

## KARAKTERISTIK ADAPTASI STRUKTURAL MENURUT TINGKAT KERENTANAN BENCANA BANJIR DI PERMUKIMAN SEPANJANG BANTARAN SUNGAI SAWANGAN KOTA MANADO

Ingrith Pemani<sup>1</sup>, Fela Warouw<sup>2</sup>, & Surijadi Supardjo<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Mahasiswa S1 Program Studi Perencanaan Wilayah dan Kota Universitas Sam Ratulangi

<sup>2 & 3</sup> Staf Pengajar Prodi S1 Perencanaan Wilayah dan Kota, Jurusan Arsitektur, Universitas Sam Ratulangi

E-mail: [ingrithpemani08@gmail.com](mailto:ingrithpemani08@gmail.com)

### Abstrak

Bencana hidrometeorologi (banjir dan tanah longsor) merupakan bencana yang paling sering terjadi. Kota Manado termasuk dalam daerah rawan banjir dikarenakan banyaknya sungai yang mengalir di Kota Manado, salah satunya Sungai Sawangan. Permukiman di sepanjang bantaran sungai sawangan menjadi rawan dan rentan terhadap bencana banjir. Pada kawasan rawan bencana masih dapat dibangun hanya perlu melakukan adaptasi bangunan atau lingkungan, maka dari itu salah satu tujuan penelitian ini yaitu melihat karakteristik adaptasi struktural yang sudah dilakukan masyarakat berdasarkan tingkat kerentanan dan kerawanan. Metode yang digunakan adalah kuantitatif dengan pendekatan deskriptif, dengan tahap yaitu analisis spasial dan skoring kemudian analisis statistik deskriptif. Hasil analisis diperoleh hasil bahwa tingkat kerawanan ditemukan tiga tingkat pada wilayah penelitian yaitu sangat rawan, rawan, dan tidak rawan. Tingkat kerentanan ditemukan tingkat kerentanan tinggi pada 3 wilayah Kelurahan, kerentanan sedang pada 4 wilayah Kelurahan, dan kerentanan rendah pada 2 wilayah Kelurahan. Karakteristik adaptasi struktural bangunan ditemukan bahwa rata-rata : jenis bangunan tembok, ketinggian lantai dasar bangunan 0-100 cm, jumlah lantai bangunan 1 lantai, untuk fungsi bangunan 2 lantai : lantai bawah dan atas sebagai aktivitas sehari-hari, dan orientasi bangunan membelakangi sungai. Tanggul terdapat pada beberapa lingkungan pada tingkat kerentanan tinggi dan sedang, sedangkan pada tingkat kerentanan rendah tidak terdapat tanggul. Vegetasi terdapat pada semua lingkungan pada tingkat kerentanan tinggi dan rendah, sedangkan pada tingkat kerentanan sedang hanya terdapat pada beberapa lingkungan.

**Kata Kunci:** *Adaptasi Struktural, Kerentanan, Kerawanan, Sungai Sawangan*

### PENDAHULUAN

Kota Manado adalah salah satu kota yang termasuk dalam daerah rawan bencana alam banjir, hal ini dikarenakan banyaknya sungai yang bermuara di Kota Manado, Dalam beberapa dekade terakhir Kota Manado secara periodik (terutama pada musim penghujan) sering mengalami banjir dan genangan air, antara lain banjir yang terjadi pada tahun 2000, 2006, 2012, 2013, dan 2014.

Sungai Sawangan Kota Manado merupakan salah satu daerah yang terkena dampak banjir yang cukup parah yaitu pada tahun 2014. Dampak akibat banjir pada 2 wilayah Kecamatan yang terdapat di Sungai Sawangan Kota Manado yaitu pada Kecamatan Tikala merupakan kecamatan yang paling tinggi kerugiannya yaitu 3.310 unit rumah rusak, sedangkan pada Kecamatan Paal

II kerugian yaitu 545 unit rumah yang rusak, dan tercatat korban jiwa 3 orang pada tahun 2014, sehingga kawasan permukiman sepanjang bantaran sungai menjadi rawan dan rentan terhadap bencana banjir. Namun setelah terjadi bencana banjir masyarakat tetap bermukim pada wilayah tersebut khususnya pada wilayah sempadan sungai, sehingga yang menjadi tujuan penelitian ini yaitu melihat karakteristik adaptasi struktural, mengidentifikasi tingkat kerawanan, dan menganalisis tingkat kerentanan.

### TINJAUAN PUSTAKA

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 (UU No. 24 Tahun 2007 Tentang Penanggulangan Bencana).

Bencana banjir adalah peristiwa atau keadaan dimana terendamnya suatu daerah atau daratan karena volume air yang meningkat. Dampak akibat banjir yang terjadi yaitu rusaknya rumah warga, hilangnya korban jiwa, harta benda, lapangan pekerjaan, melumpuhkan aktivitas masyarakat, dan kerugian material, sehingga suatu kawasan yang menjadi rawan dan rentan terhadap bencana banjir. Kerawanan banjir adalah keadaan yang menggambarkan mudah atau tidaknya suatu daerah terkena banjir dengan didasarkan pada faktor-faktor alam yang mempengaruhi banjir antara lain faktor meteorologi (intensitas curah hujan, distribusi curah hujan, frekuensi dan lamanya hujan berlangsung) dan karakteristik daerah aliran sungai (kemiringan lahan/kelerengan, jenis tanah dan penggunaan lahan). Kerentanan (*vulnerability*) adalah sekumpulan kondisi atau suatu akibat keadaan (faktor fisik, ekonomi, sosial, dan lingkungan) yang berpengaruh buruk terhadap upaya-upaya pencegahan dan penanggulangan bencana (BNPB No. 02 Tahun 2012).

Adaptasi terhadap bencana banjir pada permukiman sepanjang bantaran sungai, merupakan aspek kunci yang harus menjadi agenda pembangunan nasional dalam rangka mengembangkan pola pembangunan yang tahan terhadap dampak perubahan iklim. Adaptasi adalah penyesuaian dalam sistem alam atau sistem buatan manusia untuk menjawab rangsangan atau pengaruh iklim, baik yang bersifat aktual ataupun perkiraan, dengan tujuan mengontrol bahaya yang ditimbulkan atau memberikan kesempatan yang menguntungkan. Menurut Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian dalam buku Pedoman Umum Adaptasi Perubahan Iklim Sektor Pertanian, Strategi Adaptasi yang bersifat struktural adalah kegiatan untuk

mengurangi kerentanan di suatu wilayah lewat adanya pembangunan fisik bangunan atau berupa aksi.

