

**Pemetaan Distribusi dan Keterpaparan Bangunan Terhadap Tsunami
Pasca Restorasi Gumuk Pasir Parangtritis, Yogyakarta*****Mapping the Distribution and Exposure of Buildings to Tsunami
in Post-Restoration of Parangtritis's Sand Dunes, Yogyakarta***Marindah Yulia Iswari^{1,2}, Djati Mardiatno^{3,5}, dan Hero Marhaento⁴¹Magister Ilmu Lingkungan, Sekolah Pascasarjana, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta²Pusat Riset Teknologi Hidrodinamika, Badan Riset dan Inovasi Nasional, Surabaya³Fakultas Geografi, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta⁴Fakultas Kehutanan, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta⁵Pusat Studi Bencana, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta

e-mail: marindahyuliaiswari@gmail.com / djati.mardiatno@ugm.ac.id

Naskah diterima 11 November 2021, selesai direvisi 5 Februari 2023, dan disetujui 17 Februari 2023

ABSTRAK

Wilayah selatan Jawa memiliki potensi bahaya pesisir yang tinggi seperti ancaman tsunami. Pada tahun 2016, restorasi zona inti di Parangtritis dilakukan untuk mengembalikan fungsi dari gumuk pasir yang salah satu di antaranya sebagai tanggul penahan gelombang abrasi dan tsunami. Dampak langsung yang terjadi akibat restorasi ini adalah penertiban lahan terbangun yang berada di zona inti seperti bangunan dan tambak. Tujuan penelitian ini adalah melihat distribusi perubahan bangunan dan keterpaparannya terhadap tsunami setelah restorasi zona inti. Distribusi bangunan dianalisis pada dua periode yaitu sebelum dan setelah restorasi dengan memanfaatkan foto udara perekaman tahun 2015 dan 2019. Identifikasi bangunan pada foto udara memanfaatkan sembilan kunci interpretasi dan identifikasi jenis atap bangunan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sejumlah 18 bangunan yang difungsikan sebagai kandang ternak direlokasi dari zona inti ke zona terbatas. Selain itu sejumlah 28 bangunan yang teridentifikasi di bagian tengah zona inti dipindahkan dari Dusun Grogol IX ke Dusun Grogol X. Sebagian besar fungsi bangunan-bangunan tersebut adalah hunian dan warung. Bangunan di Dusun Grogol X membentuk kluster di pesisir pantai sehingga sejumlah 93,03% bangunannya tergenang pada skenario tsunami 30 m.

Kata kunci: bangunan, tsunami, restorasi zona inti, gumuk pasir**ABSTRACT**

The southern of Java has a high potential for coastal hazards such as tsunamis. In 2016, the core zone restoration in Parangtritis was carried out to restore the function of the sand dune, such as a barrier to abrasion and tsunami waves. The direct impact on this restoration is restructuring of the built-up land in the core zone such as buildings and ponds. This study aims to analysis the distribution of building changes and their exposure to tsunamis in post restoration. The building distribution was analyzed in two periods by using aerial photographs recorded in 2015 and 2019. The nine key of interpretation and the roof identification are used to analysis the building in aerial photograph. The results show that 18 buildings that functioned as livestock pens were moved from the core zone to the limited zone. In addition, a number of 28 buildings identified in the middle of the core zone were moved from Grogol IX to Grogol X. Most of the functions of these buildings are housing and food stalls. The buildings in Grogol X are clustered along the coast so that 93.03% of the buildings have a high exposure in the 30 m tsunami scenario.

Keywords: buildings, tsunami, core zone restoration, sand dunes**PENDAHULUAN**

Parangtritis merupakan salah satu destinasi wisata yang berada di pesisir selatan Jawa

tepatnya di pesisir selatan Kabupaten Bantul, Yogyakarta. Selain potensinya dalam bidang kepariwisataan, pesisir selatan Jawa sendiri

mempunyai potensi bahaya jika ditinjau dari geomorfologi, geologi dan hidrometeorologinya (Mardiatno drr., 2015). Pergerakan antara dua lempeng yaitu lempeng Indo-Australia dan lempeng Eurasia dapat menyebabkan ketidakstabilan di dasar lempeng di Samudera Hindia. Pergerakan lempeng ini jika berlangsung dalam intensitas yang tinggi maka dapat memicu terjadinya gempa yang berpotensi tsunami. Gumuk pasir yang berada di Parangtritis dapat menjadi tanggul alam yang menghambat laju gelombang tsunami atau abrasi, yang ketinggian puncak gumuk pasirnya bisa mencapai 20 meter (Sunarto drr., 2014). Efektivitas gumuk pasir sebagai penahan gelombang tsunami pernah dibuktikan pada beberapa penelitian. Gumuk pasir dapat menghambat laju gelombang tsunami dan jarak antara bukit yang lebar membantu dalam mitigasi bencana (Shawn drr., 2013; Yamanaka & Shimozono, 2022). Gumuk pasir di Christchurch, Selandia Baru. mampu menahan tsunami dengan ketinggian $run\ up \leq 6\ m$ (Hart & Knight, 2009). Keberadaan gumuk pasir di Parangtritis saat ini dipenuhi oleh kegiatan manusia seperti pembangunan permukiman, sarana pariwisata, penghijauan, pembukaan lahan pertanian dan pembukaan lahan tambak. Kegiatan-kegiatan tersebut mampu mengurangi kecepatan angin sehingga mengancam keberadaan gumuk pasir itu sendiri (PGSP, 2016).

