

# PILIHAN ADAPTASI DI KAWASAN BERESIKO BENCANA BANJIR (STUDI KASUS : PERMUKIMAN SEPANJANG SUNGAI SARIO)

Francis A Tarumingkeng<sup>1</sup>, Linda Tondobala<sup>2</sup>, & Rieneke L. E. Sela<sup>3</sup>

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

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

## Abstrak

Dampak perubahan iklim tergantung kerentanan dari sistem alam dan manusia. Kerentanan menggambarkan tingkat kemudahan terkena atau ketidakmampuan suatu sistem untuk menghadapi dampak buruk dari perubahan iklim. Kerentanan terdiri dari kerentanan fisik dan kerentanan non fisik. Keragaman iklim yang terjadi dengan frekuensi yang ekstrim dapat menyebabkan bencana seperti banjir. Kota Manado termasuk dalam daerah rawan banjir dikarenakan banyaknya sungai yang mengalir dalam Kota Manado, salah satunya Sungai Sario (6,72 Km). Permukiman di sekitar sungai Sario menjadi rentan disebabkan oleh kondisi fisik seperti pemanfaatan ruang dan kondisi infrastruktur serta kondisi non fisik seperti kondisi sosial ekonomi masyarakat. Tujuan penelitian ini adalah mengidentifikasi wilayah penelitian sepanjang Sungai Sario yang terdampak bencana banjir, menganalisis tingkat kerentanan banjir dan menemukan pilihan adaptasi untuk mengurangi kerentanan. Lokasi penelitian adalah permukiman sepanjang Sungai Sario. Metode yang digunakan adalah metode tumpang tindih, perhitungan indeks kerentanan dan pengkajian alternatif adaptasi berdasarkan kondisi wilayah dan peraturan terkait. Hasil analisis menunjukkan 5 (lima) Kelurahan di sekitar Sungai Sario yang terdampak dan menjadi rentan terhadap bencana banjir yakni Titiwungen Selatan Lingkungan I dengan tingkat kerentanan rendah dan Lingkungan II dengan tingkat kerentanan tinggi, Sario Utara Lingkungan III dengan tingkat kerentanan sedang, Pakowa Lingkungan I dengan tingkat kerentanan sangat tinggi, Ranotana Weru Lingkungan I dengan tingkat kerentanan sedang dan Tanjung Batu Lingkungan III dengan tingkat kerentanan rendah. Pilihan adaptasi disesuaikan dengan nilai variabel kerentanan dan kemampuan adaptasi yang perlu diperbaiki atau ditingkatkan yang terbagi dalam pilihan adaptasi struktural dan non struktural.

**Kata Kunci : Pilihan Adaptasi, Tingkat Kerentanan, Permukiman, Sungai Sario**

## PENDAHULUAN

Dampak perubahan iklim seperti suhu, curah hujan, angin, kelembapan, tutupan awan dan penguapan bervariasi secara lokal tergantung pada kerentanan dari sistem alam dan manusia di lokasi tersebut. Perubahan iklim didalamnya termasuk keragaman iklim dan iklim ekstrim yang dapat dicontohkan curah hujan dengan frekuensi yang ekstrim dapat menyebabkan bencana banjir (Boer *dkk* dalam Efendi, 2012). Aktifitas manusia yang mengeksploitasi alam yang berlebihan karena pertumbuhan penduduk yang terus meningkat, peningkatan kebutuhan infrastruktur dan alih tata guna lahan tanpa perencanaan tata wilayah yang baik seperti wilayah di sekitar sungai dapat menyebabkan terganggunya sistem sungai. Kondisi ini dapat menurunkan kemampuan internal (sensitivitas) wilayah sekitar sungai dalam menghadapi gangguan perubahan iklim yang ekstrim, seperti yang sering terjadi di lima DAS besar yang melewati Kota Manado termasuk DAS Sario, dimana sudah tercatat empat kejadian bencana banjir

skala besar dari tahun 2000 sampai 2016.

Tujuan dari penelitian ini adalah mengidentifikasi wilayah penelitian di Sungai Sario yang terdampak bencana banjir, menganalisis tingkat kerentanan bencana banjir di pemukiman sepanjang Sungai Sario dan menentukan pilihan adaptasi untuk mengurangi kerentanan.

## TINJAUAN PUSTAKA

### Pengertian Bencana

Bencana didefinisikan sebagai peristiwa atau rangkaian peristiwa yang mengancam dan mengganggu kehidupan dan penghidupan masyarakat yang disebabkan baik oleh faktor alam dan/atau faktor non alam maupun faktor manusia sehingga mengakibatkan timbulnya korban jiwa manusia, kerusakan lingkungan, kerugian harta benda dan dampak psikologis (UU nomor 24 Tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana).

### Pengertian Banjir

Badan Penanggulangan Bencana Nasional menjelaskan bencana banjir adalah peristiwa atau keadaan dimana terendahnya suatu daerah atau daratan karena volume air

yang meningkat.

### Penilaian Indeks Kerentanan Banjir

Kerentanan menggambarkan derajat atau tingkat kemudahan terkena atau ketidakmampuan untuk menghadapi dampak buruk dari perubahan iklim termasuk keragaman iklim dan iklim ekstrim.

Indeks kerentanan disusun dengan mengkombinasikan tingkat keterpaparan, sensitivitas dan kapasitas adaptasi yang terdiri dari :

#### Tingkat Keterpaparan (*Exposure*)

Tingkat keterpaparan menunjukkan derajat, lama dan atau besar peluang suatu sistem untuk kontak atau tunduk dengan goncangan atau gangguan (Adger 2006 and Kaspersen *et al.* 2005 in Gallopin 2006 dalam Ardiansyah, 2015).

Parameter yang digunakan untuk mengukur tingkat keterpaparan adalah : jumlah bangunan dan KK di lokasi terpapar bencana, kepadatan penduduk dan kondisi tutupan lahan.

#### Tingkat Sensitivitas (*Sensitivity*)

Tingkat sensitivitas merupakan kondisi internal dari sistem yang menunjukkan derajat kerentanannya terhadap gangguan dan sejauh mana sistem akan dipengaruhi oleh dan atau responsif terhadap gangguan.

Parameter yang digunakan untuk mengukur tingkat sensitivitas adalah : mata pencaharian masyarakat, kondisi kemasyarakatan dan status kepemilikan aset.

#### Tingkat Kapasitas Adaptasi (*Adaptive Capacity*)

Tingkat kapasitas adaptasi adalah kemampuan dari suatu sistem untuk melakukan penyesuaian (*adjust*) terhadap perubahan iklim sehingga potensi dampak negatif dapat dikurangi dan dampak positif dapat dimaksimalkan.

Parameter yang digunakan untuk mengukur tingkat kapasitas adaptasi adalah : kondisi perekonomian, tingkat pendidikan, ketersediaan aspek fisik permukiman dan kondisi sungai.