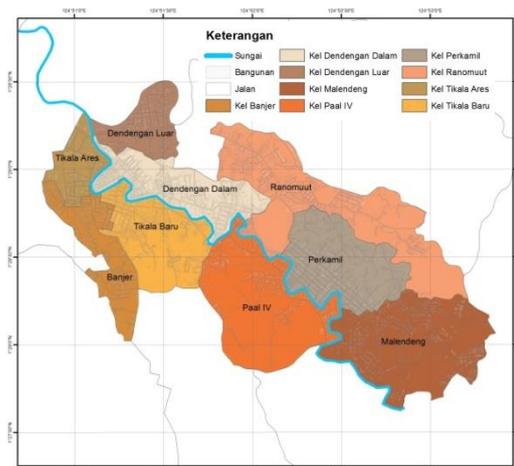
## METODE PENELITIAN

### Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian kuantitatif dengan pendekatan deskriptif. Berdasarkan rumusan masalah serta tujuan penelitian yang di dalamnya mencakup analisis spasial dan skoring untuk menentukan tingkat kerawanan dan tingkat kerentanan banjir pada permukiman sepanjang bantaran Sungai Sawangan Kota Manado, dan analisis statistik deskriptif untuk mengetahui karakteristik adaptasi struktural pada permukiman sepanjang bantaran Sungai Sawangan Kota Manado.

### Lokasi Penelitian

Penelitian ini akan dilaksanakan di Sungai Sawangan Kota Manado dengan panjang (Km) 7,5 Km. Lokasi penelitian melingkupi 2 Kecamatan yang berada di sekitar sungai Sawangan (Kecamatan Tikala dan Kecamatan Paal Dua) dan 9 wilayah kelurahan yaitu Kelurahan Paal IV, Kelurahan Banjer, Kelurahan Tikala Baru, Kelurahan Tikala Ares, Kelurahan Dendengan Dalam, Kelurahan Dendengan Luar, Kelurahan Perkamil, Kelurahan Ranomuut, dan Kelurahan Malendeng.



Gambar 1 Peta Administrasi Kawasan Penelitian

**Variabel Penelitian**

Tabel 1 Variabel Penelitian

No	Tujuan Penelitian	Variabel	Sub Variabel	Teknik Analisis Data
1	Mengidentifikasi Tingkat Kerawanan Banjir	Intensitas Curah Hujan	Rata-rata curah hujan (mm/tahun)	Analisis Spasial dan Skoring
		Kelerengan	0-8 %, 8-15%, 15-25%, 25-45%, dan >45%	
		Jenis Tanah	Aluvial, Latosol, Andosol, Regosol, Litosol, Tanah hutan coklat	
		Penggunaan Lahan	Hutan, semak belukar, lading/tegal/kebun, sawah tambak, permukiman.	
		Historis Bencana Banjir	Kejadian bencana banjir pengamatan 5 tahun	
2	Menganalisis Tingkat Kerentanan	Fisik	Rumah, Fasilitas Umum, Fasilitas Kritis	Analisis Spasial dan Skoring
		Sosial	Kepadatan Penduduk, Jenis Kelamin, Kemiskinan, Orang Cacat, Kelompok Umur	
		Ekonomi	Lahan Produktif dan PDRB	
		Lingkungan	Hutan Lindung, Hutan Alam, Hutan Bakau, Semak Belukar, Rawa	
3	Mengetahui Karakteristik Adaptasi Struktural	Fisik Bangunan	Jenis Bangunan, Tinggi lantai dasar, Jumlah Lantai bangunan, Fungsi Lantai, Orientasi Bangunan	Analisis Statistik Deskriptif
		Ruang Terbangun	Tanggul dan Vegetasi	

Sumber : Peneliti, 2019

**Teknik Pengumpulan dan Analisis Data**

**1. Identifikasi Tingkat Kerawanan Banjir**

Pengumpulan data yaitu primer dan sekunder, data primer diperoleh melalui wawancara dengan pemerintah kantor kelurahan dan masyarakat dan data sekunder diperoleh dari BAPPEDA Kota Manado, BMKG Kota Manado, Kantor Kecamatan dan Kantor Kelurahan. Metode analisis yang digunakan yaitu analisis skoring dan analisis spasial, yakni *overlay* atau tumpang tindih, dengan menggunakan *software* ArcGIS 10.3. Peta-peta yang akan di *overlay* adalah peta curah hujan, peta kemiringan lereng, peta jenis tanah, dan peta penggunaan lahan yang akan menghasilkan keluaran peta tingkat kerawanan banjir. Setelah diketahui tingkat kerawanan banjir pada wilayah penelitian tersebut maka selanjutnya, dinilai atau dibandingkan berdasarkan historis bencana banjir dengan penilaian selama 5 tahun pengamatan yaitu tahun 2014-2018 kemudian dibuat dalam peta kejadian historis banjir.

**2. Analisis Tingkat Kerentanan Banjir**

Pengumpulan data yaitu data-data sekunder, diperoleh dari BAPPEDA Kota Manado, BPS Kota Manado, Kantor

Kecamatan dan Kantor Kelurahan. Dalam menganalisis tingkat kerentanan banjir digunakan analisis spasial dan skoring, data yang diperoleh digunakan teknik pembobotan persiapan yang dirujuk dari Peraturan Kepala Badan Nasional Penanggulangan Bencana No.2 tahun 2012 tentang Pedoman Umum Pengkajian Risiko Bencana, dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{Kerentanan ancaman banjir} = (0,4 \times \text{kerentanan sosial}) + (0,25 \times \text{kerentanan ekonomi}) + (0,25 \times \text{kerentanan fisik}) + (0,1 \times \text{kerentanan lingkungan})$$

**3. Karakteristik Adaptasi Struktural**

Metode pengumpulan data yang digunakan yaitu data-data primer, data primer diperoleh dari observasi lapangan. Metode yang digunakan untuk menilai karakteristik adaptasi struktural yaitu analisis statistik deskriptif yang menggambarkan keadaan data yang ditemukan dan menyajikannya dalam bentuk tabel, karakteristik adaptasi struktural tersebut dinilai menurut tingkat kerentanan bencana banjir yaitu tinggi, sedang, dan rendah pada kawasan dengan tingkat kerawanan sangat rawan.

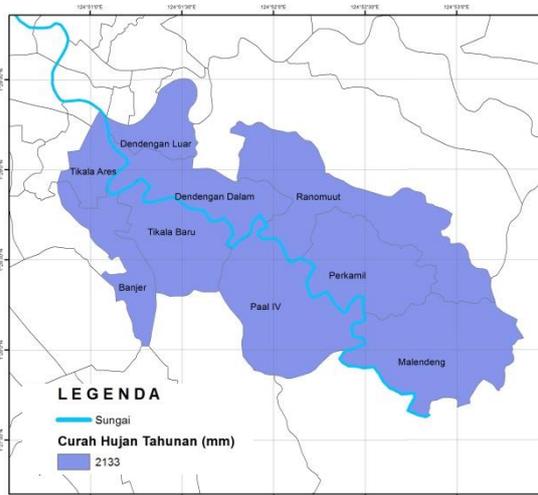
## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Identifikasi Tingkat Kerawanan Banjir

#### 1. Indikator Kerawanan Banjir

- Curah Hujan

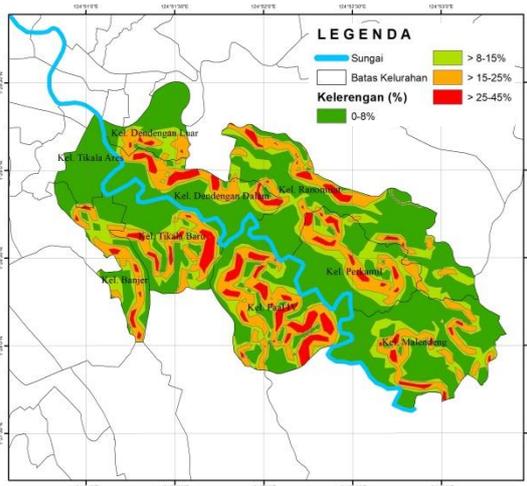
Nilai rata-rata curah hujan selama 5 tahun pengamatan tercatat 2133.1 mm/tahun.