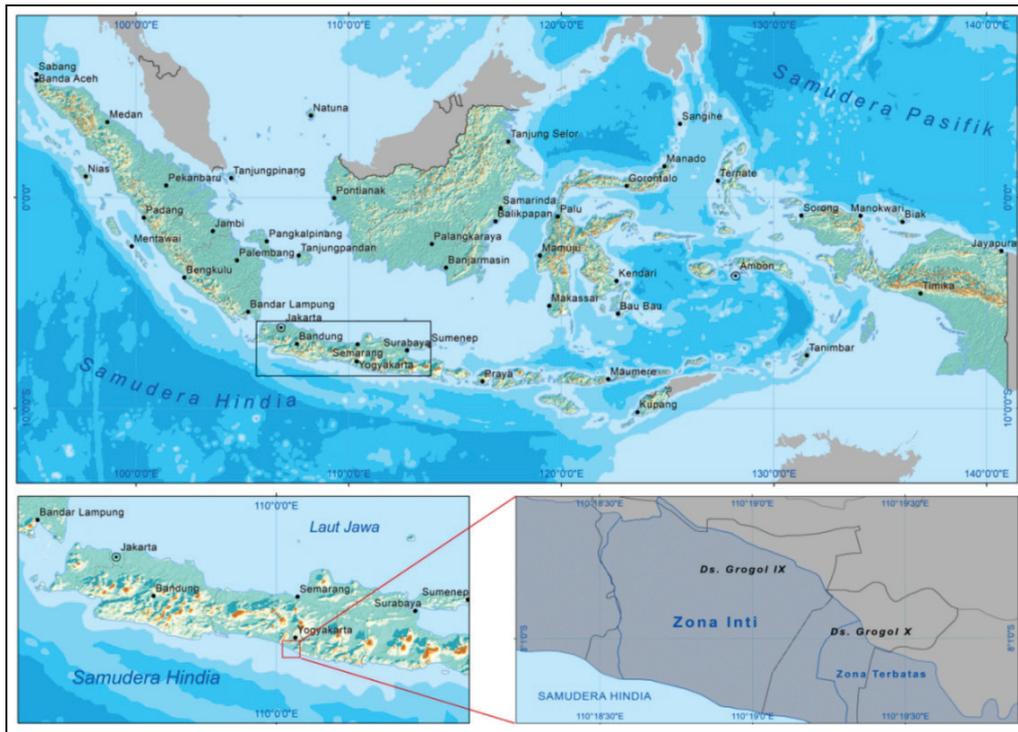
Gumuk pasir di Parangtritis terbagi menjadi tiga zonasi yang meliputi zona penunjang, zona inti dan zona terbatas. Zona inti merupakan wilayah yang difungsikan sebagai kawasan konservasi. Saat ini ditemukan adanya 11 kerusakan gumuk pasir dari 15 gumuk pasir tipe barkhan yang ada (Maulana & Wulan, 2015). Gumuk pasir barkhan merupakan tipe gumuk pasir yang biasanya terbentuk di iklim kering namun ditemukan di Indonesia yang beriklim basah. Pengembalian fungsi gumuk pasir dilakukan pada tahun 2016 dengan melakukan penertiban di zona inti. Translokasi lahan tambak dan permukiman yang dilakukan sampai pada tahun 2018 mencapai masing-masing 1,11 ha dan 0,64 ha (Laily drr., 2018). Sampai saat ini, penerti-

ban di zona inti untuk penggunaan lahan masih berlangsung namun beberapa bangunan utama yang pernah ada di zona inti sudah dibongkar dan dikosongkan seperti rumah hunian, tempat parkir umum, toilet umum dan tambak. Bangunan yang berada di atas gumuk pasir dianggap mempunyai pengaruh terhadap penyimpangan arah angin dan reduksi kecepatan angin sehingga mengurangi pembentukan alami gumuk pasir itu sendiri (Sugiarto drr., 2016).

Adanya restorasi zona inti diharapkan gumuk pasir akan kembali pada fungsinya sebagai kawasan konservasi dan menjadi tanggul alam penahan gelombang abrasi ataupun gelombang tsunami. Perubahan yang paling terlihat dari adanya restorasi zona inti ini adalah berubahnya distribusi bangunan. Bangunan yang tadinya berada di kawasan gumuk pasir direlokasi dan dipindahkan dari zona inti agar proses pembentukan gumuk pasir tetap berlangsung. Beberapa penelitian sebelumnya seperti Fakhruddin drr. (2010); Dani drr. (2016); Laily drr. (2018) lebih membahas mengenai perubahan lahan yang terjadi selama restorasi zona inti namun belum ada yang mengkaji mengenai perubahan distribusi bangunan secara detail dan keterpaparannya terhadap tsunami. Pada penelitian kali ini, kajian dikhususkan pada perubahan distribusi bangunan untuk melihat pengaruh langsung dari restorasi zona inti dan bagaimana tingkat keterpaparan bangunan tersebut setelah direlokasi ke tempat baru.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di pesisir Parangtritis dengan dibatasi pada area zona inti yang meliputi Dusun Grogol IX dan Dusun Grogol X, Parangtritis, Yogyakarta (Gambar 1). Secara geografis lokasi penelitian terletak pada $8^{\circ} 00' 41,6'' - 8^{\circ} 01' 42,3''$ LS dan $110^{\circ} 20' 25,5'' - 110^{\circ} 18' 8,3''$ BT. Lokasi penelitian berbatasan langsung dengan Samudera Hindia di sebelah selatan. Di sebelah barat, daerah penelitian berbatasan dengan Dusun Depok, di sebelah utara berbatasan dengan Dusun Grogol VIII



Gambar 1. Lokasi Penelitian.

dan di sebelah timur berbatasan dengan Dusun Mancingan.