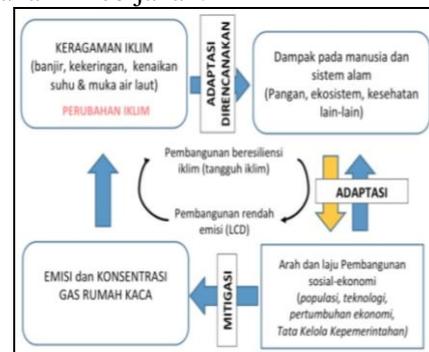
Kombinasi dari tingkat keterpaparan, sensitivitas dan kapasitas adaptif selanjutnya akan dimasukkan ke dalam sistem kuadran. Tingkat keterpaparan, sensitivitas dan kapasitas adaptasi dapat dijelaskan dengan

menggunakan indikator-indikator biofisik, perekonomian, kemasyarakatan, infrastruktur, dan tingkat pengetahuan masyarakat.

Indeks Keterpaparan Sensitivitas (IKS) didapat dari Tingkat Keterpaparan dan Tingkat Sensitivitas sedangkan Indeks Kapasitas Adaptasi (IKA) didapat dari indikator – indikator kapasitas adaptasi. Hasil skoring dari indikator ini selanjutnya akan dibandingkan dengan kategori – kategori nilai yang telah ditentukan dan dimasukkan ke dalam bentuk kuadran sehingga dapat ditarik kesimpulan.

#### Penentuan Pilihan Adaptasi

Pilihan atau strategi adaptasi yang dilakukan dibagi menjadi dua menurut Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian dalam buku Pedoman Umum Adaptasi Perubahan Iklim Sektor Pertanian, yaitu yang pertama adalah bersifat struktural dan yang kedua bersifat non struktural. Strategi yang bersifat struktural adalah kegiatan untuk mengurangi kerentanan di suatu wilayah lewat adanya pembangunan fisik bangunan atau berupa aksi sedangkan strategi yang bersifat non struktural adalah kegiatan seperti pendidikan, pelatihan terkait bencana atau berupa pengadaan kebijakan – kebijakan.



Sumber : Laporan Akhir Rencana Aksi Daerah Adaptasi Perubahan Iklim di DKI Jakarta, 2013

Gambar 1 Kerangka Pikir Pelaksanaan Adaptasi

Regulasi yang digunakan sebagai dasar pemilihan adaptasi adalah sebagai berikut :

1. Peraturan Pemerintah Nomor 38 Tahun 2011 Tentang Sungai menjadi acuan regulasi terkait pemilihan adaptasi dalam pemanfaatan wilayah sungai dan sempadan
2. Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 1 Tahun 2014 Tentang Standar Pelayanan Minimal Bidang Pekerjaan Umum Dan Penataan Ruang dan Peraturan Menteri Negara Perumahan Rakyat Nomor 34 Tahun 2006 Tentang Pedoman Umum Penyelenggaraan Keterpaduan Prasarana, Sarana Dan Utilitas (PSU) Kawasan Perumahan menjadi acuan regulasi dalam



Pengambilan sampel untuk kuesioner yang dibagikan kepada Kepala Keluarga (KK) dengan menggunakan rumus Slovin (Umar dalam Febriani, 2013) dengan batas toleransi yang penulis gunakan adalah 10 %. Rumus perhitungan jumlah sampel adalah sebagai berikut:

$$n = \frac{N}{1 + Ne^2}$$

Dimana :  $n$  adalah jumlah sampel;  $N$  adalah jumlah populasi; dan  $e$  adalah batas toleransi kesalahan 10 %

### Metode Analisis Data

#### Penentuan Wilayah Terdampak

Metode yang digunakan untuk mengidentifikasi wilayah penelitian yang terdampak bencana adalah metode analisis spasial, yakni *Overlay* atau tumpang tindih dengan menggunakan *software ArcGIS 10.3*. Peta - peta yang akan di *overlay* adalah :

1. Peta Curah Hujan Tahun 2014 – 2016 yang dibuat berdasarkan data curah hujan di musim penghujan (November – Februari).
2. Peta Kemiringan Lereng. Peta Kemiringan Lereng dibuat dengan memotong data DEM (*Digital Elevation Model*) kota Manado disesuaikan dengan lokasi penelitian menggunakan *tool* dalam ArcGIS 10.3.
3. Peta Kejadian Historis Bencana Banjir. Peta kejadian historis adalah peta lokasi terdampak banjir, tahun 2014 – 2016.

#### Analisis Kerentanan Bencana Banjir

Nilai kerentanan ( $V$ ) satu wilayah disusun dengan mengkombinasikan nilai keterpaparan (*exposure*), sensitivitas (*sensitivity*) dan kapasitas adaptasi (*adaptive capacity*), atau dapat dijelaskan menggunakan rumus :

$$V = f(E, S, AC)$$

Indeks Keterpaparan Sensitivitas (IKS) adalah penjumlahan dari nilai indeks keterpaparan ( $E$ ) dan sensitivitas ( $S$ ). Nilai indeks kerentanan adalah fungsi dari keterpaparan dan sensitivitas (IKS) terhadap dampak dan kemampuan atau ketidakmampuan untuk menanggulangi atau beradaptasi (IKA) (Yoo, 2014) atau dapat disimpulkan :

$$\text{Indeks Kerentanan} = \text{Indeks Keterpaparan} + \text{Indeks Sensitivitas} - \text{Indeks Kapasitas Adaptasi}$$

Proses penentuan nilai indeks kerentanan adalah sebagai berikut :

1. Kelompokkan data variabel ke dalam masing-masing indeks keterpaparan, sensitivitas dan kapasitas adaptasi.
2. Tetapkan standarisasi skor dengan skala untuk mendapatkan nilai bersama dalam membandingkan variabel-variabel yang digunakan (Ardiansyah, 2015). Rumus yang digunakan sebagai berikut :

$$X' = \frac{(x - \text{nilai minimum})}{(\text{nilai maksimum} - \text{nilai minimum})}$$

Dimana :  $X'$  adalah nilai yang distandarisi;  $X$  adalah nilai sebelumnya

3. Tahap selanjutnya adalah penetapan bobot untuk setiap variabel. Nilai bobot ( $W$ ) berkisar antara 0 sampai 1 sehingga jumlah bobot  $W1+W2+...+Wn = 1$ . Nilai bobot akan dinormalisasi berdasarkan urutan (peringkat) langsung dan peringkat tersebut ditentukan dengan mempertimbangkan dampak yang dihasilkan (Ristianto dalam Daniati, 2011). Rumus yang digunakan untuk normalisasi pembobotan adalah :

$$W_j = \frac{n - r_j + 1}{\sum(n - r_j + 1)}$$

Dimana :  $W_j$  = nilai/bobot yang dinormalkan;  $n$  = jumlah variabel ( $k = 1,2,3,...n$ );  $r_j$  = posisi urutan variabel.