Gambar 2 Peta Curah Hujan

- Kemiringan Lereng

Kondisi kemiringan lereng bervariasi antara klasifikasi datar (0-8%) dengan luas 416,29 Ha, landai (>8-15%) dengan luas 157,59 Ha, agak curam (>15-25%) dengan luas 166,39 Ha, dan curam (25-45%) dengan luas 41,79 Ha.

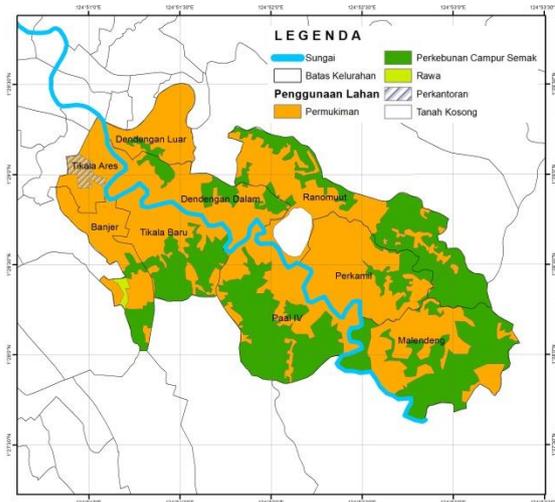


Gambar 3 Peta Kemiringan Lereng

- Penggunaan Lahan

Penggunaan Lahan bervariasi dengan penutupan lahan yaitu permukiman/lahan terbangun dengan luas 455,6 Ha,

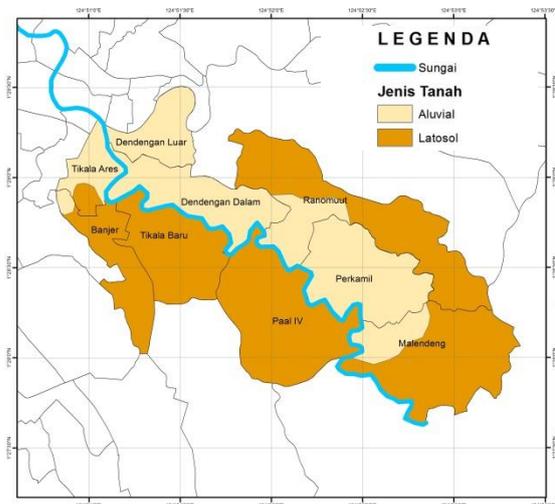
Perkantoran dengan luas 7.4 Ha, Perkebunan campur semak dengan luas 281,6 Ha, rawa dengan luas 1.5 Ha, dan tanah kosong dengan luas 12.4 Ha.



Gambar 4 Peta Penggunaan Lahan

- Jenis Tanah

Jenis tanah adalah tanah aluvial dengan luas 135,03 Ha dan tanah latosol dengan luas 647,03 Ha.

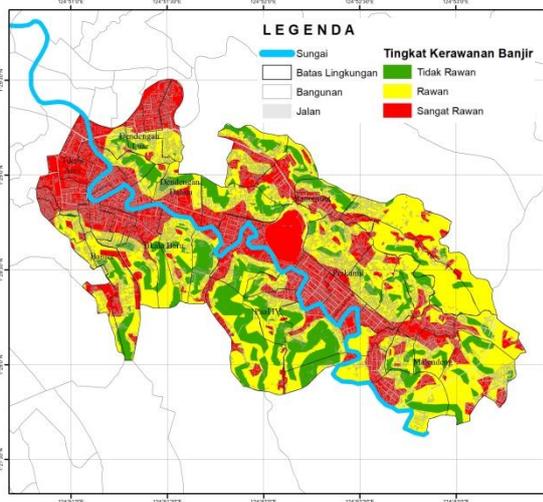


Gambar 5 Peta Jenis Tanah

#### 2. Tingkat Kerawanan Banjir dan Historis Banjir

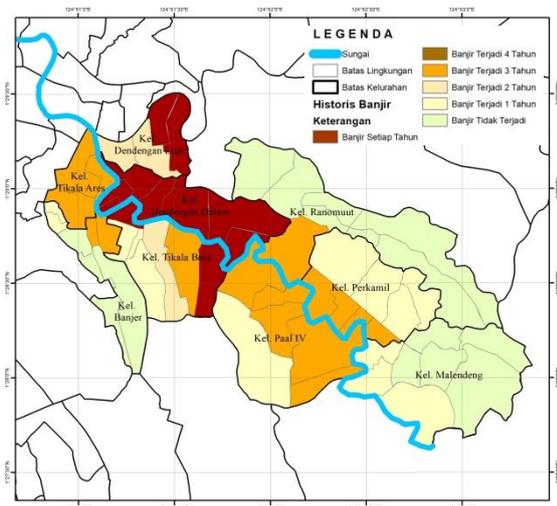
Penyusunan tingkat kerawanan banjir di Wilayah Kelurahan yang dilewati Sungai Sawangan Kota Manado menghasilkan tiga kelas tingkatan yaitu tidak rawan, rawan, dan sangat rawan. Hasil pengamatan menunjukkan, yaitu sangat rawan dengan luas 283,6 Ha,

rawan dengan luas 370,4 Ha, dan tidak rawan dengan luas 128,3 Ha.



Gambar 6 Peta Tingkat Kerawanan Banjir

Berdasarkan peta tingkat kerawanan banjir maka dilihat atau dibandingkan dengan kejadian historis banjir yang ada di lapangan. Data historis bencana banjir yang diperoleh dari setiap kelurahan di Kecamatan Tikala dan Paal Dua ternyata frekuensi kejadian bencana banjir berbeda menurut lokasi pengamatan dan waktu pengamatan (Gambar 7).

