wilayah penelitian :



Gambar 8. Peta Bahaya Banjir
Hasil Analisis Peneliti, 2017

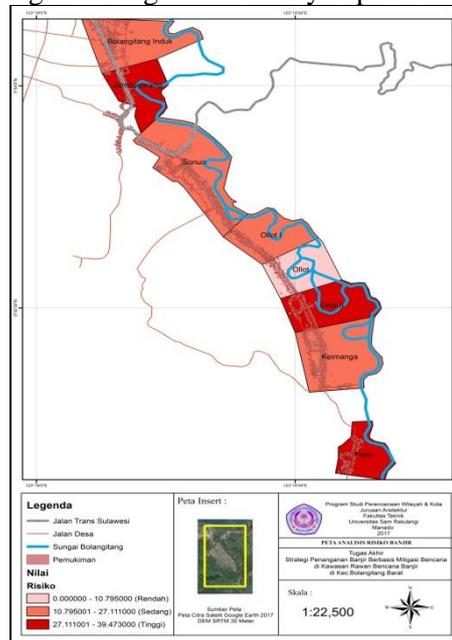
Peta tersebut menunjukkan bahaya keseluruhan wilayah penelitian memiliki potensi bahaya banjir yang sangat tinggi.

Analisis Tingkat Risiko Banjir

Analisis tingkat risiko diperoleh dari hasil perkalian antara hasil analisis nilai tingkat kerentanan banjir dan hasil analisis nilai tingkat bahaya banjir.

$$\text{Risiko (R)} = \text{Bahaya (H)} \times \text{Kerentanan (V)}$$

Berikut adalah peta visualisasi risiko bencana banjir berdasarkan hasil analisis dari masing – masing tingkat risiko sesuai dengan kelas klasifikasi rendah, sedang, dan tinggi pada masing – masing desa di wilayah penelitian.



Gambar 9. Peta Risiko Banjir
Hasil Analisis Peneliti, 2017

Peta diatas menunjukkan bahwa desa yang paling tinggi terkena risiko bencana banjir adalah Desa Paku, Ollot II, dan Jambusarang. Sedangkan untuk kategori kelas sedang adalah Desa Bolangitang Induk, Sonuo, Ollot I dan Keimanga. Adapun untuk kategori kelas rendah hanyalah Desa Ollot.

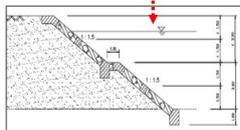
Strategi Penanganan Banjir Berbasis Mitigasi Bencana di Kawasan Rawan Bencana Banjir

Strategi penanganan banjir berbasis mitigasi bencana di kawasan rawan banjir Kecamatan Bolaang Mongondow Utara dihasilkan dari beberapa indikator yang lahir dari nilai risiko tersebut yang nantinya akan menjadi sebuah

program – program mitigasi bencana versi nilai risiko di wilayah penelitian

1. Mitigasi Struktural

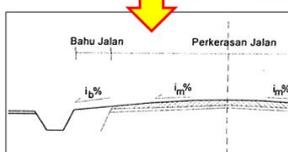
- Membangun bangunan dengan memperhatikan sisi kekuatan, keamanan dan keselamatan bangunan agar tahan terhadap bencana termasuk banjir sehingga terasa nyaman untuk difungsikan, digunakan ataupun ditinggali.
- Melakukan pengerukan kembali jaringan drainase yang telah dangkal dan tertimbun sampah
- Melakukan pembangunan tanggul dengan struktur yang kuat dan sesuai standar potongan penampang melintang tanggul dengan tinggi >3 m sesuai SNI T-16-2004-A Perencanaan Teknis Bangunan Tanggul Sungai.



Keterangan :

- Pasangan batu kali 1 PC - 3 Pas
- Beton bertulang 1 PC - 2 Pas - 3 RR
- Timbunan tanah non kohesif
- Perkuasan dilantai rumput (lapisan lempung 30 cm)
- Batas pondasi pasangan jalan tanah

- Melakukan pembangunan konstruksi jaringan drainase yang memadai dan sesuai standar potongan penampang melintang jaringan drainase pada daerah datar dan lurus sesuai SNI T-02-2006 B Perencanaan Sistem Drainase Jalan, sehingga drainase bisa berfungsi dengan sebagai mana mestinya serta dapat menampung air ketika terjadi luapan atau genangan dari air banjir.



