

# ANALISIS KERENTANAN FISIK PERMUKIMAN DI KAWASAN RAWAN BENCANA TSUNAMI WILAYAH PARANGTRITIS, YOGYAKARTA

Danis Arbabun Naja  
danis.arbabun.n@mail.ugm.ac.id

Djati Mardiatno  
djati.mardiatno@ugm.ac.id

## ABSTRACT

*Indonesia has high potential of tsunami. Ring of fire causes high intensity oceano-geological process that high opportunity resulting tsunami. Parangtritis was located at susceptible tsunami area south-coastel java. Objects of research are identifying buildings vulnerability parameters and knowing settlement vulnerability characteristics in susceptible area Parangtritis region, Yogyakarta. Methods that used are scoring and weighting of variabels in buildings-vulnerability level, based on samples in clusters that gotten by sistematic sampling. Vulnerability level gotten by scoring the parameters of building materials, base-floor, number of floor, and building-orientation.*

*Result of research is Settlement Vulnerability Map in Tsunami Susceptible Area Region Parangtritis, Yogyakarta 1:24.000. Based on result showed the settlement buildings vulnerability was dominated by high-vulnerability level, specifically in residential area. The low vulnerability levels are existencing in 1st and 16th Clusters that as tourism area. Materials-building parameters in Parangtritis settlement was good, as bata/batako materials. Base-floor and number of floor dominated high-vulnerability characteristics.*

**Key Words:** *Vulnerability, Buildings settlement, Tsunami, Scoring Weighting*

## INTISARI

Indonesia memiliki potensi tinggi terhadap tsunami. Keberadaan *Ring of Fire* mengakibatkan tingginya intensitas proses geologi dasar laut yang dapat menghasilkan tsunami. Parangtritis merupakan daerah rawan bencana tsunami, terletak di kepesisiran selatan jawa. Tujuan penelitian ini adalah mengidentifikasi parameter-parameter kerentanan bangunan dan mengetahui karakteristik kerentanan permukiman di kawasan rawan tsunami wilayah Parangtritis, Yogyakarta. Metode penelitian ini adalah *scoring* dan pembobotan variabel kerentanan bangunan berdasarkan sampel bangunan pada kluster-kluster yang diperoleh secara *sistematic*. Tingkat kerentanan diperoleh melalui penilaian terhadap parameter jenis material, kondisi lantai dasar, tingkat bangunan, dan orientasi bangunan. Hasil penelitian berupa Peta Kerentanan Permukiman Kawasan Rawan Tsunami Parangtritis, Yogyakarta skala 1:24.000. Hasil menunjukkan kerentanan bangunan permukiman didominasi oleh kerentanan tinggi, khususnya pada kawasan hunian penduduk. Tingkat kerentanan rendah berada pada Kluster 1 dan 16 yang merupakan kawasan. Parameter jenis material pada permukiman Parangtritis secara umum cukup baik, berupa bata/batako. Kondisi lantai dasar dan tingkat bangunan didominasi kelas kerentanan tinggi.

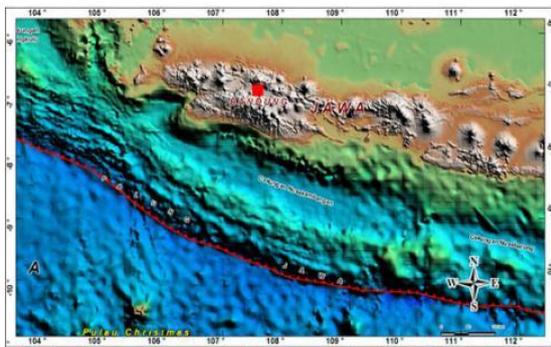
**Kata Kunci:** Kerentanan, Bangunan Permukiman, Tsunami, *Scoring* Pembobotan

## PENDAHULUAN

Indonesia adalah negara yang rawan terhadap bencana gempa dan tsunami (Fitriani, 2014). Tsunami merupakan gelombang laut yang dihasilkan oleh proses geologi bawah laut berupa letusan gunungapi, gempa bumi, longsor serta jatuhnya meteor di laut (Surmayadi, 2012).

Wilayah kepeesisiran selatan Jawa merupakan wilayah yang memiliki potensi tinggi terhadap bencana tsunami. Seperti yang dikemukakan Putranto (2006) bahwa Indonesia memiliki 21 wilayah yang rawan terjadi bencana tsunami, salah satunya terdapat di wilayah kepeesisiran selatan Jawa Tengah.

Keberadaan jalur subduksi (Gambar 1) di dasar samudra Hindia membentang di sepanjang laut selatan Jawa yang merupakan rangkaian *ring of fire*, mengakibatkan tingginya intensitas proses geologi berupa gempa dasar laut yang berpotensi tsunami.



Gambar 1. Fisiografi Zona Subduksi Laut Selatan Jawa (Sumber: PPGL, 2008)

## TUJUAN PENELITIAN

Tujuan penelitian ini adalah mengidentifikasi parameter-parameter kerentanan bangunan dan mengetahui karakteristik kerentanan permukiman di kawasan rawan tsunami wilayah Parangtritis, Yogyakarta.