4. Hasil perkalian antara harkat dan bobot pada semua variabel merupakan nilai indeks IKS dan hasil perkalian skor dan bobot semua variabel tingkat kapasitas adaptasi merupakan nilai IKA.
5. Nilai IKS dan IKA yang diperoleh akan digambarkan dalam bentuk grafik radar dengan bantuan *software* Microsoft Excel sehingga dapat dilihat pengelompokan menurut tingkat kerentanan dalam sistem kuadran.

#### Penentuan Pilihan Adaptasi

Pemilihan adaptasi dilakukan atau ditentukan dengan memasukan nilai indeks IKS dan IKA ke dalam grafik indeks kerentanan, kemudian dipilih variabel yang berkontribusi terhadap kerentanan yaitu variabel yang memiliki nilai IKS tinggi dan IKA rendah atau IKS rendah dan IKA rendah.

Pilihan adaptasi dilaksanakan dengan tetap beracuan pada RPJMD, RAN-API, Renstra dan regulasi lainnya serta mempertimbangkan dampaknya terhadap indikator pembangunan seperti ekosistem, kemiskinan, pendidikan, kesehatan,

infrastruktur, pemerintah.

## HASIL PENELITIAN

### Karakteristik dan Gambaran Umum Lokasi Penelitian

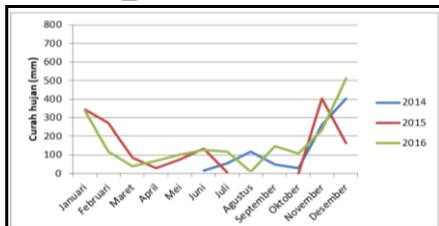
Sario adalah salah satu sungai besar di Kota Manado dengan panjang ( $\pm 7$  Km), disamping 4 sungai lainnya yakni Sungai Bailang (panjang  $\pm 20$  km, Sungai Tondano (panjang  $\pm 15$  km), Sungai Sawangan ( $\pm 12$  km), dan Sungai Malalayang (panjang  $\pm 5$  km).

Sungai Sario memiliki letak astronomis pada posisi diantara  $124^{\circ}49'00'' - 124^{\circ}51'30''$  BT dan  $1^{\circ}26'30'' - 1^{\circ}48'30''$  LU yang mencakup 12 wilayah kelurahan dari 3 wilayah kecamatan.

### Penentuan Wilayah Terdampak Kecamatan Sario

#### Curah Hujan

Data curah hujan (mm/bulan) untuk Kecamatan Sario (Gambar 3) menunjukkan bahwa nilai rata-rata curah hujan selama 3 tahun pengamatan pada beberapa bulan yakni November sampai dengan Januari terlihat curah hujan tergolong sangat tinggi dengan nilai rata-rata  $\geq 332.6$  mm/bulan.

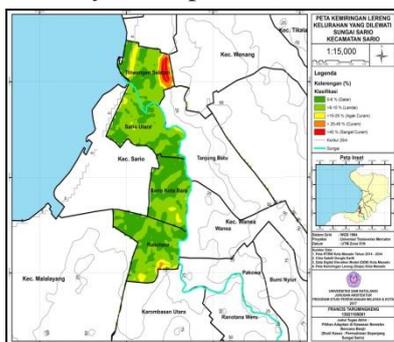


Sumber : BMKG, 2017

Gambar 3. Grafik Curah Hujan di Musim Penghujan Kecamatan Sario

#### Kemiringan Lereng

Kondisi topografi wilayah Kecamatan Sario bervariasi antara klasifikasi datar (0-8%) sampai curam (25-45 %) dimana sebagian besar tergolong wilayah datar dan landai termasuk wilayah sempadan (Gambar 4).

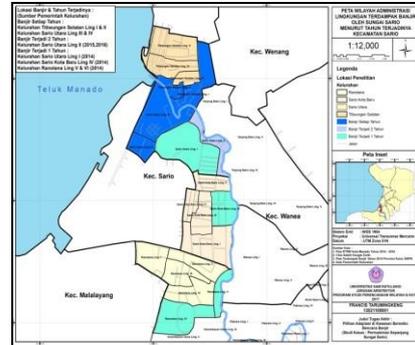


Sumber : Penulis, 2017

Gambar 4. Peta Kemiringan Lereng Kecamatan Sario

## Data Historis Bencana

Kelurahan yang sering terkena bencana banjir di Kecamatan Sario adalah Kelurahan Titiwungen terutama pada lingkungan I dan II, serta Kelurahan Sario Utara terutama pada lingkungan II, III dan IV (Gambar 5).



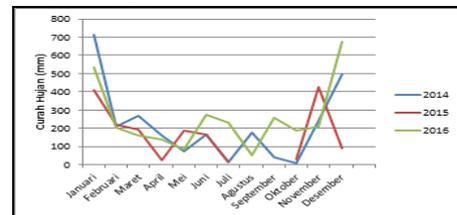
Sumber : Pemerintah Setempat, 2017

Gambar 5. Peta Jumlah Kejadian Banjir Kecamatan Sario Tahun 2014-2016

### Kecamatan Wanea

#### Curah Hujan

Data curah hujan (mm/bulan) untuk Kecamatan Wanea (Gambar 6) menunjukkan bahwa nilai rata-rata curah hujan selama 3 tahun pengamatan pada beberapa bulan yakni November sampai dengan Januari terlihat curah hujan tergolong tinggi dengan nilai rata-rata  $\geq 422.4$  mm/bulan.

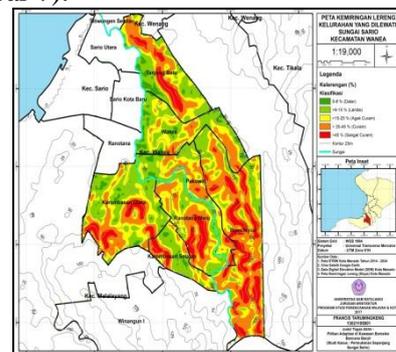


Sumber : BMKG, 2017

Gambar 6. Grafik Curah Hujan di Musim Penghujan Kecamatan Wanea

#### Kemiringan Lereng

Kondisi topografi wilayah Kecamatan Wanea bervariasi antara klasifikasi datar (0-8%) sampai curam (25-45 %) dimana sebagian besar tergolong wilayah agak curam dan curam (Gambar 7).