Data yang digunakan pada penelitian ini adalah foto udara temporal skala detail yang diperoleh dari *Parangtritis Geomaritime Science Park* (PGSP). Perekaman foto udara dilakukan pada dua periode waktu yaitu tahun 2015 dengan resolusi spasial 8 m dan tahun 2019 dengan resolusi spasial 7,5 cm. Penggunaan data temporal ini dimaksudkan untuk melihat perbandingan sebaran bangunan di lokasi penelitian pada saat sebelum dan setelah restorasi zona

inti. Identifikasi bangunan dilakukan dengan interpretasi visual yang didasari oleh kunci interpretasi (Tabel 1).

Kunci interpretasi berupa bentuk atau (*shape*) memegang peranan penting dalam interpretasi bangunan. Selain untuk membedakan obyek bangunan dan obyek lainnya, kunci interpretasi bentuk (*shape*) digunakan untuk mengidentifikasi kenampakan atap. Bentuk atap bangunan dapat dijadikan pendekatan awal dalam mengekstraksi informasi dasar bangunan. Menurut Wibowo drr.. (2013), bentuk atap bangunan

Gambar 1. Lokasi Penelitian.

Bentuk (<i>shape</i>)	Bentuk merupakan gambaran dari sebuah obyek atau sebuah konfigurasi
Ukuran (<i>size</i>)	Ukuran berkaitan dengan skala dan resolusi spasial dalam citra penginderaan jauh
Pola (<i>pattern</i>)	Pola merupakan perulangan bentuk atau dapat disebut spatial arrangement dari obyek
Rona/kecerahan (<i>hue</i>)	Rona dapat dipengaruhi oleh material penyusun obyek sehingga menunjukkan tingkatan kecerahan dari obyek tersebut
Tekstur (<i>texture</i>)	Tekstur biasanya diamati dari perubahan rona pada obyek yang sama karena berhubungan dengan tingkat kekasaran obyek tersebut
Bayangan (<i>shadow</i>)	Bayangan merupakan kunci interpretasi penting untuk melihat tampilan profil ketinggian
Situs (<i>site</i>)	Situs berhubungan dengan lokasi secara topografis atau geografis
Asosiasi (<i>association</i>)	Asosiasi adalah keterkaitan antara obyek satu dengan yang lainnya
Resolusi spasial (<i>spatial resolution</i>)	Resolusi spasial menjadi batasan seberapa jauh obyek tersebut dapat dikenali dari citra penginderaan jauh

Tabel 2. Pengelompokan Bentuk Atap untuk Identifikasi Awal Informasi Bangunan (Wibowo drr., 2013)

No.	Bentuk Atap	Sketsa
1.	Kampung	
2.	Limasan	
3.	Kampung modifikasi	
4.	Limasan modifikasi	
5.	Masjid	
6.	Joglo dan limasan patah	
7.	Kompleks dan moderen	
8.	Perumahan	

dapat dikelompokkan dalam 9 bentuk (Tabel 2). Masing-masing bentuk mempunyai karakteristik yang berbeda terhadap material penyusun dan fungsi bangunan. Bentuk atap kampung biasanya mempunyai material penyusun yang lebih sederhana daripada bentuk atap yang lebih kompleks.

Sebaran bangunan dari hasil interpretasi dituangkan dalam bentuk peta distribusi bangunan dalam dua periode waktu yaitu sebelum dan setelah restorasi di zona inti. Sebaran bangunan ini menjadi elemen utama untuk menilai keterpaparan bangunan. Tingkat keterpaparan bangunan terhadap tsunami diperoleh dengan menumpangsusunkan distribusi bangunan dan ancaman/bahaya tsunami. Perhitungan ancaman/bahaya tsunami dilakukan dengan model inundasi di Teluk Hawke, Selandia Baru yang biasa disebut persamaan *Hawke's Bay*. Variasi gelombang tsunami sangat dipengaruhi oleh kekasaran permukaan seperti gumuk, vegetasi pesisir, bangunan, topografi dan sungai. Persamaan inundasi yang dikembangkan oleh Ber-

ryman (2006) menambahkan aspek kemiringan lereng menjadi:

$$H_{loss} = \left(\frac{167.n^2}{H_0 \frac{1}{3}} \right) + 5.\sin S \dots\dots\dots (1)$$

H_{loss} = kehilangan ketinggian tsunami per 1 m jarak inundasi

H_0 = ketinggian gelombang tsunami di garis pantai (m)