## TINJAUAN PUSTAKA

### Kerentanan Fisik

Noson (2000) mendefinisikan kerentanan sebagai kondisi spesifik atau karakteristik yang mengakibatkan meningkatnya kerusakan, kerugian dan kehilangan akibat suatu bencana tergantung pada karakteristik seperti jenis material konstruksi, demografi dan letak geografis. Selanjutnya, kerentanan fisik didefinisikan sebagai sifat struktur fisik yang menentukan potensi kerusakan terhadap bencana (jenis material dan kualitas bangunan) (Ebert et al., 2009).

### Konsep Permukiman

Secara etimologi, permukiman dalam istilah bahasa Inggris adalah *settlement*, berasal dari kata *settle* yang berarti menetap. Menetap yang dimaksud dalam arti menetapnya sesuatu yang kompleks, bukan hanya menetap sebagai tempat tinggal tetapi juga menetapnya segala aktivitas manusia lain seperti sekolah, bekerja, dan berinteraksi sosial pada suatu wilayah. Berbeda dengan perumahan (*housing*) sebagai sarana tempat tinggal, permukiman (*settlement*) menekankan pada suatu area tempat menetap dan berlangsungnya kegiatan dasar manusia, seperti tempat tinggal, sekolah, dan sarana mata pencaharian.

Sejalan dengan definisi menurut Bintarto (1977) bahwa permukiman merupakan salah satu penggunaan lahan yang memperlihatkan bangunan-bangunan seperti rumah, kantor pasar, jalan, dan pekarangan yang menjadi sumber kehidupan penduduk.

Permukiman dalam definisi di atas menggambarkan keseluruhan bangunan baik sebagai fungsi tempat tinggal maupun sarana prasarana lain sebagai pendukung aktivitas sosial ekonomi yang menyusun suatu luasan area di mana kegiatan, interaksi, dan budaya manusia berlangsung.

## Bencana Tsunami

Menurut Sugiantoro & Purnomo (2010), bencana adalah suatu peristiwa atau kejadian yang memberikan kerugian besar kepada masyarakat yang bersifat merusak, merugikan, dan membutuhkan waktu yang panjang untuk pemulihannya.

Istilah Tsunami berasal dari bahasa Jepang, “tsu” berarti pelabuhan dan “nami” berarti gelombang. Tsunami merupakan gelombang laut yang dihasilkan oleh proses geologi bawah laut berupa gempa bumi, letusan gunungapi, longsor serta jatuhnya meteor di laut (Surmayadi, 2012).

## METODE PENELITIAN

### Alat dan Bahan

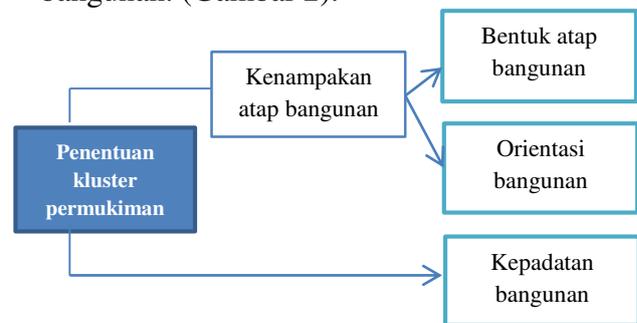
Alat dan bahan merupakan instrumen penting dalam terlaksananya setiap penelitian. Perolehan data untuk penelitian ini terdiri dari data primer dan data skunder. Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini, di antaranya:

- Citra foto udara mozaik Desa Parangtritis resolusi 0,8 meter
- Peta rupabumi skala 1:24.000
- Peta penggunaan lahan
- GPS dan Kompas
- Kamera
- Komputer/laptop
- Aplikasi ArcGIS 10.2
- MS Word dan MS Exel 2010
- Alat tulis dan ceklist

### Teknik Pengumpulan data

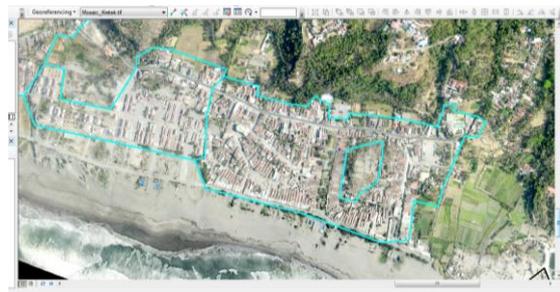
Pengumpulan data dilakukan dengan teknik *cluster sampling*. Penelitian ini menggunakan delineasi berdasarkan kelompok-kelompok yang memiliki homogenitas yang disebut analisis *cluster*. Menurut Arifin (2010), analisis *cluster* yaitu mengklasifikasikan objek sehingga setiap objek yang paling dekat kesamaannya dengan objek lain berada

dalam *cluster* yang sama. Kesamaan karakteristik dapat dilihat dari kenampakan atap maupun kepadatan bangunan. Batas kluster ditentukan berdasarkan homogenitas pada tiga pola yaitu bentuk atap bangunan, orientasi (kecenderungan sisi panjang) bangunan, dan kepadatan bangunan. (Gambar 2).