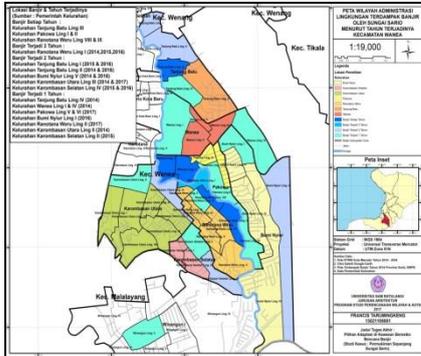


Sumber : Penulis, 2017

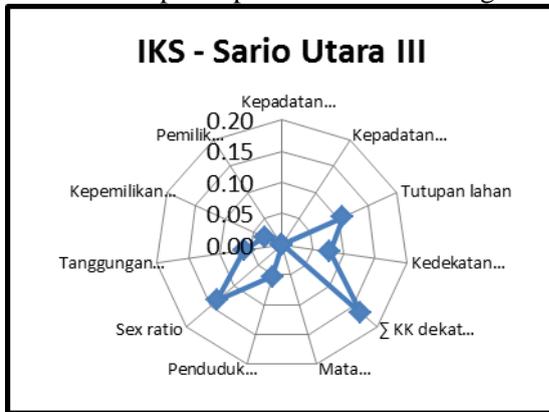
Gambar 7. Peta Kemiringan Lereng Kecamatan Wanea

## Data Historis Bencana

Kelurahan Tanjung Batu (terutama lingkungan I dan III), Kelurahan Pakowa (terutama lingkungan I dan II) dan Kelurahan Ranotana Weru (terutama lingkungan I, VIII dan IX) adalah kelurahan–kelurahan yang lebih sering terdampak bencana banjir setiap tahun (Gambar 8).



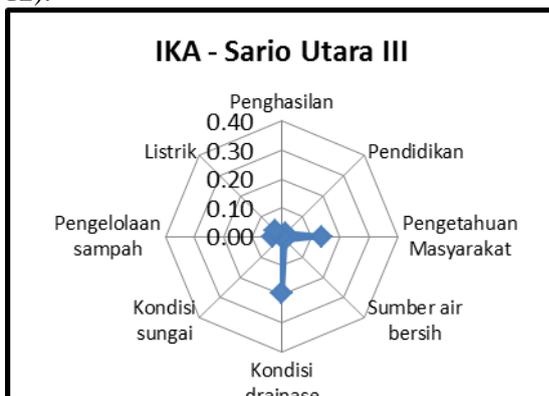
jumlah KK yang tinggal di wilayah rawan bencana termasuk banyak (38 KK) diantara 2 lokasi penelitian di Kecamatan Sario. Tutupan lahan yang ada di kelurahan ini hampir keseluruhan lahan (90 %) difungsikan sebagai lahan terbangun. Nilai sex ratio di lingkungan ini adalah 102 % artinya jumlah penduduk laki-laki dan perempuan adalah seimbang.



(Sumber : Penulis, 2017)

Gambar 11. Diagram IKS Kelurahan Sario Utara Lingkungan III

Kondisi kapasitas adaptasi yang ada di Kelurahan Sario Utara lingkungan III ini tergolong sedang (nilai IKA=0,42), dimana berapa variabel yang berkontribusi dalam kemampuan adaptasi di sini adalah pengetahuan masyarakat yang hampir sebagian besar (80 %) sudah mengetahui dengan baik tentang bencana banjir. Variabel kondisi drainase pun sebagian besar (55 %) sudah termasuk dalam kondisi lancar (Gambar 12).



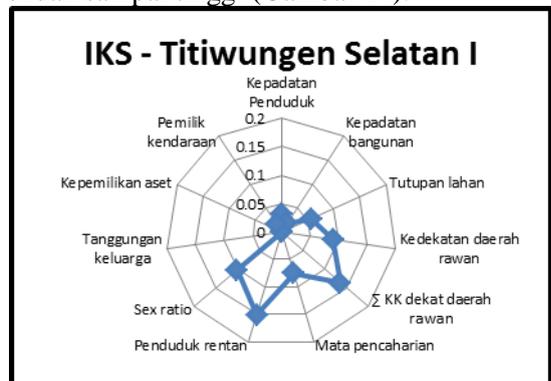
(Sumber : Penulis, 2017)

Gambar 12. Diagram IKA Kelurahan Sario Utara Lingkungan III

Wilayah Titiwungen Selatan I memiliki nilai IKS tergolong agak tinggi, dimana variabel-variabel dalam IKS yang berkontribusi dalam kerentanan di wilayah ini adalah jumlah KK tinggal dekat sumber bencana, penduduk rentan dan sex ratio (Gambar 13). Wilayah ini juga tercatat jumlah KK yang berdomisili dekat bantaran sungai

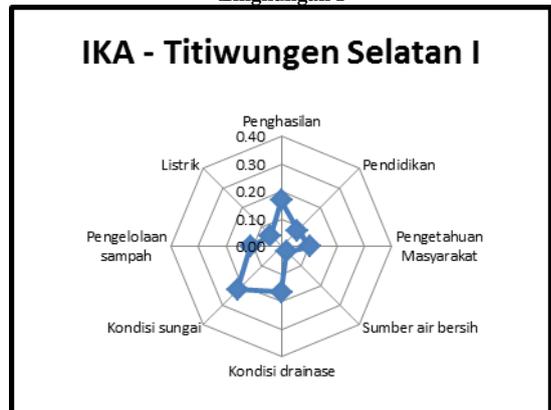
ada 34 KK atau sekitar 17 % dari keseluruhan KK di kelurahan tersebut. Jumlah penduduk rentan termasuk sangat banyak di sana (70 %).

Kondisi kapasitas adaptasi (IKA) yang ada di Kelurahan Titiwungen Selatan lingkungan I ini tergolong tinggi, karena hampir sebagian besar variabel yang dipelajari memiliki indeks IKA yang tinggi atau dalam keadaan baik. Variabel-variabel yang berkontribusi baik pada kapasitas adaptasi di wilayah ini yakni kondisi drainase dan kondisi sungai serta penghasilan keluarga (Gambar 20). Kondisi drainase yang ada dalam keadaan lancar (60 %), kondisi sungai sebagian besar dalam keadaan baik (80 %). Kondisi perekonomian masyarakat seperti penghasilan hampir seimbang (30-40%) antara penghasilan rendah sampai tinggi (Gambar 14).



(Sumber : Penulis, 2017)

Gambar 13. Diagram IKS Kelurahan Titiwungen Selatan Lingkungan I



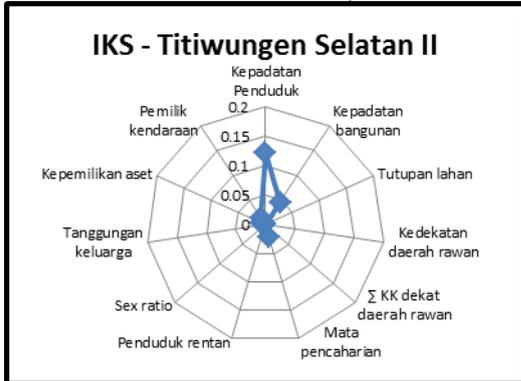
(Sumber : Penulis, 2017)

Gambar 14. Diagram IKA Kelurahan Titiwungen Selatan Lingkungan III

Wilayah Titiwungen Selatan Lingkungan II memiliki nilai IKS tergolong rendah dimana variabel-variabel yang berkontribusi dalam kerentanan hanya ada 1 variabel yaitu kepadatan penduduk (Gambar 15) yang tercatat tinggi (173 jiwa/hektar), dibandingkan dengan kepadatan penduduk di Lingkungan lainnya.