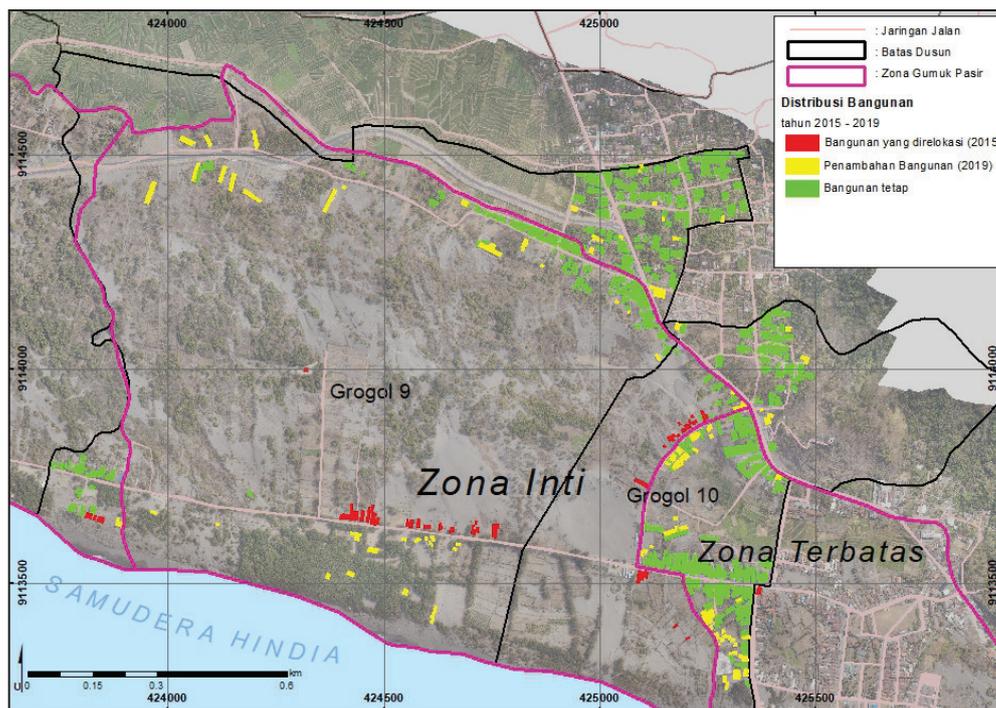
n = koefisien kekasaran permukaan

S = kemiringan lereng (°)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Restorasi zona inti secara bertahap menertibkan lahan terbangun termasuk tambak dan bangunan-bangunan yang berada di zona inti yang dimulai dari tahun 2016. Relokasi bangunan telah selesai pada tahun 2019, sehingga foto udara perekaman tahun 2019 digunakan sebagai acuan untuk menginterpretasi bangunan setelah restorasi zona inti. Distribusi perubahan bangunan dari tahun 2015 sampai tahun 2019 dapat dilihat pada Gambar 2. Bangunan yang digambarkan dengan warna hijau merupakan bangunan yang tetap ada dari tahun 2015 sampai 2019. Bangunan yang mengalami penertiban dikarenakan restorasi zona inti ditunjukkan oleh warna merah dan sebagian besar berada di posisi selatan dan tengah dari zona inti. Bangunan baru yang dijumpai pada tahun 2019 ditunjukkan oleh sebaran bangunan berwarna kuning. Distribusi bangunan baru ini masih ditemukan di zona inti terutama di bagian utara dan bagian selatan berdekatan dengan obyek wisata Pantai Cemara Sewu.

Berdasarkan analisis data perbandingan distribusi bangunan pada tahun 2015 dan 2019 ditemukan beberapa bangunan yang tidak mengalami relokasi. Bangunan-bangunan ini ditunjukkan dengan warna hijau yang berada di bagian utara zona inti (Gambar 2). Hasil identifikasi dari citra dan survei lapangan menunjukkan bahwa bangunan ini sebagian besar



Gambar 2. Distribusi Bangunan di Zona Inti (Dusun Grogol IX dan Dusun Grogol X) Pada Saat Sebelum dan Setelah Restorasi Zona Inti.

difungsikan sebagai rumah hunian dan kandang ternak. Kepala Dusun Grogol X, Kamriyadi menyebutkan bahwa bangunan-bangunan tersebut tidak mengalami penertiban karena kepemilikan bangunan sudah jelas sebelum restorasi zona inti. Berbeda dengan bangunan yang ditunjukkan oleh warna merah di tengah zona inti pada Gambar 2. Bangunan tersebut mengalami penertiban karena kepemilikan bangunan tidak jelas dikarenakan sebagian besar pemilik bangunan adalah pendatang. Selain itu bangunan tersebut terletak di lahan gumuk pasir yang secara langsung menghalangi pembentukan gumuk pasir itu sendiri.