Gambar 2. Penentuan Kluster berdasarkan Tiga Faktor

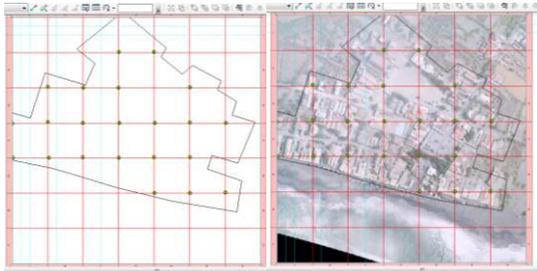
Kenampakan atap menjadi salah satu parameter yang dapat diamati melalui citra foto udara. Menurut Wibowo, dkk (2013) bentuk atap bangunan yang cenderung sama memiliki karakteristik fisik yang sama sehingga memiliki tingkat kerentanan yang hampir sama pula. Setelah dilakukan delineasi menjadi kelompok-kelompok permukiman yang memiliki homogenitas (Gambar 3), selanjutnya penentuan sampel dilakukan secara *systematic sampling*.



Gambar 3. Penentuan Kluster Melalui Pola Bentuk Atap, Orientasi, dan Kepadatan Bangunan (Sumber: Analisis data, 2017)

Penentuan titik-titik sampel dilakukan dengan cara sistematis menggunakan grid pada setiap kluster yang telah ditentukan (Gambar 4). Setiap kluster ditentukan titik sampelnya berdasarkan

jarak grid yang sama. Jumlah populasi bangunan di lapangan berjumlah 4000 bangunan. Setelah dilakukan pengambilan sampel berdasarkan metode sistematik/grid diperoleh sampel bangunan sebesar 388 bangunan dan terdiri dari 17 kluster.



Gambar 4. Penentuan Titik Sampel dengan *Systematic Sampling*  
(Sumber: Analisis Data, 2017)

## Identifikasi Variabel Elemen Kerentanan Bangunan

Penaksiran tingkat kerentanan bangunan diperoleh melalui pengukuran variabel elemen fisik bangunan yang berkontribusi pada tingkat kerentanan terhadap bencana Tsunami. Putra (2008) menggunakan empat variabel elemen kerentanan bangunan yaitu material bangunan, lantai dasar, pembukaan lantai dasar, tingkat bangunan, dan orientasi bangunan. Masing-masing elemen memiliki bobot yang berbeda terhadap kerentanan fisik bangunan.

### 1. Material bangunan

Tingkat kerentanan bangunan terhadap tsunami sangat dipengaruhi oleh material bangunan yang menyusun bangunan tersebut. Material bangunan digunakan sebagai variabel kerentanan bangunan dengan pembagian berdasarkan tiga tipe material di antaranya batako/bata, campuran (batako/bata dan kayu), dan kayu.

### 2. Lantai dasar

Bangunan yang terdapat bukaan pada lantai dasar dianggap mampu meloloskan limpasan air dibanding desain bangunan dengan lantai dasar yang

tertutup. Pembagian skor penilaian variabel lantai dasar dibagi menjadi tiga karakteristik, yaitu bukaan lantai dasar tanpa objek bergerak, bukaan lantai dasar dengan objek bergerak, dan lantai dasar tanpa bukaan.

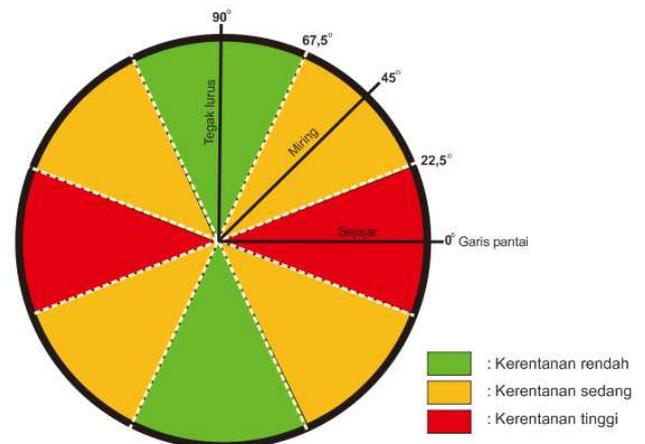
### 3. Tingkat bangunan

Tingkat bangunan memiliki pengaruh terhadap tingkat kerentanan bangunan. Gelombang tsunami akan menghantam bangunan dengan kedalaman tertentu (Fauzan, 2011). Tingkat bangunan menggambarkan seberapa besar bagian dari tinggi bangunan ketika diterjang gelombang tsunami. Pembagian penilaian kerentanan pada variabel ini dibagi berdasarkan tiga karakteristik yaitu bangunan dengan satu lantai, bangunan dengan dua lantai, dan bangunan dengan tiga lantai atau lebih.

### 4. Orientasi bangunan

Orientasi bangunan yang dimaksud adalah kecenderungan sisi panjang bangunan terhadap garis pantai. Pembagian nilai kerentanan dibagi menjadi 3 klasifikasi orientasi (terhadap garis pantai), yaitu sisi panjang bangunan cenderung tegak lurus, sisi panjang cenderung miring, sisi panjang bangunan cenderung sejajar.