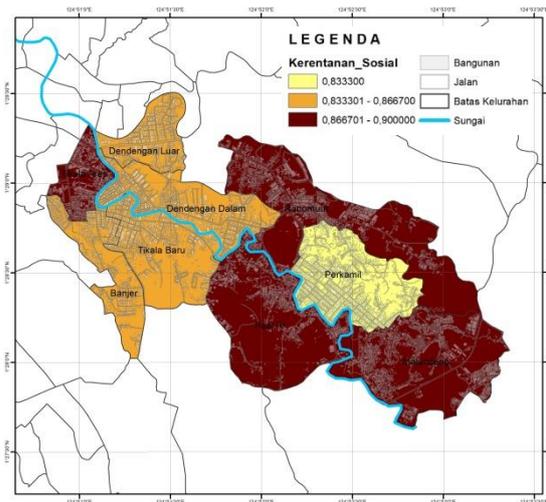


Gambar 7 Peta Historis Banjir

## Analisis Tingkat Kerentanan Banjir

### 1. Kerentanan Sosial

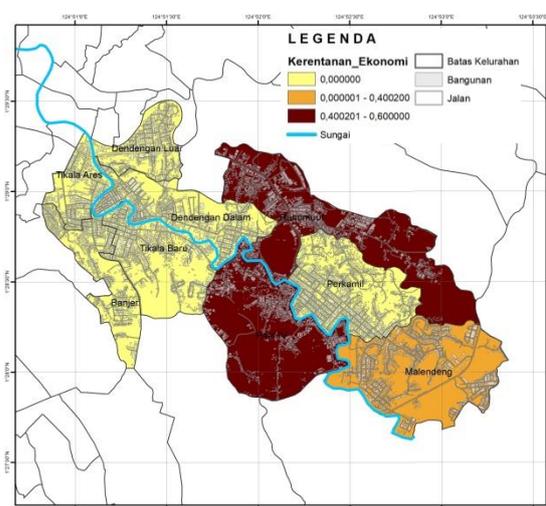
Indeks kerentanan sosial diperoleh dari rata – rata bobot kepadatan penduduk (60%) dan kelompok rentan (40%).



Gambar 8. Peta Kerentanan Sosial

### 2. Kerentanan Ekonomi

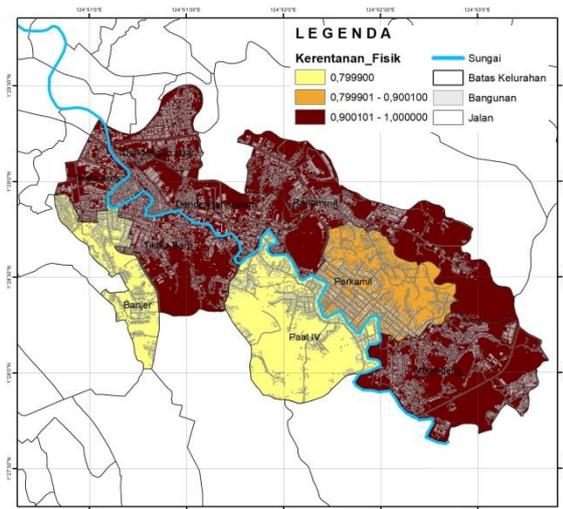
Hal – hal yang mempengaruhi kerentanan ekonomi yaitu PDRB per sektor dan penggunaan lahan (kawasan budidaya). Parameter yang digunakan yaitu luas lahan produktif dalam rupiah dan hitungan PDRB per sektor. Oleh karena kurangnya *update* data yang ada di wilayah penelitian, maka peneliti membatasi kerentanan ekonomi hanya pada perhitungan luas lahan produktif yang dikonversi kedalam rupiah dan menghapuskan nilai perhitungan dari PDRB persektor.



Gambar 9. Peta Kerentanan Ekonomi

### 3. Kerentanan Fisik

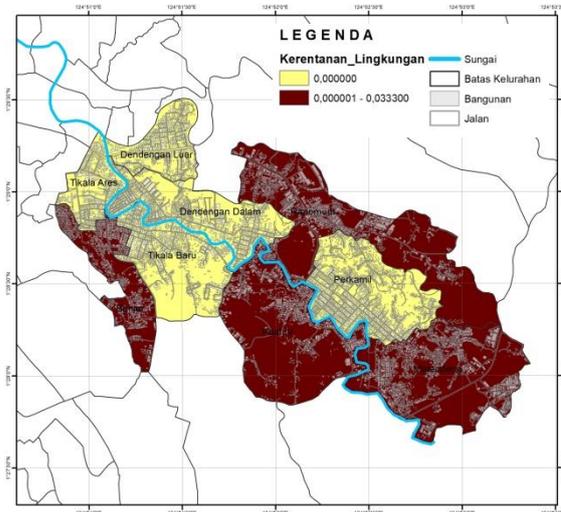
Parameter yang digunakan untuk kerentanan fisik adalah rumah (permanen, semi permanen, dan non permanen), ketersediaan bangunan fasilitas umum dan ketersediaan fasilitas kritis.



Gambar 10 Peta Kerentanan Fisik

#### 4. Kerentanan Lingkungan

Parameter yang digunakan adalah penutupan lahan (hutan lindung, hutan alam, hutan bakau/mangrove, semak belukar dan rawa). Parameter konversi indeks dan persamaannya ditunjukkan pada di bawah ini.



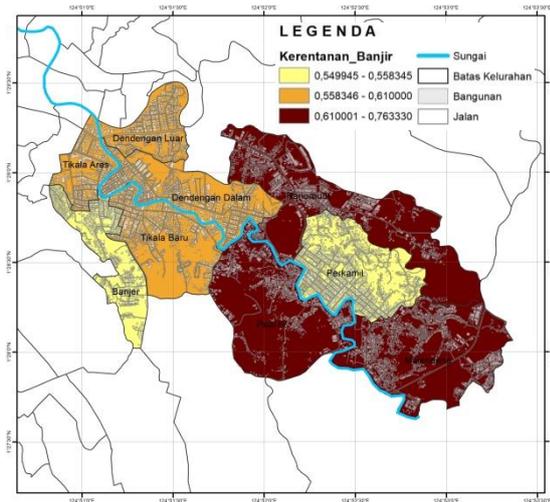
Gambar 11 Peta Kerentanan Lingkungan

Selanjutnya akan diaplikasikan kedalam formula/rumus kerentanan banjir sehingga didapat nilai kerentanan banjir keseluruhan.

Tabel 2 Kerentanan Banjir

No	Kelurahan	(0.4*Skor Kerentanan sosial)	(0.25*Skor Kerentanan Ekonomi)	(0.25*Skor Kerentanan Fisik)	(0.1*Skor Kerentanan Lingkungan)	Nilai Kerentanan Banjir	Kategori Kelas
1	Tikala Ares	0.36	0	0.25	0	0.61	Sedang
2	Tikala Baru	0.3464	0	0.25	0	0.5964	Sedang
3	Banjer	0.3464	0	0.199975	0.008325	0.5547	Rendah
4	Paal IV	0.36	0.15	0.199975	0.008325	0.7183	Tinggi
5	Dendengan Luar	0.3468	0	0.25	0	0.5968	Sedang
6	Dendengan Dalam	0.3468	0	0.25	0	0.5968	Sedang
7	Ranomuut	0.36	0.15	0.25	0.008325	0.7684	Tinggi
8	Perkamil	0.3332	0	0.225025	0	0.5583	Rendah
9	Malendeng	0.36	0.1002	0.25	0.008325	0.7186	Tinggi