Bangunan kandang ternak diidentifikasi dari foto udara dengan kunci interpretasi yang menonjol pada pola, bentuk dan ukuran. Bangunan yang difungsikan sebagai kandang ternak cenderung berpola menggerombol bahkan beberapa di antaranya berjajar rapi. Bentuknya lebih sederhana dibandingkan dengan rumah hunian yaitu berbentuk persegi atau persegi panjang dengan ukuran yang lebih kecil. Identifikasi awal dari atap bangunan memperlihatkan bahwa

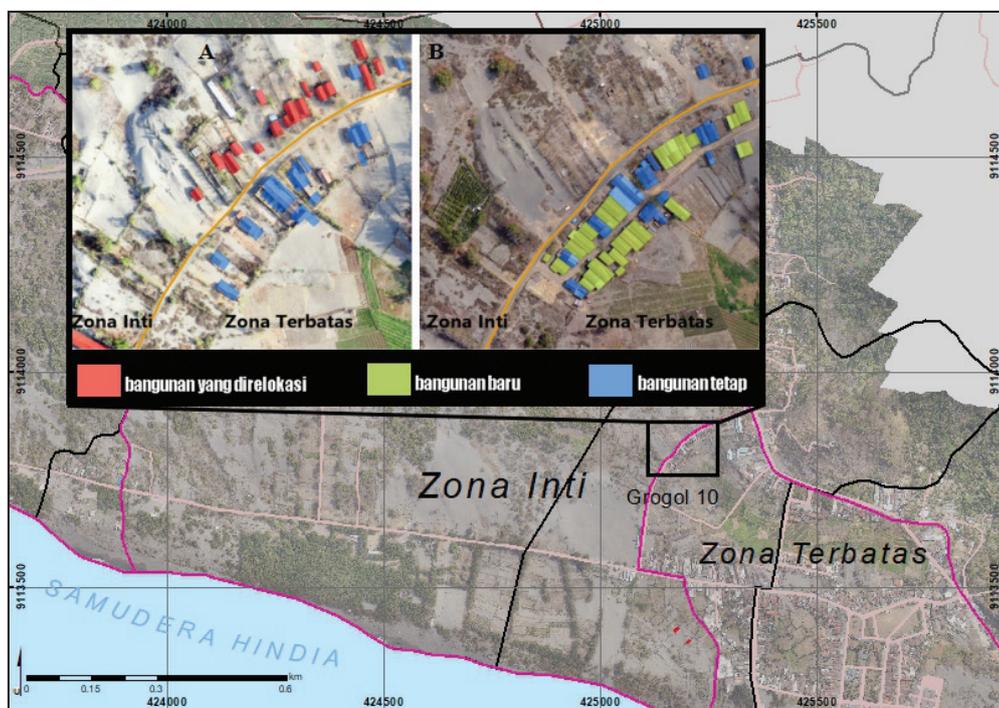
bangunan kandang ternak mempunyai tipe atap kampung. Menurut Nisaa dr. (2019), bangunan dengan bentuk atap kampung cenderung terbuat dari material sederhana seperti kayu atau batu bata. Berdasarkan hasil interpretasi dan survei lapangan, terdapat dua tipe kandang ternak yang berada di pesisir Parangtritis. Bangunan dengan bentuk memanjang difungsikan sebagai kandang ternak unggas/ayam. Keberadaan bangunan ini ditemukan pada bagian utara zona inti dengan pola tidak menggerombol. Bangunan yang difungsikan sebagai kandang ternak berkaki empat mempunyai kecenderungan menggerombol pada titik tertentu. Bentuk tapak kandang ternak berkaki empat lebih kecil dibandingkan dengan kandang ternak ayam. Kedua tipe bangunan peternakan ini menggunakan atap yang berupa genteng dari tanah agar menjaga kondisi ternak supaya tidak kepanasan (Gambar 3). Selain itu, sesuai dengan identifikasi awal dari interpretasi atap bangunan, kedua bangunan ini terbentuk oleh material sederhana yaitu kayu dan bambu. Bangunan yang berupa kandang ternak hewan berkaki empat ditemukan berjumlah 8 buah



Gambar 3. (A) Kandang Ayam; (B) Kompleks Kandang Ternak Kambing, Sapi dan Kuda.

pada tahun 2015 di zona inti bagian timur. Bangunan-bangunan tersebut kemudian dipindahkan ke zona terbatas. Pemindahan bangunan-bangunan ini tidak terlalu jauh dari posisi awal sehingga pada kenampakan foto udara pada tahun 2019 menggerombol pada sisi timur jalan di zona terbatas (Gambar 4). Bangunan yang ditunjukkan oleh warna kuning merupakan bangunan baru hasil relokasi bangunan di tahun 2015 sedangkan bangunan yang ditunjukkan oleh warna biru merupakan bangunan awal yang tetap berdiri dari sebelum dan setelah restorasi zona inti.

Selain bangunan yang difungsikan sebagai kandang ternak terdapat pula perubahan distribusi bangunan pada bagian tengah zona inti. Dari identifikasi bentuk atapnya sebagian besar bangunan di bagian tengah ini cenderung menggunakan tipe atap kampung. Namun dari bentuk dan ukurannya, bangunan yang diinterpretasi dari foto udara tahun 2015 mempunyai bentuk yang lebih kompleks dan berukuran lebih besar dibandingkan dengan bangunan untuk kandang ternak. Beberapa kendaraan dapat diidentifikasi terparkir pada sisi-sisi bangunannya. Menurut hasil wawancara dengan Kepala Dusun Grogol



Gambar 4. (A) Distribusi Kandang/Peternakan Sebelum Restorasi Zona Inti, (B) Distribusi Kandang/Peternakan Setelah Restorasi Zona Inti.