Pembagian tiga zona orientasi tersebut dianggap paling relevan dengan kondisi bangunan di wilayah kajian yang sangat heterogen. Pembagian batas derajat orientasi seperti pada Gambar 5.



Gambar 5. Pembagian Sudut Orientasi Bangunan

Penilaian nilai kerentanan pada setiap variabel dapat dilihat secara ringkas seperti pada Table 1. Penilaian masing-masing variabel terdiri dari tiga kelas penilaian secara berurutan dengan skor 1, 3, dan 5. Semakin tinggi skor atribut akan mempengaruhi tingkat kerentanan bangunan yang semakin tinggi pula.

Tabel 1. Penilaian Elemen Kerentanan Bangunan

No	Variabel Elemen	Nilai pada variabel elemen		
		=1	=3	=5
1	Material bangunan (MB)	Batako/bata	Batako/bata + kayu	Kayu
2	Lantai dasar (LD)	Pembukaan pada lantai dasar tanpa objek bergerak	Pembukaan pada lantai dasar dengan objek bergerak	Tanpa pembukaan pada lantai
3	Tingkat bangunan (TB)	≥3 lantai	2 lantai	1 lantai
4	Orientasi bangunan (OB)	Sisi panjang bangunan cenderung tegak lurus terhadap garis pantai	Sisi panjang bangunan cenderung miring terhadap garis pantai	Sisi panjang bangunan cenderung paralel dengan garis pantai

Sumber: Modifikasi Putra (2008)

Setelah pemberian nilai pada setiap variabel elemen tersebut, selanjutnya diberikan pembobotan pada setiap variabel elemen. Bobot setiap elemen memiliki nilai yang berbeda-beda yang menggambarkan besar pengaruh atau kontribusi terhadap tingkat kerentanan. Pembobotan nilai kerentanan fisik bangunan dianalisis berdasarkan perhitungan matriks perbandingan kebijakan berpasangan (*pairwise comparison*) yang dilakukan dalam penelitian Putra (2008) sehingga diperoleh formula (1) sebagai berikut:

$$V = 0,256 (MB) + 0,378 (LD) + 0,233 (TB) + 0,133 (OB).....(1)$$

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Parameter Jenis Material Bangunan

Secara umum, kondisi bangunan berdasarkan sampel bangunan pada permukiman rawan tsunami Parangtritis didominasi berupa batako/bata. Bangunan dengan material batako/bata sebesar 343 sampel dari total 388 sampel bangunan atau sebesar 88%. Sisanya terdiri dari 20 material campuran dan 25 material kayu. Persebaran jenis material kayu dan material campuran tersebar tidak merata.

Kluster dengan keseluruhan sampel bangunan berupa material batako/bata terdapat pada Kluster 3, 4, 7, 8, 11, dan 12. Kluster-kluster tersebut merupakan kawasan hunian penduduk. Pada umumnya material bata/batako merupakan material yang paling ideal digunakan sebagai bahan bangunan dengan fungsi hunian. Kluster 2 merupakan kawasan yang keseluruhan sampel menggunakan material kayu sebagai bahan bangunan karena pada kluster tersebut adalah kawasan peternakan yang menggunakan material kayu sebagai kandang.

Penggunaan material campuran paling banyak terdapat pada sampel bangunan Kluster 15 yaitu sebesar 17% dari total sampel di kluster tersebut. Kluster 15 merupakan kawasan wisata pantai Parangkusumo. Kawasan tersebut merupakan kawasan yang terkenal dengan wisata budayanya (Sunarto et al., 2014). Penggunaan material campuran di antaranya berupa kandang, rumah makan, dan rumah hunian. Namun, material batako/bata masih dominan pada kawasan tersebut.

### Parameter Kondisi Lantai Dasar

Berdasarkan observasi lapangan diperoleh dari 388 sampel bangunan terdapat 283 bangunan (73%) dengan kondisi lantai dasar tertutup atau tanpa bukaan. Hal tersebut disebabkan oleh banyaknya bangunan sebagai fungsi hunian di wilayah tersebut.

Jenis bangunan yang terdapat di kawasan wisata (Kluster 1 dan Kluster 16) didominasi berupa bangunan komersil seperti rumah toko, rumah makan, dan hotel. Karakteristik bangunan di kawasan pariwisata tersebut memperlihatkan kondisi lantai dasar terbuka lebih banyak dibanding kawasan hunian penduduk.

Kondisi lantai dasar terbuka dengan objek bergerak dari total sampel bangunan sebesar 20% atau sebanyak 79 sampel bangunan. Kondisi lantai dasar terbuka dapat meloloskan air dan mengurangi beban tekanan tsunami. Namun, keberadaan objek yang bergerak dapat meningkatkan nilai kerentanan. Objek bergerak tersebut dapat menjadi puing-puing yang tercampur dengan fluida tsunami sehingga memungkinkan untuk memberi gaya benturan pada dinding konstruksi bangunan dan meningkatnya beban tekanan tsunami pada bangunan. Menurut Imran et al. (2013) gaya benturan merupakan beban yang disebabkan oleh puing-puing maupun obyek lain yang membentur struktur bangunan.