Sumber : Hasil Analisis Peneliti, 2019



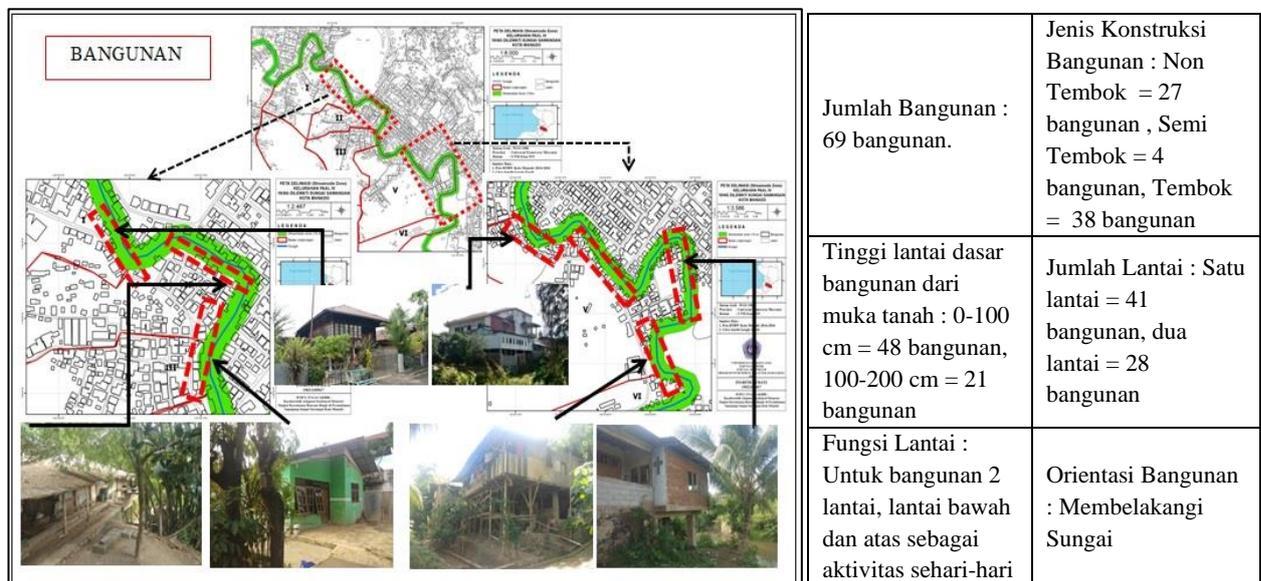
Gambar 12 Peta Kerentanan Banjir

### Karakteristik Adaptasi Struktural

Untuk melihat karakteristik adaptasi struktural menurut tingkat kerentanan, pemilihan lokasi ditentukan berdasarkan tingkat kerawanan sangat rawan dengan historis banjir 3-5 kali selama 5 tahun pengamatan.

#### 1. Karakteristik Adaptasi Struktural Menurut Tingkat Kerentanan Tinggi di Kelurahan Paal IV

- Bangunan



Gambar 13

Karakteristik Adaptasi Struktural Bangunan Menurut Tingkat Kerentanan Tinggi

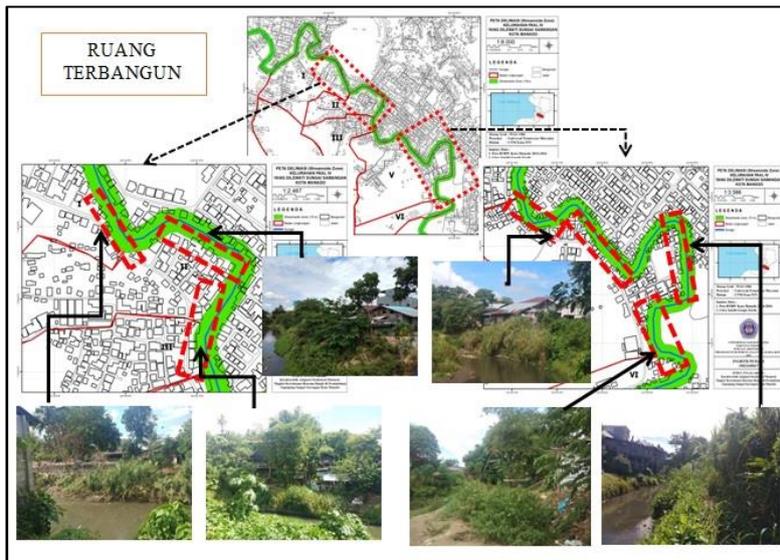
Tabel 3 Pemilihan Lokasi

Tingkat Kerentanan	Tingkat Kerawanan	Historis Banjir (5 tahun pengamatan)	Kelurahan
Tinggi	Sangat Rawan	3	Paal IV (Lingkungan I, II, III, V, VI)
Sedang	Sangat Rawan	5	Dendangan Dalam (Lingkungan I, II, III, IV, V, VI, VII)
Rendah	Sangat Rawan	3	Perkamil (Lingkungan I, II, III, IV)

Sumber : Hasil Analisis Peneliti, 2019

Untuk melihat karakteristik adaptasi struktural menurut tingkat kerentanan, maka peneliti mendelineasi berdasarkan Peraturan Wali Kota (Perwako) Kota Manado Nomor 55 Tahun 2014, penetapan lebar sempadan sungai untuk sungai besar yaitu 15 meter, dan Sungai Sawangan termasuk dalam tipe sungai besar.

- Ruang Terbangun



Ruang Terbangun : Pada lingkungan I terdapat vegetasi yaitu pohon, semak dan rumput, lalu dalam proses pembuatan tanggul. Pada Lingkungan II, III, V dan VI tidak terdapat tanggul hanya vegetasi yaitu pohon, semak, dan rumput kemudian bangunan warga.

Gambar 14

Karakteristik Adaptasi Struktural Ruang Terbangun Menurut Tingkat Kerentanan Tinggi