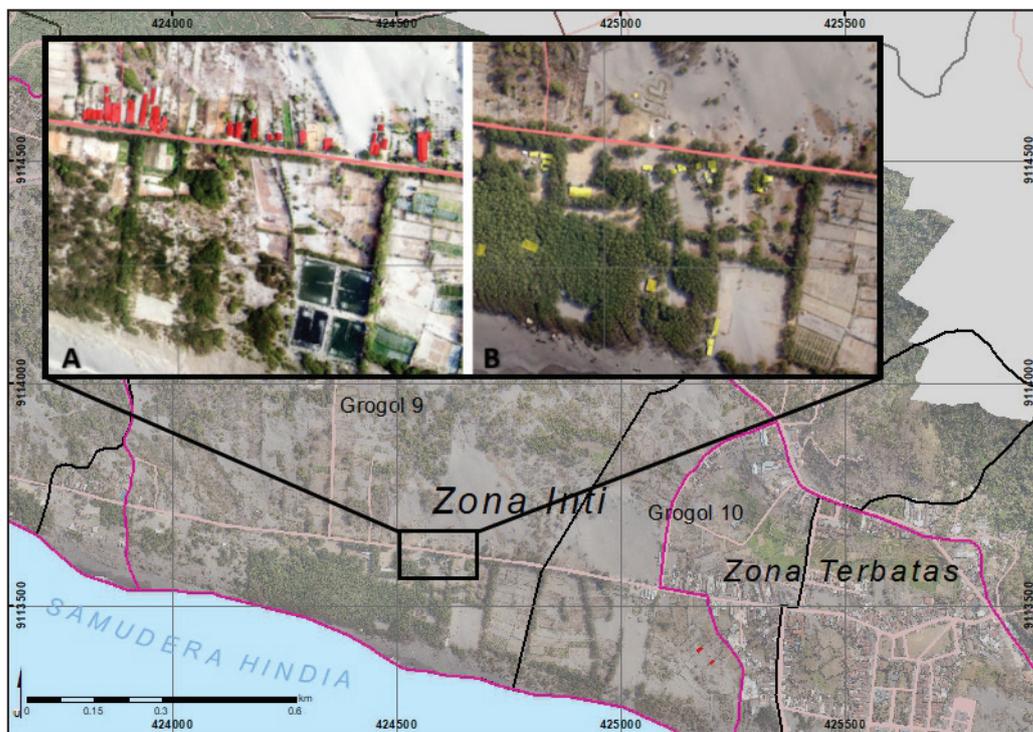
IX, bangunan yang berada dibagian tengah zona inti sebagian besar difungsikan sebagai rumah hunian dan warung makan atau tempat hiburan. Jumlah bangunan yang berhasil diidentifikasi dari bagian tengah zona inti ini yaitu 28 bangunan.

Dengan adanya penertiban yang berlangsung di zona inti, bangunan ini direlokasi dari Dusun Grogol IX ke Dusun Grogol X. Pada tahun 2019, bangunan-bangunan tersebut di zona inti ini sudah tidak ada namun bermunculan bangunan baru dengan ukuran lebih kecil yang berada di sekitar Pantai Cemara Sewu (Gambar 5). Berdasarkan hasil survei lapangan, bangunan ini merupakan fasilitas obyek wisata yang mempunyai tipe non sampai semi permanen. Bangunan-bangunan ini berfungsi sebagai warung/rumah makan, lahan parkir dan area berkumpul (Tabel 3). Bangunan-bangunan yang difungsikan sebagai sarana pariwisata seperti ini akan mempunyai risiko yang lebih besar kedepannya karena biasanya bangunan pariwisata akan kembali dibangun pada lokasi yang sama

saat pemulihan pasca bencana (Mardiatno drr., 2020).

Ancaman tsunami diperoleh dengan mengaplikasikan persamaan Hawke's Bay (Berryman, 2006) dengan berbagai skenario *run-up*. Putri drr.. (2019) melakukan penelitian mengenai ancaman tsunami di zona inti dengan skenario arah gelombang dari selatan dan skenario *run-up* dari 5 m sampai 30 m. Distribusi bangunan terhadap ancaman tsunami dapat dilihat pada Gambar 6. Hampir sebagian besar wilayah dari Dusun Grogol X tergenang oleh tsunami dengan skenario 30 m. Bangunan yang berada di bagian utara cenderung lebih aman dibandingkan dengan bangunan di bagian selatan. Konsentrasi bangunan di Dusun Grogol IX bagian utara juga tidak terendam oleh skenario tsunami 30 m. Namun beberapa bangunan yang difungsikan sebagai sarana pariwisata di Pantai Cemara Sewu seluruhnya terendam pada skenario >5 m.

Hasil analisis tumpang susun antara ancaman tsunami dan distribusi bangunan di Dusun Grogol IX dan Dusun Grogol X menunjukkan



Gambar 5. (A) Distribusi Bangunan di Bagian Tengah Zona Inti Sebelum Restorasi; (B) Distribusi Bangunan di Tengah Zona Inti Setelah Restorasi.