### **Parameter Jumlah Lantai Bangunan**

Jumlah lantai bangunan digunakan untuk mewakili ketinggian bangunan secara kualitatif. Semakin besar vertikal dari ketinggian bangunan yang tergenang, semakin rentan terhadap tsunami. Jumlah lantai bangunan menunjukkan bangunan di wilayah Parangtritis didominasi oleh bangunan 1 lantai dengan persentase sebesar 94,6%. Dominasi bangunan 1 lantai sesuai dengan karakteristik permukiman pedesaan Parangtritis dengan kecenderungan masyarakat memilih bangunan sederhana sebagai fungsi hunian. Persebaran bangunan 2 lantai menunjukkan kecenderungan lebih banyak terdapat pada kawasan wisata khususnya pada Kluster 17 yang merupakan kawasan pantai Parangtritis bagian timur. Sektor wisata mengakibatkan bergesernya kebutuhan bangunan sebagai hunian pribadi menjadi bangunan komersil.

### **Parameter Orientasi Bangunan**

Orientasi bangunan yang ditunjukkan pada sampel bangunan pada penelitian ini menunjukkan distribusi yang merata pada setiap kelas. Sebanyak 162 sampel bangunan atau 41% dari total sampel berada pada kelas kecenderungan tegak lurus. Kecenderungan bangunan yang tegak lurus mengakibatkan kerentanan bangunan yang rendah terhadap tsunami. Hal tersebut berkaitan dengan luas bidang hantam yang diterima oleh bangunan.

Kluster yang memiliki persentase tinggi dengan orientasi tegak lurus berada pada Kluster 1, Kluster 16, dan Kluster 17. Hal tersebut menunjukkan pada kawasan tersebut yang merupakan kawasan wisata pantai Depok dan Parangtritis, bangunan cenderung lebih dominan dibangun dengan sisi panjang tegak lurus terhadap garis pantai. Kondisi tersebut dinilai cukup baik dalam segi orientasi bangunan untuk mengurangi tingkat kerentanan terhadap tsunami.

### **Identifikasi Tingkat Kerentanan Bangunan Permukiman**

Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan tingkat kerentanan fisik permukiman berada pada klasifikasi rendah, tinggi, dan sangat tinggi. Kerentanan kelas Tinggi mendominasi dengan 14 kluster seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2. Karakteristik permukiman di Parangtritis terdiri dari bangunan-bangunan yang cukup homogen. Homogenitas desain bangunan tersebut dapat mempengaruhi karakteristik kerentanan yang homogen pula. Dominasi nilai kerentanan cenderung terkonsentrasi pada kelas kerentanan tinggi. Homogenitas kerentanan bangunan terhadap tsunami di Parangtritis menunjukkan keseragaman karakteristik bangunan pada parameter-parameter penentu kerentanan.

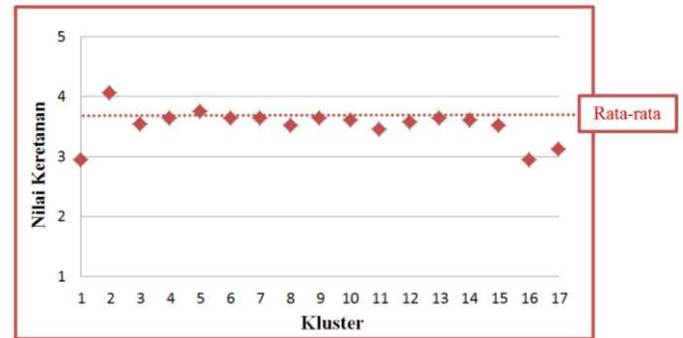
Tabel 2. Nilai Kerentanan menurut Kluster

Kluster	Jumlah titik	Skor	Klasifikasi
1	20	0,59	Rendah
2	7	0,81	Sangat Tinggi
3	11	0,71	Tinggi
4	19	0,72	Tinggi
5	23	0,75	Tinggi
6	18	0,73	Tinggi
7	20	0,72	Tinggi
8	17	0,70	Tinggi
9	24	0,73	Tinggi
10	25	0,72	Tinggi
11	13	0,69	Tinggi
12	10	0,71	Tinggi
13	22	0,72	Tinggi
14	56	0,72	Tinggi
15	37	0,70	Tinggi
16	20	0,59	Rendah
17	46	0,62	Tinggi
<b>Rata-rata</b>		<b>0,70</b>	
<b>Jumlah titik</b>		<b>388</b>	

Sumber: Analisis Data, 2017

### Homogenitas Kelas Kerentanan Bangunan

Secara umum, kondisi kerentanan fisik permukiman di wilayah Parangtritis cenderung homogen dengan dominasi kerentanan tinggi terhadap tsunami (Gambar 7). Variabel elemen kondisi lantai dasar merupakan variabel penyumbang bobot paling tinggi dibanding variabel elemen lain dengan bobot sebesar 0,378 yang artinya berkontribusi sebesar 37,8% dari nilai kerentanan. Hal tersebut yang mengakibatkan pengaruh kondisi lantai dasar yang seragam berkontribusi besar pada tingkat kerentanan yang cenderung homogen. Meskipun hasil penaksiran kerentanan yang diperoleh menunjukkan kelas kerentanan yang cukup homogen, namun analisis dapat dilakukan berdasarkan tingkat kerentanan sebagai satuan skala rasio pada masing-masing kluster. Berdasarkan distribusi tingkat kerentanan seperti pada Gambar 6, menunjukkan kluster yang bias cukup jauh di bawah rata-rata adalah Kluster 1 dan Kluster 16 dengan nilai kerentanan keduanya sebesar 0,59.