2. Karakteristik Adaptasi Struktural Menurut Tingkat Kerentanan Sedang di Kelurahan Dendengan Dalam

- Bangunan

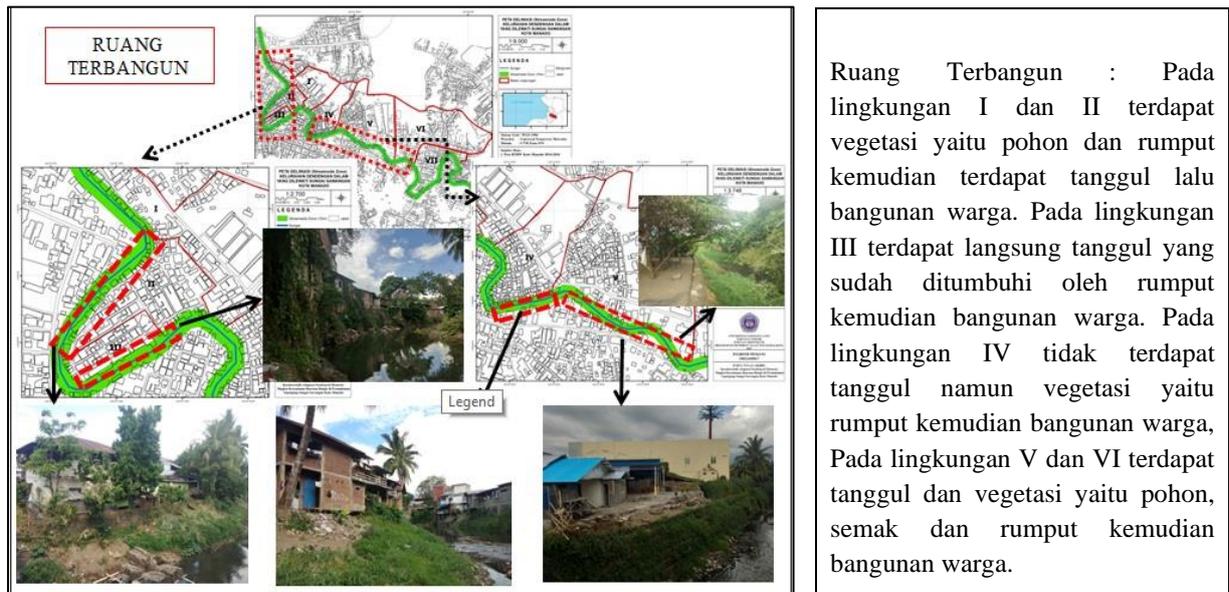


Jumlah Bangunan : 128 Bangunan	Jenis Konstruksi Bangunan : Non Tembok = 11 bangunan , Semi Tembok = 3 bangunan, Tembok = 114 bangunan
Tinggi lantai dasar bangunan dari muka tanah : 0-100 cm = 67 bangunan, 100-200 cm = 61 bangunan	Jumlah Lantai : Satu lantai = 80 bangunan, dua lantai = 48 bangunan
Fungsi Lantai : Untuk bangunan 2 lantai, lantai bawah dan atas sebagai aktivitas sehari-hari	Orientasi Bangunan : Membelakangi Sungai

Gambar 15

Karakteristik Adaptasi Struktural Bangunan Menurut Tingkat Kerentanan Sedang

• Ruang Terbangun

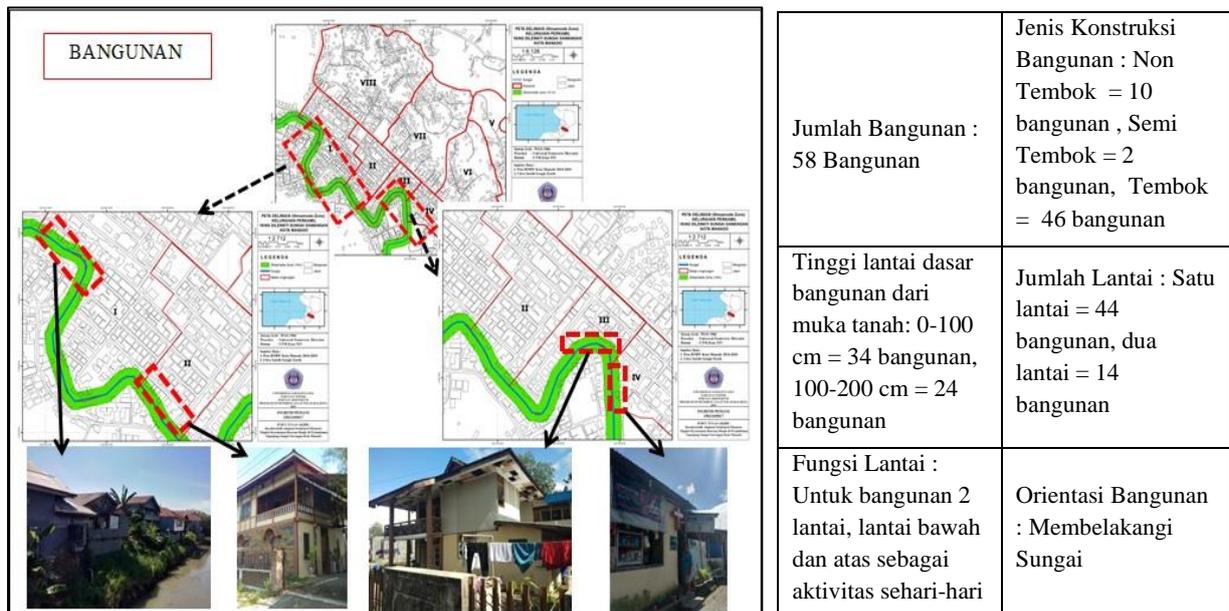


Ruang Terbangun : Pada lingkungan I dan II terdapat vegetasi yaitu pohon dan rumput kemudian terdapat tanggul lalu bangunan warga. Pada lingkungan III terdapat langsung tanggul yang sudah ditumbuhi oleh rumput kemudian bangunan warga. Pada lingkungan IV tidak terdapat tanggul namun vegetasi yaitu rumput kemudian bangunan warga, Pada lingkungan V dan VI terdapat tanggul dan vegetasi yaitu pohon, semak dan rumput kemudian bangunan warga.

Gambar 16  
 Karakteristik Adaptasi Struktural Ruang Terbangun Menurut Tingkat Kerentanan Sedang

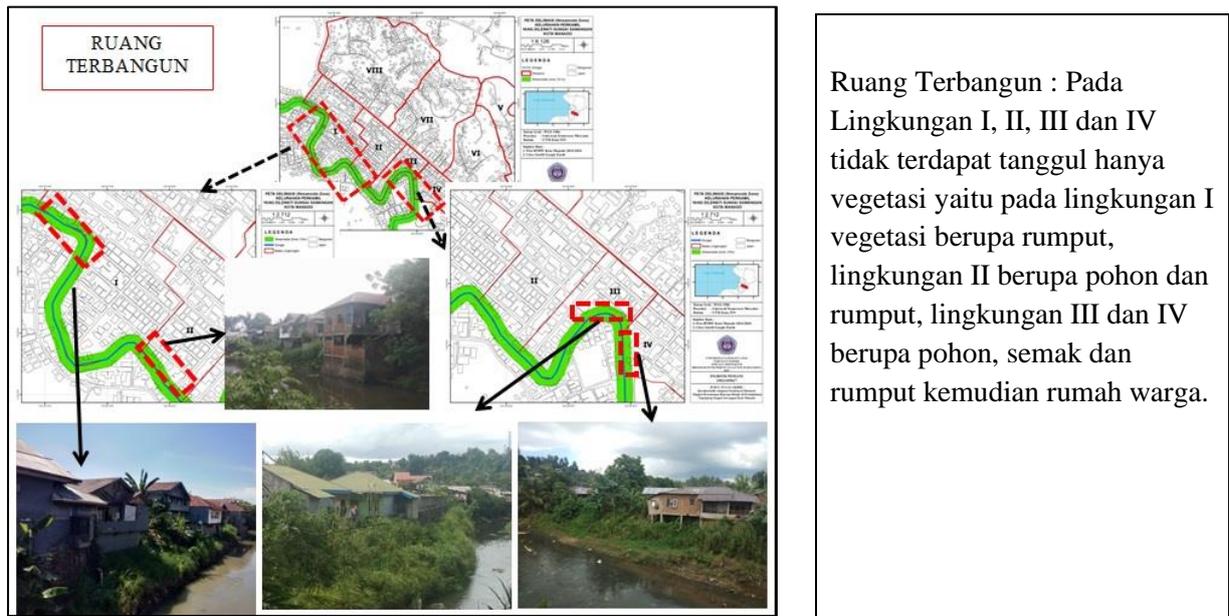
3. Karakteristik Adaptasi Struktural Menurut Tingkat Kerentanan Rendah di Kelurahan Perkamil