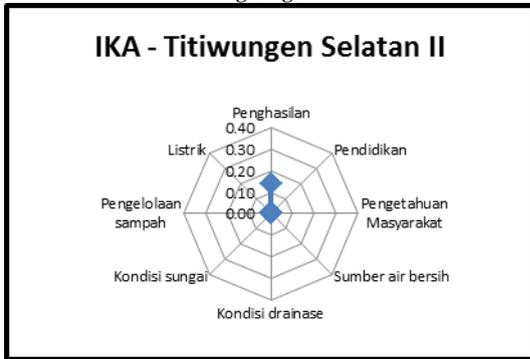
Kondisi kapasitas adaptasi (IKA) di Kelurahan Titiwungen Selatan lingkungan II termasuk rendah (Gambar 16), karena hanya

ada 1 variabel yakni penghasilan, tercatat penghasilan KK di kelurahan ini relatif lebih tinggi (Rp > 2,5 juta) dibandingkan dengan penduduk di 2 kelurahan lainnya.



(Sumber : Penulis, 2017)

Gambar 16. Diagram IKS Kelurahan Titiwungen Selatan Lingkungan II



(Sumber : Penulis, 2017)

Gambar 22 Diagram IKA Kelurahan Titiwungen Selatan Lingkungan II

### Kecamatan Wanea

Hasil analisis indeks keterpaparan sensitivitas wilayah di Kecamatan Wanea berkisar antara 0,17 sampai 0,83 atau berada pada kategori rendah sampai agak tinggi. Kapasitas adaptasi dari 3 wilayah administrasi tersebut berkisar antara 0,26 sampai 0,89 atau berada pada kategori rendah sampai agak tinggi (Tabel 3).

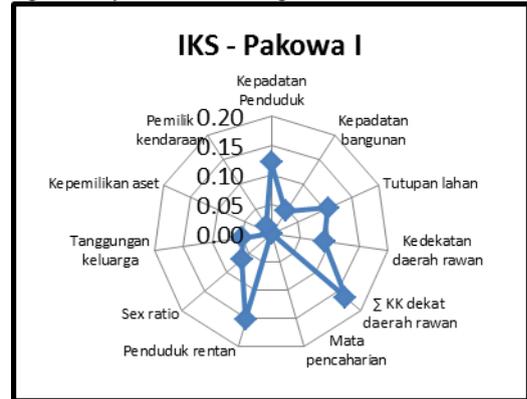
Tabel 5 Nilai Indeks Kerentanan di Kecamatan Wanea (Sumber : Penulis, 2017)

No	Nilai Indeks	Lokasi Penelitian		
		Pakowa Lingkungan I	Ranotana Weru Lingkungan I	Tanjung Batu Lingkungan III
1	Keterpaparan	0.54	0.17	0.00
2	Sensitivitas	0.29	0.20	0.17
3	IKS	0.83 Kategori Tinggi	0.37 Kategori Sedang	0.17 Kategori Rendah
4	IKA	0.26 Kategori Sedang	0.54 Kategori Agak Tinggi	0.89 Kategori Tinggi

(Sumber : Penulis, 2017)

Wilayah kelurahan Pakowa lingkungan I, memiliki nilai indeks keterpaparan sensitivitas (IKS) yaitu 0,83 (tinggi) dimana banyak variabel-variabel yang berkontribusi dalam kerentanan yakni kepadatan penduduk, tutupan lahan, jumlah KK tinggal dekat sumber bencana, penduduk rentan (Gambar 17). Hasil observasi tercatat kepadatan

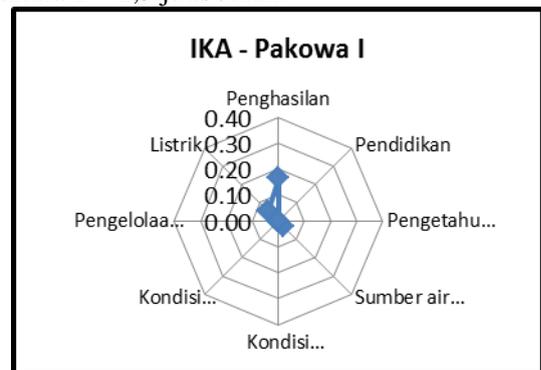
penduduk di sini hampir 2 sampai 4 kali lebih tinggi dari lingkungan lainnya (239,82 jiwa/hektar) disamping itu luas lahan terbangun di sana mencapai 88 % serta jumlah bangunan di daerah rawan hampir 2 kali lebih banyak dari lingkungan lainnya (45 bangunan). Kondisi faktor fisik di lingkungan ini sangat berpengaruh terhadap tingkat kerentanan yang tinggi sehingga berpeluang sangat besar untuk terjadinya bencana banjir di sana. Kondisi penduduk rentan di lingkungan ini tercatat sangat banyak (112 orang).



(Sumber : Penulis, 2017)

Gambar 17. Diagram IKS Kelurahan Pakowa Lingkungan I

Kondisi kapasitas adaptasi (IKA) yang ada di Kelurahan Pakowa lingkungan I ini tergolong rendah (Gambar 18), dimana ada 1 variabel yang memiliki indeks kapasitas adaptasi yang tinggi yakni penghasilan kepala keluarga dengan pendapatan penduduk rata-rata antara 2 – 2,5 juta/bulan.



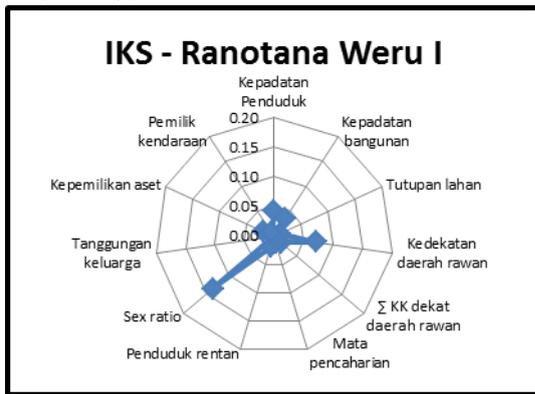
(Sumber : Penulis, 2017)

Gambar 18. Diagram IKA Kelurahan Pakowa Lingkungan I

Parameter lainnya hampir sebagian besar perlu mendapat perhatian untuk ditingkatkan kondisi kualitas dan kuantitasnya seperti kondisi drainase dan kondisi sungai di sini berada dalam keadaan yang buruk karena ditemui pada beberapa titik masih terdapat pengecilan sungai/drainase oleh adanya sampah atau adanya pembangunan dan sisa material bangunan.