Keterangan :

- $i_b\%$: kemiringan bahu
- $i_m\%$: kemiringan melintang perkerasan jalan

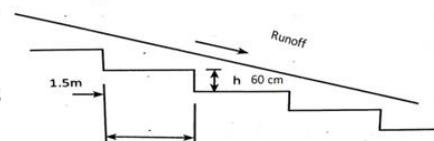
- Memasang system atau alat peringatan dini (early warning system) untuk mengecek debit air sungai agar masyarakat bisa survive sebelum terjadi banjir.
- Membuat tempat pembuangan sampah per rumah tangga ataupun komunal agar masyarakat tidak membuang sampah kesungai.
- Membuat Instalasi Pembuangan Air Limbah (IPAL) komunal untuk pemukiman masyarakat yang berada tepat disempadan sungai.



- Pembuatan *drop structure* yakni bangunan pengendali banjir lanjutan dari bendungan, sehingga air luapan banjir dari bendungan bisa dikurangi kecepatannya.



SKEMA DROP STRUCTURE



- Melakukan pengerukan sungai secara berkala agar sedimen tidak berlanjut sepanjang aliran sungai. Adapun model tanggul di sajikan pada lembar selanjutnya

2. Mitigasi Non Struktural

- Program pengendalian laju pertumbuhan jumlah penduduk. Program yang dicanangkan berupa program Keluarga Berencana (KB) untuk pasangan suami istri usia subur

- Penetapan undang – undang perkawinan yang didalamnya mengatur dan menetapkan batas usia nikah
- Program peningkatan produktifitas dan kreatifitas masyarakat seperti mengadakan pelatihan untuk mengasah kreatifitas bagi masyarakat kurang mampu
- Program peningkatan sumber daya manusia (SDM) seperti pemberian beasiswa bagi masyarakat kurang mampu dan perbaikan fasilitas SDM
- Membangun lembaga - lembaga pembiayaan mikro (LPM) yang memberi manfaat pada penduduk miskin.
- Melakukan pengairan yang teratur setiap lahan produktif yang ada, meningkatkan kualitas dan kuantitas alat yang mendukung dalam proses pengelolaan lahan produktif, memilih kualitas bibit/benih yang baik untuk ditanami, pemupukan lahan secara teratur agar kestabilan dan kesuburan lahan produktif tetap terjaga baik dikala musim penghujan dan musim kemarau.
- Hutan mangrove harus dilindungi dan dilestarikan dengan menetapkan kawasan hutan mangrove sebagai area konservasi dalam regulasi/kebijakan yang ada sehingga tidak sembarang dialihfungsikan sebagai area terbangun, memberikan penyuluhan kepada masyarakat untuk menjaga hutan mangrove, memberikan sanksi tegas kepada pihak yang merusak dan menyalahgunakan hutan mangrove
- Melakukan evaluasi terhadap regulasi pembangunan fasilitas di daerah resapan air sekaligus melakukan pertimbangan terhadap dampak positif dan negatifnya bagi kualitas lingkungan dan fasilitas itu sendiri
- Tindakan preventif untuk mengurangi bahaya banjir adalah harus melakukan koordinasi dengan stasiun pengamat curah hujan Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika setempat sebagai antisipasi perkiraan untuk membuat kalender bulan basah
- Memberikan pengertian terhadap baik buruknya aktifitas ekonomi masyarakat yang dilakukan disekitar daerah sempadan sungai
- Melakukan pelatihan dan simulasi mitigasi bencana banjir yang harus

dilakukan oleh pemerintah desa sekaligus terkoordinasi dengan pemerintah Kecamatan Bolangitang Barat dan Pemda Kab. Bolaang Mongondow Utara

- Tidak menggunduli atau mengkonversi peruntukan lahan semak belukar, melakukan ekspansi lahan semak belukar di daerah sempadan sungai dan membiarkan rawa tetap berfungsi sebagai daerah genangan sehingga air banjir dapat diperlambat.
- Melakukan kajian di daerah dengan merumuskan perda yang mengatur tentang mitigasi bencana banjir misalnya tentang standarisasi bangunan pemukiman yang berada tepat di daerah sempadan sungai, sehingga walaupun terjadi banjir posisi bangunan rumah akan tetap aman dari luapan air banjir.
- Mengevaluasi kebijakan tentang tata guna lahan/tata ruang/dan zonasi yang telah diatur dalam Rencana Tata Ruang Wilayah Kab. Bolaang Mongondow Utara ataupun Rencana Detail Tata Ruang Kec.Bolangitang Barat.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan yang dapat ditarik berdasarkan tujuan penelitian adalah :