• Bangunan



Gambar 17  
 Karakteristik Adaptasi Struktural Bangunan Menurut Tingkat Kerentanan Rendah

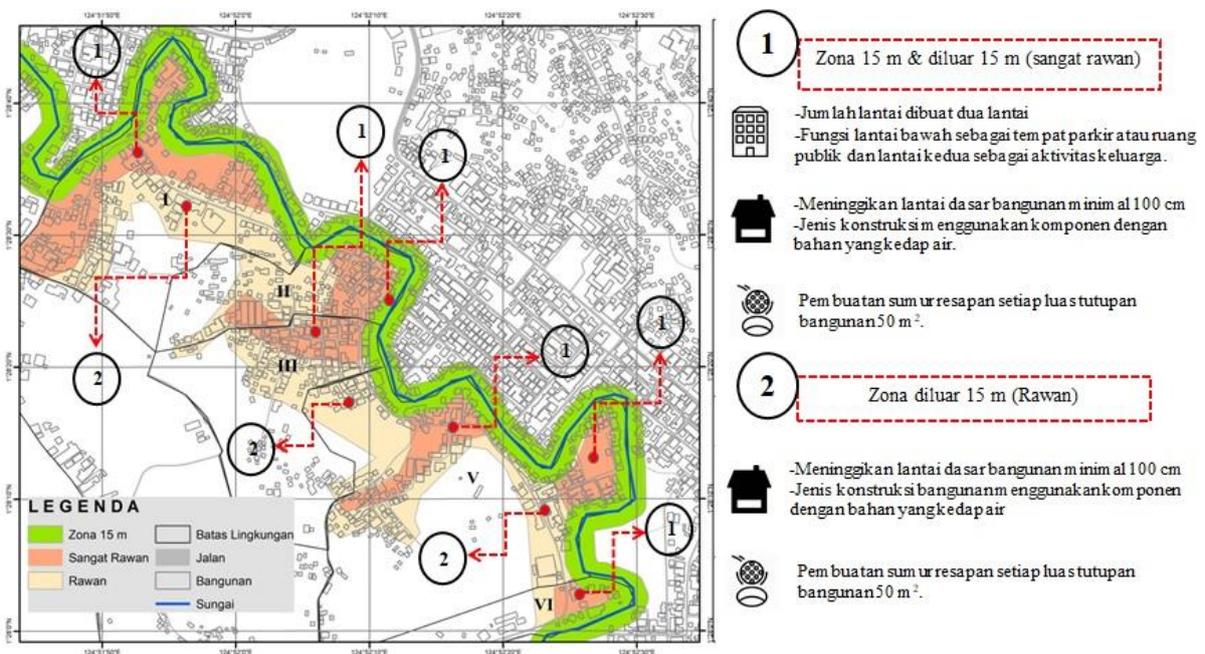
• Ruang Terbangun



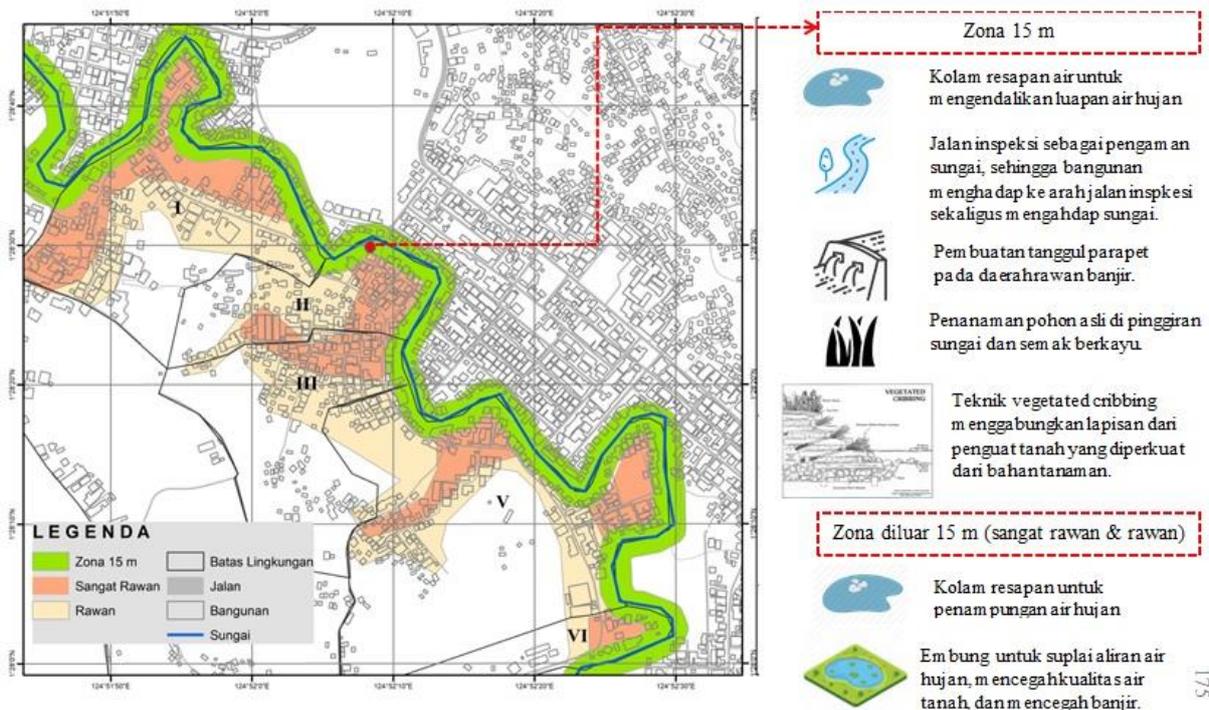
Gambar 18

Karakteristik Adaptasi Struktural Ruang Terbangun Menurut Tingkat Kerentanan Rendah

Berdasarkan karakteristik adaptasi struktural menurut tingkat kerentanan tinggi, sedang, dan rendah, maka peneliti membatasi rekomendasi pada tingkat kerentanan tinggi hal ini disebabkan karna kerentanan tinggi menjadi prioritas utama.