Wilayah kelurahan Ranotana Weru lingkungan I memiliki nilai indeks keterpaparan

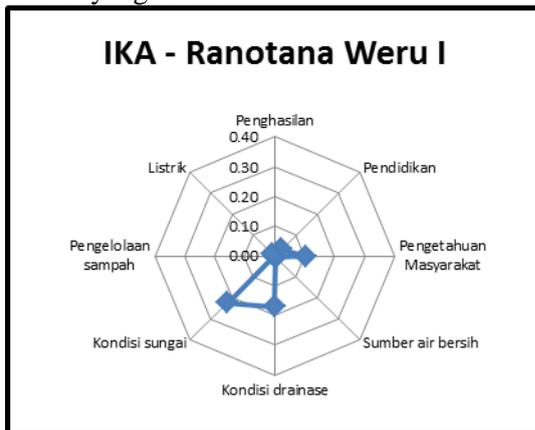
sensitivitas (IKS) yaitu 0,37 atau tergolong kategori sedang, dimana variabel-variabel yang berkontribusi pada IKA dan IKS ada 2 variabel yang memiliki nilai indeks relatif lebih tinggi dari variabel lainnya (Gambar 19) yakni kedekatan dengan daerah rawan dan *sex ratio* sehingga kemungkinan untuk terjadi gangguan banjir di lokasi ini sangat tinggi berhubungan dengan jumlah bangunan yang dekat dengan daerah rawan mencapai 26 % dari keseluruhan jumlah bangunan yang ada di wilayah ini dan jumlah penduduk laki-laki lebih sedikit dari wanita terlihat dari nilai *sex ratio* 114 %.



(Sumber : Penulis, 2017)

Gambar 19. Diagram IKS Kelurahan Ranotana Weru Lingkungan I

Kondisi kapasitas adaptasi yang ada di Kelurahan Ranotana Weru lingkungan I ini tergolong agak tinggi (Gambar 20), dimana ada 3 variabel berkontribusi dalam kerentanan di sana yakni kondisi drainase dan kondisi sungai dimana sebagian besar berada dalam kondisi yang lancar.



(Sumber : Penulis, 2017)

Gambar 20. Diagram IKA Kelurahan Ranotana Weru Lingkungan I

Variabel lainnya yang perlu mendapat perhatian untuk ditingkatkan kondisi kualitas dan kuantitasnya seperti mayoritas penduduk yang tinggal di lingkungan ini memanfaatkan sumur sebagai sumber air bersih juga di lingkungan ini tidak terdapat aktivitas

pengelolaan sampah.

Wilayah kelurahan Tanjung Batu lingkungan III memiliki nilai indeks keterpaparan sensitivitas (IKS) yaitu 0,17 atau tergolong kategori rendah dimana variabel-variabel yang berkontribusi pada IKS yakni mata pencaharian (Gambar 21), dimana jumlah penduduk lebih banyak berstatus sebagai pensiunan (40 %) sedangkan jumlah PNS dan Swasta hampir sama banyak (masing-masing 30 %) serta hampir 25 % KK di lokasi ini memiliki jumlah tanggungan keluarga lebih dari 4 orang (> 4 orang) dan sebagian besar adalah 2-4 orang (60 %).



Gambar 21. Diagram IKS Kelurahan Tanjung Batu Lingkungan III

(Sumber : Penulis, 2017)

Kondisi kapasitas adaptasi yang ada di Kelurahan Tanjung Batu lingkungan III (Gambar 22) ini tergolong tinggi) yang membuat wilayah ini lebih mampu bertahan terhadap bencana banjir.



(Sumber : Penulis, 2017)

Gambar 22. Diagram IKA Kelurahan Tanjung Batu Lingkungan III

### Penetapan Aksi Adaptasi

Nilai indeks IKS dan IKA yang sudah dihitung untuk 6 lokasi penelitian kemudian diplotkan dalam sistem kuadran untuk dapat ditentukan posisi relatif tingkat kerentanan dari masing-masing lokasi penelitian mulai dari kerentanan sangat rendah (Indeks I), kerentanan

rendah (Indeks II), kerentanan sedang (Indeks III), kerentanan tinggi (Indeks IV) dan kerentanan sangat tinggi (Indeks V) seperti terlihat pada Tabel 6 dan Gambar 29.

**Tabel 6 Tingkat Kerentanan Wilayah Penelitian Menurut Nilai Indeks IKS Dan IKA**

No	Lokasi Penelitian	Nilai Indeks		Kategori Kerentanan	Indeks
		IKS	IKA		
1	Sario Utara Lingkungan III	0.63 Agak Tinggi	0.42 Sedang	Sedang	III
2	Titiwungen Selatan Lingkungan I	0.68 Agak Tinggi	0.94 Tinggi	Rendah	II
3	Titiwungen Selatan Lingkungan II	0.21 Rendah	0.14 Rendah	Tinggi	IV
4	Pakowa Lingkungan I	0.81 Tinggi	0.25 Rendah	Sangat Tinggi	V
5	Ranotana Weru Lingkungan I	0.37 Sedang	0.54 Agak Tinggi	Sedang	III
6	Tanjung Batu Lingkungan III	0.17 Rendah	0.91 Tinggi	Sangat Rendah	I

(Sumber : Penulis, 2017)



(Sumber : Penulis, 2017)

**Gambar 29 Distribusi Lokasi Penelitian Dalam Kategori Kerentanan Menurut Indeks IKA dan IKS Variabel Penentu Kerentanan**

Variabel – variabel penentu kerentanan ada 11 pada 6 wilayah administrasi lingkungan lokasi penelitian (Tabel 7), dimana variabel-variabel itu yang akan digunakan dalam penetapan aksi adaptasi.

**Tabel 7 Distribusi Variabel IKS Penentu Kerentanan Menurut Lokasi Penelitian**

No	Variabel Penentu Kerentanan	Lokasi Penelitian						Jumlah
		SU III	TS I	TS II	PKW I	RW I	TB III	
1	Kepadatan Penduduk							2
2	Kepadatan Bangunan							2
3	Tutupan lahan							3
4	Kedekatan Bangunan dengan Wilayah Rawan	√	√	√	√	√		4
5	Jumlah KK Tinggal di Wilayah Rawan	√	√		√			3
6	Mata Pencarian		√			√		2
7	Jumlah Tanggungan	√			√		√	3
8	Status Kepemilikan Aset							0
9	Kepemilikan Kendaraan							0
10	Penduduk Rentan	√	√		√			3
11	Sex Ratio			√		√		2
	Jumlah	4	5	4	7	2	2	24

(Sumber : Penulis, 2017)

Kelurahan Pakowa Lingkungan I memiliki jumlah variabel penentu kerentanan yang banyak atau kira kira 72 % dari total 11 variabel yang ditemukan dari antara 6 wilayah administrasi lingkungan yang diteliti, hal ini disebabkan karena faktor fisik, ekonomi dan kondisi kemasyarakatan di wilayah ini yang masih kurang memadai dalam menghadapi dampak bencana banjir seperti kurangnya lahan hijau untuk penyerapan air saat hujan dan jumlah penduduk yang tinggi

menyebabkan lokasi tersebut mudah sekali terpapar jika bencana datang kemudian ada 2 lokasi yaitu Sario Utara Lingkungan III dan Titiwungen Selatan Lingkungan I yang memiliki variabel penentu sebesar 54 %, karena di 2 lokasi ini kondisi fisik, ekonomi dan sosial kemasyarakatan relatif lebih rendah dari lokasi lainnya sehingga sangat sensitif dan mudah terpapar bencana banjir.