1. Kajian risiko banjir yang merupakan hasil perkalian dan analisis overlay (tumpang tindih) antara analisis tingkat kerentanan dengan analisis tingkat bahaya menunjukkan bahwa desa dengan kelas risiko tinggi yaitu Paku, Ollot II dan Jambusarang. Untuk kelas risiko sedang yaitu : Ollot I, Sonuo, Bolangitang Induk, Keimanga. Sedangkan kelas risiko rendah yaitu : Ollot.
2. Rumusan strategi penanganan berbasis mitigasi bencana dihasilkan dari mitigasi struktur (fisik) – mitigasi non struktur (non fisik) yang berfungsi untuk mengurangi nilai kelas risiko.
 - Mitigasi struktur terkait pembuatan bangunan pengendali banjir di kawasan berisiko tinggi di wilayah penelitian Kecamatan Boolangitang Barat Kabupaten Bolaang Mongondow Utara

- Mitigasi non struktur terkait pengevaluasian kebijakan/regulasi tentang tata ruang, tata guna lahan dan zonasi pada kawasan rawan banjir di Kecamatan Bolangitang Barat Kabupaten Bolaang Mongondow Utara.

Berdasarkan hasil penelitian yang telah diperoleh maka saran peneliti adalah :

1. Dengan melihat tingkat risiko berdasarkan hasil analisis yang ada dan kondisi pemukiman setiap kali banjir diharapkan pemerintah dapat mempertimbangkan rencana relokasi kawasan pemukiman di kawasan rawan banjir ke kawasan yang lebih aman dan nyaman untuk ditinggali.
2. Pengaturan tata ruang yang berbasis mitigasi bencana banjir, khususnya pada daerah aliran sungai di Kecamatan Bolangitang Barat.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2013. *Mitigasi Bencana*. http://p2mb.geografi.upi.edu/Mitigasi_Bencana.html Pusat Pendidikan Mitigasi Bencana (P2MB). Diakses 25 Februari 2017 Pukul 15.32 WITA
- Anonim, 2013. *Mitigasi Bencana Banjir : Pengertian, Jenis dan Upaya Penanggulangannya*. <http://ilmugeografi.com/bencana-alam/mitigasi-bencana-banjir>. Ilmu Geografi. Di akses 25 Februari 2017 Pukul 12.12 WITA
- Buhang, R. 2017 *BPBD Catat 1.350 Rumah di Bolmut Terendam Banjir*, <https://www.infobmr.com/bmr/bolmut/bpbd-catat-1-350-rumah-bolmut-terendam-banjir/> Diakses 3 Februari 2017
- Chandrika, G. 2014. *Materi Teknis Revisi Pedoman Penyusunan Rencana Tata Ruang Berdasarkan Perspektif Pengurangan Risiko Bencana*. Jakarta : Direktorat Tata Ruang dan Pertanahan Kementerian Perencanaan Pembangunan Nasional/Badan Perencanaan Pembangunan Nasional. 2014
- Nanik, S.H , dkk. 2012. *Model Bahaya Banjir Menggunakan Data Penginderaan Jauh di Kabupaten Sampang*. Jurnal Vol 9 No 1 Juni 2012. LAPAN, Jakarta
- Paimin, dkk. 2009. *Teknik Mitigasi Banjir dan Tanah Longsor*. Balikpapan. Penerbit Tropenbos International Indonesia Programme.
- Peraturan Kepala Badan Nasional Penanggulangan Bencana Nomor 4 tahun 2008 tentang Pedoman Penyusunan Rencana Penanggulangan Bencana
- PP No 21 Tahun 2008 tentang Penyelenggaraan Penanggulangan Bencana Peraturan Kepala Badan Nasional Penanggulangan Bencana Nomor 2 Tahun 2012 Tentang Pedoman Umum Pengkajian Risiko Bencana
- Rencana Tata Ruang Wilayah Bolaang Mongondow Utara Tahun 2011 – 2031
- SNI T-02-2006 B Perencanaan Sistem Drainase Jalan
- SNI T-16-2004-A Perencanaan Teknis Bangunan Tanggul Sungai
- Undang - Undang No. 24 Tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana
- Wisner, Ben et al. 2004. *At Risk Natural Hazards, People's Vulnerability and Disaster Second Edition*. London: Routledge.