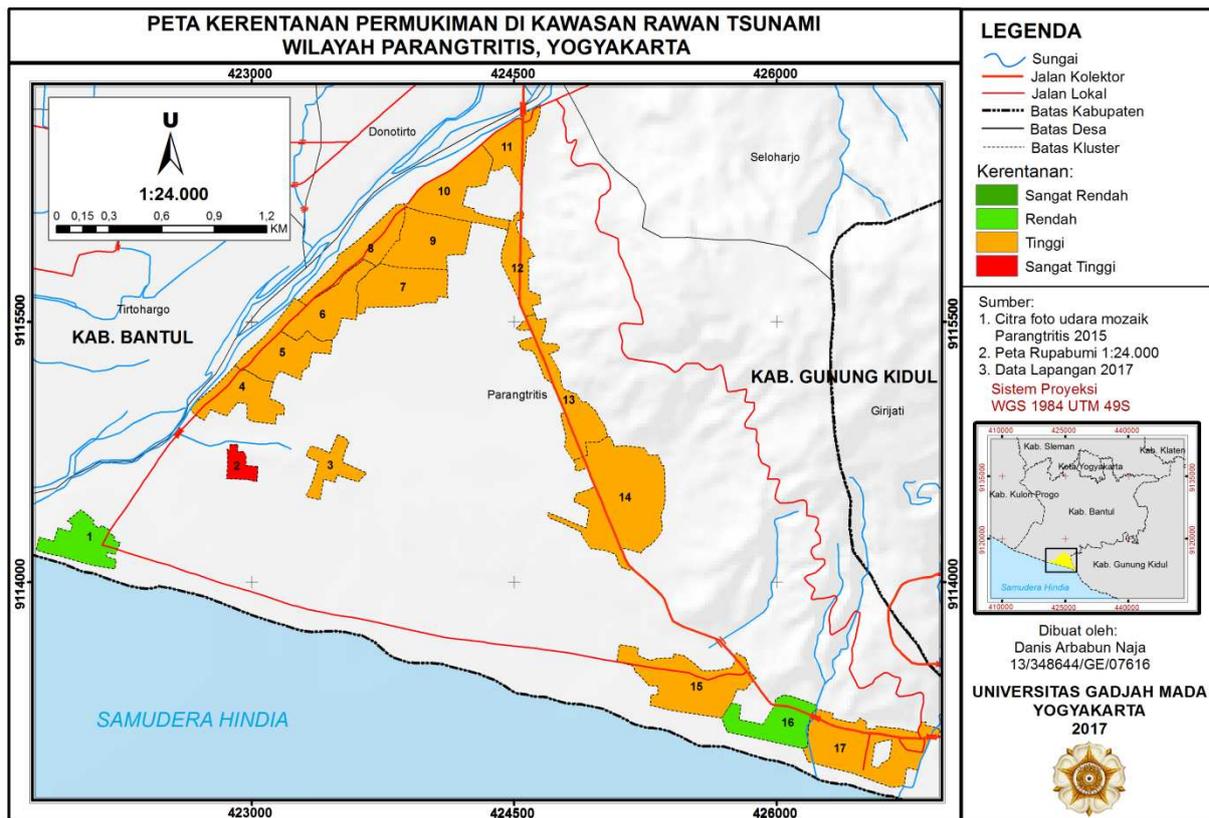
Gambar 6. Distribusi Nilai Kerentanan menurut Kluster (Sumber: Analisis Data, 2017)

### Distribusi dan Karakteristik Kelas Kerentanan Rendah

Kluster 1 dan Kluster 16 memiliki tingkat kerentanan paling rendah dibanding kluster lainnya (Gambar 7). Faktor yang paling mempengaruhi rendahnya tingkat kerentanan pada kedua kluster tersebut adalah lantai dasar. Selain itu, jenis material berupa bata/batako merupakan material yang banyak ditemukan pada Kluster 1 dan Kluster 16.

Berdasarkan observasi di lapangan, pada Kluster 1 merupakan kawasan pantai Depok dengan sektor kegiatan pariwisata dan perdagangan. Dominasi bangunan berupa bangunan rumah makan dan toko-toko. Desain bangunan sebagai rumah makan di kawasan pantai Depok memiliki lantai dasar dengan bukaan yang cukup luas serta terdapat objek bergerak seperti meja, kursi, dan barang-barang komersil di dalamnya. Bangunan yang memiliki cukup luas bukaan, semakin rendah kerentanan terhadap bencana tsunami. Bukaan tersebut berfungsi sebagai lewatan air jika terjadi tsunami (Fitriani, 2014).