Lokasi - lokasi lainnya (Titiwungen Selatan Lingkungan II, Ranotana Weru Lingkungan I dan Tanjung Batu Lingkungan III) memiliki variabel IKS penentu kerentanan yang sangat sedikit (19 %), hal ini disebabkan karena kondisi fisik di wilayah Titiwungen Selatan Lingkungan II sangat padat membuat wilayah ini menjadi lebih terpapar terhadap bencana banjir. Wilayah Ranotana Weru Lingkungan I mudah terpapar bencana karena jumlah bangunan di sempadan sungai cukup banyak dari daerah lain dan untuk Kelurahan Tanjung Batu Lingkungan III permasalahan di sana adalah mata pencaharian penduduk hampir berimbang antara PNS, swasta dan pensiun bahkan jumlah PNS dan pensiunan di lokasi ini relatif lebih banyak dari pada di lokasi yang lain.

**Tabel 8 Distribusi Variabel IKA Penentu Kerentanan Menurut Lokasi Penelitian**

No	VARIABEL PENENTU KERENTANAN	Lokasi Penelitian						Jumlah
		SU III	TS I	TS II	PKW I	RW I	TB III	
1	Jumlah Penghasilan	√						2
2	Tingkat Pendidikan	√		√	√			3
3	Tingkat Pengetahuan Masyarakat			√	√			2
4	Sumber Air Bersih				√	√	√	3
5	Kondisi Drainase			√	√			2
6	Kondisi Sungai			√	√			1
7	Pengelolaan Sampah	√		√	√	√		4
8	Listrik							0
	Jumlah	3	0	4	6	3	1	19

(Sumber : Penulis, 2017)

Kelurahan Titiwungen Selatan Lingkungan II dan Pakowa Lingkungan I memiliki variabel kapasitas adaptasi (IKA) yang rendah atau lebih rentan lebih banyak dari pada lokasi lainnya karena kapasitas adaptasi yang dimiliki masih kurang dan perlu ditingkatkan atau diperbaiki kondisinya, sedangkan 4 lokasi lainnya (Sario Utara Lingkungan III, Titiwungen Selatan Lingkungan I, Ranotana Weru Lingkungan I dan Tanjung Batu Lingkungan III) memiliki lebih sedikit variabel dengan nilai indeks IKA yang rendah, hal ini menunjukkan bahwa kemampuan adaptasi wilayah ini untuk merespons bencana banjir relatif lebih baik dari lokasi lainnya sehingga sudah mampu memperkecil kerentanan wilayah tersebut terhadap banjir.

Bentuk pilihan adaptasi dapat ditentukan menurut variabel penentu kerentanan seperti yang dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9 Pilihan Adaptasi Berdasarkan Variabel Penentu Kerentanan

Variabel Penentu Kerentanan	Bentuk Adaptasi Struktural	Bentuk Adaptasi Non Struktural
<b>IKS ( Indeks Keterpaparan Sensitivitas)</b>		
Kepadatan Penduduk	<ul style="list-style-type: none"> <li>Membangun rumah susun.</li> <li>Meremajakan lingkungan tersebut dengan menambah vegetasi – vegetasi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mengaktifkan kembali program keluarga berencana.</li> <li>Mensosialisasikan UU perkawinan mengenai batas usia menikah.</li> <li>Meningkatkan waktu belajar pendidikan dari 6 tahun menjadi 9 tahun.</li> </ul>
Kepadatan Bangunan	<ul style="list-style-type: none"> <li>Desain rumah vertikal</li> <li>Merelokasi/membongkar bangunan yang tidak sesuai aturan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kebijakan larangan atau tidak memberikan IMB di sepadan sungai.</li> </ul>
Tutupan Lahan	<ul style="list-style-type: none"> <li>Membuat sepadan jalan</li> <li>Menerapkan KDB</li> <li>Menata drainase</li> <li>Memperbanyak sumur resapan air (biopor[.])</li> <li>Menambah ruang terbuka hijau, 30 % (20 % publik, 10 % privat)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kebijakan larangan atau tidak memberikan IMB di sepadan sungai</li> <li>Kebijakan penghijauan di halaman rumah</li> </ul>
Kedekatan Bangunan dengan Daerah Rawan	Pelarangan membangun di sepadan sungai.	Membebaskan sepadan sesuai aturan
Jumlah KK yang tinggal di Wilayah Sempadan	Menerapkan <i>resettlement</i> / relokasi dari daerah rawan.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kebijakan larangan atau tidak memberikan IMB di sepadan sungai.</li> </ul>
Variabel Penentu Kerentanan	Bentuk Adaptasi Struktural	Bentuk Adaptasi Non Struktural
<b>IKS ( Indeks Keterpaparan Sensitivitas)</b>		
Mata Pencarian	Memberikan kartu pintar dan kartu sehat bagi masyarakat yang kurang mampu Membuka lapangan pekerjaan dan memberikan bantuan modal usaha	Menambah jumlah kursus dan ketrampilan bagi masyarakat
Jumlah Tanggungan	Mengalakan Program Keluarga Berencana	membuka lapangan pekerjaan dan bantuan modal.
Penduduk Rentan	<ul style="list-style-type: none"> <li>Membangun fasilitas infrastruktur yang ramah terhadap penduduk – penduduk yang rentan, disabilitas.</li> <li>Menambahkan lampu jalan</li> <li>Memperbaiki jalan yang sudah berlubang atau rusak</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Memprioritas kaum yang lemah dalam proses evakuasi</li> </ul>
Variabel Penentu Kerentanan	Bentuk Adaptasi Struktural	Bentuk Adaptasi Non Struktural
<b>IKA ( Indeks Kapasitas Adaptasi)</b>		
Umlah Penghasilan	Mengadakan kartu Pintar dan sehat bagi masyarakat yang kurang mampu.	Pemerintah membuka atau menyediakan lapangan pekerjaan baru
Tingkat Pendidikan	Mengadakan beasiswa atau programbidik misi supaya masyarakat yang kurang mampu dapat kuliah.	Pemerintah membangun sekolah atau kelas mengajar khusus kepada masyarakat yang kurang mampu.
Tingkat Pengetahuan Masyarakat	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pelatihan tata cara pengungutan dan penyelamatan jika terjadi bencana.</li> <li>Peningkatan kewaspadaan dan lesiapan menghadapi bencana jika sewaktu-waktu terjadi</li> </ul>	Pembuatan zonasi tentang tata ruang/tata guna lahan yang didasarkan pada kajian resiko.
Sumber Air Bersih	Pemerintah menjual air bersih dengan harga yang terjangkau Membangun bak penampungan air bersih Kegiatan membersihkan drainase secara rutin di lingkungan.	
ondisi Drainase	Memperbaiki drainase yang rusak	Kebijakan/kegiatan jumpa berlian di lingkungan
ondisi Sungai	<ul style="list-style-type: none"> <li>Melakukan konservasi di sepadan sungai</li> <li>Membangun badan tanggul yang kuat dan kokoh.</li> <li>Pengerukan sungai</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kebijakan tidak memberikan IMB di sepadan sungai</li> </ul>
Penanganan sampah	<ul style="list-style-type: none"> <li>Membuat tempat pembuangan sampah sementara di lorong atau gang lingkungan</li> <li>Mengadakan kendaraan pengangkut sampah</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Memperhatikan manajemen persampahan</li> <li>Membuat kebijakan terkait persampahan</li> <li>Mengaktifkan kembali program Jumpa Berlian</li> </ul>