Tabel 3. Perbandingan bangunan di zona inti pada foto udara 2019 dan hasil lapangan

Kenampakan di foto udara	Kenampakan di lapangan	Fungsi Bangunan
		Warung X 424439,33 Y 9113687, 51
		Lahan Parkir X 424470,15 Y 9113510,28
		Area Berkumpul X 424548,35 Y 9113481,9

bahwa sejumlah 260 bangunan di Dusun Grogol IX tidak terendam langsung oleh skenario 30 meter (Tabel 4). Sementara itu di Dusun Grogol X, hanya terdapat 18 buah bangunan yang tidak terendam sedangkan sisanya terendam pada skenario 30 meter. Jumlah bangunan yang terendam di Dusun Grogol X dengan skenario 30 m mencapai 93,03% dari total keseluruhan bangunan di dusun tersebut. Hal ini dikarenakan konsentrasi bangunan terutama bangunan hunian berada di pesisir mendekati garis pantai. Beberapa bangunan hasil relokasi juga dipindahkan ke lokasi tersebut dengan ditandai warna kuning pada Gambar 6.

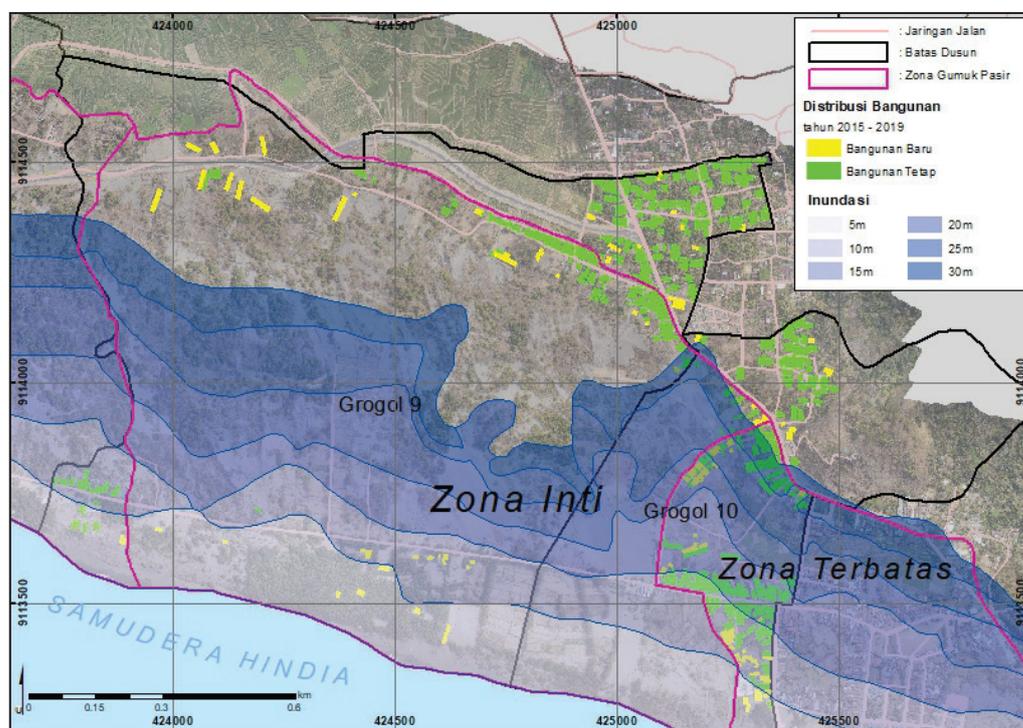
Pada penelitian kali ini tingkat keterpaparan dihitung berdasarkan jumlah bangunan yang terendam oleh beberapa skenario ancaman tsunami. Keterpaparan bangunan menjadi studi awal dalam menghitung parameter yang lebih kompleks seperti kerentanan bangunan atau risiko bencana. Kerentanan fisik bangunan dapat diukur dari jenis material, lantai dasar, jumlah lantai dan orientasi bangunan (Putra, 2008). Bangunan dengan material ringan seperti kayu atau bambu memiliki kerentanan yang tinggi terhadap tsunami dibandingkan dengan

bangunan yang bermaterial batubata/batako. Bangunan yang berlantai lebih dari satu lebih aman dari genangan tsunami karena lebih tinggi dibandingkan dengan bangunan yang berlantai satu. Orientasi atau arah bangunan yang tegak lurus dengan lantai dasar yang lebih terbuka mempunyai kerentanan yang rendah terhadap ancaman tsunami. Konsep ini dapat diterapkan pada bangunan-bangunan terutama bangunan hunian yang berada pada tingkat keterpaparan tinggi terhadap tsunami.

Dalam pengurangan risiko bencana diperlukan rencana aksi yang tepat sehingga terbentuk tingkat prioritas dalam manajemen tsunami. Mardiatno dr. (2017) membuat klasifikasi tipologi pesisir dan permukiman sebagai dasar dalam penentuan strategi penanggulangan bencana. Secara tipologi pesisir dan permukiman, pesisir Parangtritis dapat dikategorikan mempunyai relief yang datar, kerapatan bangunan yang rendah dengan tipe permukiman pedesaan. Strategi penanggulangan bencana dapat mengadaptasi sistem prioritas menengah dengan program kerja antara lain pengembangan EWS (*Early Warning System*) dan pembuatan jalur evakuasi serta tempat berkumpul yang efektif

Tabel 4. Jumlah bangunan yang terendam pada berbagai macam skenario tsunami

Skenario tsunami	Dusun Grogol IX		Dusun Grogol X	
	Jumlah bangunan	%	Jumlah bangunan	%
Tidak terdampak langsung	260	81.76%	18	7.38%
Skenario 5m	20	6.29%	6	2.46%
Skenario 10m	54	16.98%	81	33.20%
Skenario 15m	54	16.98%	147	60.25%
Skenario 20m	54	16.98%	176	72.13%
Skenario 25m	54	16.98%	199	81.56%
Skenario 30m	58	18.24%	227	93.03%



Gambar 6. Keterpaparan Pesisir Selatan Parangtritis terhadap Tsunami dengan Berbagai Skenario Run-Up (hasil pengolahan data dan dimodifikasi dari Putri dr., 2019).

dan efisien. Pemilihan rencana aksi yang tepat diharapkan dapat manajemen tsunami dengan lebih baik dan mengurangi risiko bencana yang mungkin ditimbulkan.