Kluster 16 merupakan kawasan pantai Parangtritis bagian barat. kawasan tersebut memiliki karakteristik bangunan yang hampir sama dengan Kluster 1. Dominasi bangunan berupa bangunan komersil, rumah makan, dan rumah toko. Bangunan-bangunan tersebut dianggap memiliki karakteristik bukaan yang lebih luas dibandingkan bangunan sebagai fungsi hunian.



Gambar 7. Kerentanan Permukiman Di Kawasan Rawan Tsunami Parangtritis  
(Sumber: Analisis Data, 2017)

### Distribusi dan Karakteristik Kelas Kerentanan Tinggi

Permukiman di wilayah rawan bencana tsunami Parangtritis didominasi oleh kelas kerentanan tinggi. Berdasarkan penilaian kerentanan bangunan terhadap tsunami diperoleh sebanyak 14 kluster dari total 17 kluster memiliki tingkat kerentanan tinggi. Parameter yang berpengaruh terhadap homogenitas kluster yang berada pada kelas kerentanan tinggi adalah lantai dasar dan tingkat bangunan..

Karakteristik bangunan untuk kebutuhan tempat tinggal pada umumnya memiliki desain tertutup pada setiap sisi bangunan. Hal tersebut untuk memperoleh rasa aman dan kenyamanan dalam mendiami bangunan sebagai fungsi hunian. Mayoritas penduduk yang berada pada kawasan pedesaan menggunakan desain bangunan dengan 1 lantai. Hal tersebut disebabkan oleh karakteristik sosial ekonomi masyarakat serta kebutuhan akan hunian sederhana.

Kluster 17 merupakan kawasan pariwisata pantai Parangtritis bagian timur. Secara zonasi kawasan sama dengan Kluster 16 yang merupakan pantai Parangtritis sebelah barat. Namun, berdasarkan kenampakan atap bangunan dan kepadatan bangunan menunjukkan perbedaan yang cukup tegas sehingga terbagi atas dua kluster. Hasil penilaian kerentanan yang diperoleh juga menunjukkan perbedaan tingkat kerentanan. Hal tersebut dapat disebabkan oleh perbedaan karakteristik serta fungsi bangunan pada kedua kluster tersebut

Meskipun pada Kluster 17 tergolong kelas kerentanan tinggi, nilai kerentanan mendekati pada batas bawah kelas kerentanan tinggi. Pada Kluster 17 proporsi bangunan antara kondisi lantai dasar tertutup dan lantai dasar terbuka dengan objek memiliki proporsi yang hampir seimbang.. Hal tersebut yang mengakibatkan nilai kerentanan lebih tinggi dibanding Kluster 16.

## **Distribusi dan Karakteristik Kelas Kerentanan Sangat Tinggi**

Kluster kerentanan tsunami paling tinggi terdapat pada Kluster 2 dengan nilai kerentanan sebesar 0,81. Kluster tersebut merupakan satu-satunya kluster yang berada pada kelas kerentanan Sangat Tinggi. Tingginya nilai kerentanan di kluster tersebut dikarenakan kawasan tersebut didominasi oleh bangunan berupa kandang peternakan sapi.

Berdasarkan kenampakan citra foto udara, lokasi kandang berada pada jarak yang jauh dari kawasan perumahan penduduk. Karakteristik sampel bangunan berupa kandang peternakan pada Kluster 2 yang terdiri dari tujuh sampel seluruhnya berupa material kayu. Material tersebut dianggap sebagai material paling rentan terhadap gelombang tsunami. Kemudian, lima dari tujuh sampel berupa bangunan terbuka dengan objek yang bergerak sedangkan dua sampel memiliki karakteristik tertutup.

Klasifikasi dan identifikasi parameter lantai dasar menjadi cukup penting dalam penaksiran tingkat kerentanan bangunan. Hal tersebut berkaitan dengan proses hidrodinamika yang terjadi pada bangunan ketika diterjang tsunami. Meskipun metode yang digunakan pada Putra (2008) cukup representatif, namun perlu untuk melakukan klasifikasi karakteristik yang lebih detail pada parameter lantai dasar bangunan. Karakteristik seperti arah hadap bukaan lantai dasar terhadap arah datangnya gelombang dan seberapa besar persentase bukaan lantai dasar seperti pada penelitian Dall'Osso, et al. (2009) yang melakukan penaksiran kerentanan bangunan dengan metode PTVA. Oleh karena itu, perlu untuk diadakannya penelitian yang lebih lanjut dengan metode dan variabel yang lebih representatif dalam menaksirkan tingkat kerentanan suatu bangunan terhadap tsunami.

## **KESIMPULAN**

Kesimpulan yang diperoleh pada penelitian ini yaitu pertama, parameter-parameter kerentanan bangunan meliputi jenis material bangunan, lantai dasar bangunan, jumlah lantai bangunan, dan orientasi bangunan. Berdasarkan parameter kerentanan bangunan, material bangunan didominasi oleh material bata/batako, kondisi lantai dasar bangunan didominasi berupa tertutup pada kawasan hunian dan bangunan lantai dasar terbuka banyak ditemukan pada kawasan pariwisata (Pantai Depok dan Pantai Parangtritis), jumlah lantai bangunan didominasi oleh bangunan 1 lantai, dan orientasi bangunan cenderung heterogen. Kondisi lantai dasar bangunan tertutup dan 1 lantai bangunan yang mendominasi mengakibatkan tingginya tingkat kerentanan terhadap bencana tsunami di permukiman wilayah parangtritis.