(Sumber : Penulis, 2017)

## KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan yang dapat ditarik berdasarkan tujuan penelitian dan pelaksanaan pengamatan tentang risiko kerentanan dan pilihan adaptasi untuk menurunkan kerentanan banjir di permukiman sepanjang sungai Sario adalah :

1. Wilayah administrasi yang terdampak dan menjadi rentan terhadap banjir di sekitar sungai Sario ada 5 Kelurahan yang terbagi

dalam 6 wilayah administrasi lingkungan yakni 3 wilayah administrasi lingkungan di Kecamatan Sario (Kelurahan Titiwungen Selatan lingkungan I dan II serta Kelurahan Sario Utara Lingkungan III) dan 3 wilayah administrasi lingkungan di Kecamatan Wanea (Kelurahan Pakowa Lingkungan I, Kelurahan Ranotana Weru Lingkungan I dan Kelurahan Tanjung Batu Lingkungan III).

2. Hasil analisis kerentanan di 6 wilayah administrasi lingkungan di atas menunjukkan bahwa tingkat kerentanan bervariasi menurut lokasi penelitian, dimana kategori kerentanan sangat rendah ditemukan pada Kelurahan Tanjung Batu Lingkungan III. Kategori kerentanan rendah ditemukan di kelurahan Titiwungen Selatan lingkungan I. Kategori kerentanan sedang ditemukan di Kelurahan Sario Utara III, untuk Kategori kerentanan tinggi di Kelurahan Titiwungen Selatan II. Serta kategori kerentanan sangat tinggi dijumpai di Kelurahan Pakowa I.

3. Pilihan adaptasi terdiri dari adaptasi struktural yaitu pendekatan dengan cara melakukan pembangunan fisik dan pilihan adaptasi non struktural berupa melakukan kegiatan yang bukan fisik. Pilihan adaptasi struktural meliputi : pembangunan rumah susun/pembangunan secara vertikal; pembebasan ruang untuk sepadan jalan, bangunan dan sungai; *green building* dan penyediaan RTH/penghijauan; penyiapan trotoar ramah kaum disabilitas; pembangunan jalan dan lampu penerangan; pembangunan sekolah; pembangunan bak penampungan air, sistem drainase, kolam retensi dan tanggul; penyiapan tempat pembuangan sampah sementara. Pilihan adaptasi non struktural berupa: program sadar lingkungan (sosialisasi mitigasi bencana); pengaktifan program KB; pendataan bangunan ilegal dan peningkatan pengawasan; pembuatan kebijakan dan kesepakatan konsep *resettlement*; peningkatan kapasitas masyarakat terhadap keberlanjutan lingkungan; penyediaan lapangan kerja, kartu sehat, kartu pintar dan program beasiswa; perawatan drainase, sungai dan sepadan; peningkatan program jumpa berlian.

Penulis mengeluarkan saran – saran sebagai berikut sebagai langkah awal dalam pelaksanaan pilihan adaptasi :

1. Kepada pihak Pemerintah Kota Manado : Kapasitas adaptasi berbeda pada setiap

lokasi. Pemerintah hendaknya dapat menentukan adaptasi yang tepat sesuai dengan kondisi dan karakteristik lokasi dan bertindak cepat sehingga kerentanan lokasi dapat dikurangi. Melalui Musrembang di tingkat kelurahan dan kecamatan diharapkan program adaptasi dapat direalisasikan dalam penganggaran pembangunan.

2. Kepada pihak akademisi
  - Menjadi penggerak lingkungan, bersama dengan pemerintah memberikan sosialisasi dan pemberdayaan kepada masyarakat mengenai kerentanan bencana banjir dan upaya adaptasi.
  - Melakukan penelitian lanjut untuk mengembangkan temuan-temuan atau hal-hal penting yang belum terungkap dalam penelitian ini.
3. Kepada masyarakat : Keberlanjutan lingkungan perlu dijaga demi masa depan anak cucu. Tindakan nyata yang dapat dilakukan yaitu berpartisipasi aktif untuk menjaga kebersihan lingkungan serta menjadi pelaku-pelaku “hijau”.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

- Ardiansyah, M. 2015. *Pengenalan Konsep Dasar Analisis Kerentanan dan Risiko Iklim*. Bimbingan Teknis Kerentanan Kota Manado. 25 Mei 2017
- Ardiansyah, M. 2015. *Parameter/Indikator Tingkat Keterpaparan, Tingkat Sensitivitas dan Kapasitas Adaptasi*. Bimbingan Teknis Kerentanan Kota Manado. 25 Mei 2017
- Boer, R. 2007. *Indonesian Country Report on Climate Variability and Climate Change, and Their Implications in Indonesia*. The International Joint Workshop on Climate and Water
- Cie, C. 2016. *Identifikasi Penggunaan Lahan Pada Daerah Rawan Banjir Bandang Kota Manado*. Manado
- Daniati, R., Sariffudin., 2015. *Tingkat Kerentanan Masyarakat Terhadap Bencana Banjir di Perumnas Tlogosari, Kota Semarang*. Volume 3, No. 2 (90-99)
- Diposaptono, S., Budiman, & Agung, F. 2009. *Menyiasati Perubahan Iklim Di Wilayah Pesisir dan Pulau – Pulau Kecil*, Bogor : Penerbit Buku Ilmiah

Populer

- Efendi, M., H.Sunoko, W.Sulistya., 2012. *Kajian Kerentanan Masyarakat Terhadap Perubahan Iklim Berbasis Daerah Aliran Sungai (Studi Kasus Sub DAS Garang Hulu)*. Volume 10, No. 8-18.
- Nugroho, Bayu Dwi Apri. 2016. *Fenomena Iklim Global, Perubahan Iklim, dan Dampaknya di Indonesia*. Yogyakarta : Gadjah Mada University Press
- Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Manado Tahun 2014-2024
- UU Nomor 24 Tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana
- Yoo, Gayoung. 2014. *A Methodology To Assess Environmental Vulnerability in a Coastal City: Application to Jakarta, Indonesia*. Ocean and Coastal Management : Volume 102. 21 Agustus 2017