Gambar 19 Rekomendasi Perencanaan Bangunan



Gambar 20 Rekomendasi Perencanaan Ruang Terbuka

### KESIMPULAN

1. Tingkat kerawanan banjir pada kawasan permukiman di sepanjang bantaran sungai sawangan Kota Manado terdiri atas tiga tingkat kerawanan yaitu sangat rawan, rawan, dan tidak rawan. Dari 9 kelurahan, yaitu Kelurahan Tikala Baru, Tikala Ares, Banjer, Paal IV, Malendeng, Perkamil, Ranomuut, Dendengan Dalam, dan Dendengan Luar ditemukan tiga tingkat kerawanan banjir.
2. Hasil Analisis Tingkat Kerentanan pada permukiman sepanjang bantaran sungai sawangan Kota Manado di klasifikasikan menjadi tiga yaitu kerentanan tinggi, sedang, dan rendah.
  - a. Kerentanan tinggi terdapat pada 3 wilayah kelurahan yaitu Kelurahan Malendeng, Ranomuut, dan Paal IV.
  - b. Kerentanan sedang terdapat pada 4 wilayah kelurahan yaitu Kelurahan Tikala Baru, Tikala Ares, Dendengan Dalam, Dendengan Luar.
  - c. Kerentanan rendah terdapat pada 2 wilayah kelurahan yaitu Kelurahan Perkamil dan Kelurahan Banjer.
3. Karakteristik adaptasi struktural menurut tingkat kerentanan tinggi, sedang, dan rendah pada kawasan dengan tingkat kerawanan sangat rawan yaitu sebagai berikut :
  - a. Untuk bangunan rata-rata :
    - Jenis bangunan tembok, ketinggian lantai dasar bangunan 0-100 cm, dan jumlah lantai bangunan satu lantai. Untuk fungsi bangunan yang dua lantai, lantai bawah dan atas sebagai aktivitas sehari-hari. Orientasi bangunan membelakangi sungai.
  - b. Untuk ruang terbuka :
    - Tanggul hanya terdapat pada beberapa lingkungan pada tingkat kerentanan tinggi dan sedang, sedangkan pada tingkat kerentanan rendah tidak terdapat tanggul.
    - Vegetasi terdapat pada semua lingkungan pada tingkat kerentanan tinggi dan rendah, sedangkan pada tingkat kerentanan sedang hanya terdapat pada beberapa lingkungan.

## SARAN

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

1. Bagi pemerintah, yaitu :

Berdasarkan hasil penelitian ini diharapkan menjadi masukan agar dapat membuat aturan ketinggian lantai dasar bangunan minimal 100 cm, serta aturan material bangunan yang kedap air khususnya pada wilayah sempadan sungai, dan mengubah bentuk rumah menjadi dua lantai sehingga permukiman yang ada dapat beradaptasi pada wilayah rawan banjir.

2. Bagi peneliti selanjutnya, yaitu :

Hasil penelitian ini diharapkan dapat diteruskan ke perencanaan, dengan menggunakan teori *urban stream buffer zone*.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2014. *Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Manado Tahun 2014-2034*. Badan Perencanaan Pembangunan Daerah Kota Manado. Manado.
- Anonim. 2015. *Data Kebencanaan Kota Manado*. Badan Penanggulangan Bencana Daerah Kota Manado. Manado.
- Abast, D., I. Moniaga., P.Gosal., 2015. *Tingkat Kerentanan Terhadap Bahaya Banjir di Kelurahan Ranotana*. Jurnal Spasial Vol. 3 No. 2. Universitas Sam Ratulangi Manado.
- Arif, D., 2017. *Kerentanan Masyarakat Perkotaan Terhadap Bahaya Banjir di Kelurahan Legok, Kecamatan Telanipura, Kota Jambi*. Fakultas Geografi Universitas Gadjah Mada. Jogjakarta.
- Badan Nasional Penanggulangan Bencana. 2012. *Pedoman Umum Pengkajian Risiko Bencana*.
- Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Kementerian Pertanian. 2011. *Pedoman Umum Adaptasi Perubahan Iklim Sektor Pertanian*.
- Badan Perencanaan Pembangunan Nasional (BAPPENAS). 2014. *Rencana Aksi Nasional Adaptasi Perubahan Iklim (RAN-API)*.
- Darmawan, K., 2017. *Analisis Tingkat Kerawanan Banjir di Kabupaten Sampang Menggunakan Metode Overlay Dengan Skoring Berbasis Sistem Informasi Geografis*. Jurnal Geodesi Universitas Diponegoro. Malang.
- Gay, F., F. Warouw., E. Takumansang., 2018. *Perencanaan Kawasan Sempadan Sungai Sawangan Di Kota Manado*. Jurnal Spasial Vol. 5 No. 1. Universitas Sam Ratulangi Manado.
- Hopper, L., 2007. *Landscape Architectural Graphic Standards*. Kanada.
- Lempoy, J., J. Waani., F. Warouw., 2017. *Adaptasi Permukiman Sungai Di Kampung Tubir Kota Manado Terhadap Resiko Banjir*. Jurnal Spasial Vol. 6 No. 1. Program Studi Arsitektur, Pascasarjana Universitas Sam Ratulangi Manado.
- Matondang, J.P., 2013. *Analisis Zonasi Daerah Rentan Banjir Dengan Pemanfaatan Sistem Informasi Geografis (Studi Kasus : Kota Kendal Dan Sekitarnya)*. Jurnal Teknik Geodesi Universitas Diponegoro. Semarang.
- 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.
- Peraturan Daerah Kota Manado. 2014. *Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Manado Tahun 2014-2034*.
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. 2015. *Penetapan Garis Sempadan Sungai dan Garis Sempadan Danau*.
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Republik Indonesia. 2012. *Rencana Aksi Nasional Mitigasi dan Adaptasi Perubahan Iklim tahun 2012-2020*.
- Purukan, A., F. Warouw., P. Egam., 2018. *Analisis Elemen Water Sensitive Urban Design Pada Perumahan Terencana (Studi Kasus : Griya Paniki Indah)*. Program Studi Arsitektur, Pascasarjana Universitas Sam Ratulangi Manado.
- Putra, M., 2017. *Pemetaan Kawasan Rawan Banjir Berbasis Sistem Informasi Geografis (Sig) Untuk Menentukan Titik Dan Rute Evakuasi (Studi Kasus: Kawasan Perkotaan Pangkep, Kabupaten Pangkajene Dan Kepulauan)*. Skripsi. Jurusan Teknik Perencanaan Wilayah dan Kota. Universitas Alauddin. Makassar.
- Rizkia, Ria., 2015. *Analisis Faktor-faktor Penyebab Banjir di Kecamatan Tikala Kota Manado*. Jurnal Spasial Vol. 1 No.1. Universitas Sam Ratulangi. Manado
- Tarumingkeng, F., L. L. Tondobala., R. Sela., 2017. *Pilihan Adaptasi Di Kawasan Beresiko Bencana Banjir (Studi Kasus : Permukiman Sepanjang Sungai Sario)*. Skripsi. Universitas Sam Ratulangi Manado.
- Yulianti., 2019. *Penataan Kawasan Sempadan Sungai Sario dengan Pendekatan Sustainable Drainage System (Studi Kasus : Kel. Pakowa dan Ranotana Weru, Kec. Wanea, Kota Manado)*. Pascasarjana Arsitektur Universitas Sam Ratulangi Manado.
- Zevenbergen, C., A. Cashman., N. Evelpidou., E. Pasche., S. Garvin., R. Ashley., 2014. *Urban Flood Management*. New York.