Tingkat kerentanan bangunan permukiman di kawasan rawan tsunami wilayah Parangtritis, Yogyakarta cukup homogen dengan dominasi berupa tingkat kerentanan tinggi. Tingkat kerentanan tinggi tersebut dipengaruhi oleh tingginya jumlah bangunan dengan karakteristik bangunan tertutup pada lantai dasar dan dominasi berupa bangunan satu lantai, khususnya pada kawasan hunian penduduk. Kluster 1 dan 16 memiliki tingkat kerentanan kelas rendah, di mana keduanya merupakan kawasan pariwisata dengan dominasi bangunan berupa rumah makan, rumah toko, dan hotel. Bangunan rumah makan dan rumah toko menunjukkan karakteristik lantai dasar yang terbuka dan bangunan hotel cenderung banyak ditemui berupa bangunan dua lantai. Pada Kluster 2 memiliki tingkat kerentanan sangat tinggi karena karakteristik bangunan berupa material kayu pada keseluruhan sampel, di mana bangunan pada kluster tersebut berupa kandang peternakan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Arifin, Z. (2010). Pola Spasial Kerentanan Bencana Alam (Studi Kasus Kabupaten Cianjur). *Tesis*. Jakarta: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Indonesia
- Bintarto, (1977). *Pola kota dan Permasalahannya*. Yogyakarta: Fakultas Geografi Universitas Gadjah Mada.
- Dall'Osso, F., Gonella, M., Gabbianelli, G., Withycombe, G., & Dominey, D. H. (2009). A Revised (PTVA) Model for Assessing the Vulnerability of Buildings to Tsunami Damage. *Natural Hazard Earth System Science*, 9, 1557-1565.
- Ebert, A., Kerle, N., & Stein, A. (2009). Urban Social Vulnerability Assessment with Physical Proxies and Spatial Metric Derived from Air and Spaceborne Imagery and GIS Data. *Natural Hazards*. 48(2), 275-294.
- Fauzan, (2011). Evaluasi Existing Building dan Pembuatan Peta Evakuasi Vertikal Terhadap Tsunami Di Kota Padang. *Jurnal Rekayasa Sipil*, 7(2), 29-38.
- Fitriani, T. (2014). Analisis Bahan Bangunan Pada Daerah Rawan Gempa dan Tsunami Di Pesisir Pantai Teluk Palu. *Jurnal Infrastruktur*. 4(1), 15-21
- Imran, I., Yuniarsyah, E., Edrea, F., Piranti, S. N., Faiza, F., Binarandi, G., (2013). *Pedoman Teknik Perancangan Struktur Bangunan Tempat Evakuasi Sementara (TES) Tsunami*. Badan Nasional Penanggulangan Bencana. Pusat Penelitian Mitigasi Bencana Institut Teknologi Bandung.
- Noson, L. (2002). *Hazard Mapping and Risk Assesment, Proceeding of The Regional Workshop on Best in Disaster Management*.
- PPPGL, (2008). *Toponim Map of the Underwater Features of Indonesian Water*. Bandung: Puslitbang Geologi Kelautan
- Putra, R. (2008). Kajian Risiko Tsunami terhadap Bangunan Gedung Non-hunian dengan Skenario Variasi Ketinggian Run-up pada Garis Pantai (Studi Kasus Kota Banda Aceh, Indonesia). *Tesis*. Yogyakarta: Fakultas Geografi UGM.
- Putranto, Eka T. (2006). *Gempa bumi dan Tsunami*. Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Alam.
- Subardjo, P. dan Ario R. (2015). Uji Kerawanan Tsunami dengan Sistem Informasi Geografis (SIG) di Pesisir Kecamatan Kretek, Kabupaten Bantul, Yogyakarta. *Jurnal Kelautan Tropis*, 18(2), 82-97
- Sugiantoro, R. & Purnomo, H. (2010). *Manajemen Bencana Respons dan Tindakan terhadap Bencana*. Yogyakarta: Media Pressindo.
- Sunarto, Marfai, M. A., Mardiatno, D. (2014). *Penaksiran Multirisiko Bencana di Wilayah Kepesisiran Parangtritis: Suatu Analisis Serbackup untuk Membangun Kepedulian Masyarakat terhadap Berbagai Kejadian Bencana*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Surmayadi, M. (2012). *Evaluasi Risiko Bencana Tsunami Kabupaten Banyuwangi Provinsi Jawa Timur*. Bandung: Pusat Vulkanologi dan Bencana Geologi.
- Wibowo, T., Mardiatno, S. D., Sunarto. (2013). Penelitian Kerentanan Bangunan Terhadap Bencana Tsunami Melalui Identifikasi Bentuk Atap Pada Citra Resolusi Tinggi. *Prosiding Simposium National Sains Geoinformasi*. 4(4). 177-185.