KESIMPULAN

Adanya restorasi zona inti mengakibatkan bangunan yang masih berada di zona inti ditertibkan dan direlokasi di tempat yang baru. Sejumlah 18 bangunan kandang ternak

dan 28 bangunan hunian/ warung/ tempat hiburan dipindahkan dari zona inti. Analisis keterpaparan tsunami menunjukkan bahwa sebesar 93,03% bangunan di Dusun Grogol X tergenang oleh skenario tsunami 30 m. Metode tumpangsusun cukup baik digunakan untuk melihat dan menghitung jumlah bangunan yang terpapar oleh bahaya tsunami. Metode ini dapat diterapkan di lokasi lainnya dengan catatan skenario tsunami menyesuaikan dengan lokasi tersebut. Tingkat keterpaparan bangunan merupakan studi awal untuk melihat seberapa

terpaparnya bangunan terhadap bahaya tsunami tanpa menghitung kekuatan fisik dari bangunan tersebut. Penelitian ini dapat dikembangkan dengan parameter yang lebih kompleks seperti pengukuran kerentanan fisik bangunan atau perhitungan risiko.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Pusbindiklatren Bappenas sebagai pemberi beasiswa dan PGSP sebagai penyedia data foto udara tahun 2015, 2019 dan 2020 di lokasi penelitian. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Dukuh Grogol IX dan Dukuh Grogol X atas bantuannya selama penelitian ini berlangsung.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Nasional Penanggulangan Bencana. (2012). Peraturan Kepala BNPB No 2 Tahun 2012 Tentang Pedoman Umum Pengkajian Risiko Bencana. *Jakarta: Badan Nasional Penanggulangan Bencana*
- Berryman, K. (2006). Review of Tsunami hazard and risk in New Zealand, report by the Institute of Geological and Nuclear Sciences. *New Zealand*.
- Dani, W. A. E., Priyono, K. D., & Sigit, A. A. (2016). *Analisis Dinamika Penggunaan Lahan Di Area Gumukpasir Parangtritis Kabupaten Bantul Tahun 2003-2014* (Doctoral dissertation, Universitas Muhammadiyah Surakarta)
- Fakhruddin, M., Poniman, A., & Malikusworo, H. (2010). Dinamika Pemanfaatan Lahan Bentang Alam Gumuk Pasir Pantai Parangtritis, Kabupaten Bantul. *Geomatika*, 16(2)
- Hart, D. E., & Knight, G. A. (2009). Geographic information system assessment of tsunami vulnerability on a dune coast. *Journal of Coastal Research*, 2009(251), 131-141
- Laily, A. N., Sawiji, A., & Junaidi, R. (2019). Kajian Dinamika Penggunaan Lahan Zona Inti Gumuk Pasir Tipe Barkhan Pasca Restorasi Di Parangtritis, Bantul, Yogyakarta. In *Seminar Nasional Geomatika* (Vol. 3, pp. 261-268)
- Lillesand, T., Kiefer, R. W., & Chipman, J. (2015). *Remote sensing and image interpretation*. John Wiley & Sons
- Mardiatno, D., Sunarto, WF, L. R., Saptadi, G., & Ayuningtyas, E. A. (2015). Risk mapping and tsunami mitigation in Gunungkidul area, Yogyakarta. In *AIP Conference Proceedings* (Vol. 1658, No. 1, p. 050004). AIP Publishing LLC
- Mardiatno, D., Malawani, M.N., dan Nisaa', R.M., The future tsunami risk potential as a consequence of building development in Pangandaran Region, West Java, Indonesia (2020), *International Journal of Disaster Risk Reduction*, <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2020.101523>
- Mardiatno, D., Malawani, M.N., Annisa, D.N., and Wacano, D., Review on tsunami risk reduction in Indonesia based on coastal and settlement typology (2017), *Indonesian Journal of Geography*, Vol. 49 No. 2, December 2017 (76-84)
- Naja, D. A., & Mardiatno, D. (2018). Analisis Kerentanan Fisik Permukiman di Kawasan Rawan Bencana Tsunami Wilayah Parangtritis, Yogyakarta. *Jurnal Bumi Indonesia*, 7(1)
- Nisaa, R. M., Sartohadi, J., & Mardiatno, D. (2019). Penilaian Kerentanan Bangunan Terhadap Tsunami Menggunakan Model Ptva-4 Di Kawasan Wisata Batuhiu, Kabupaten Pangandaran. *Majalah Ilmiah Globe*, 21(2), 79-86
- Parangtritis Geomaritime Science Park. (2016). Buletin Geomaritime Volume III Desember 2016: Rencana Tata Ruang Laut Nasional Dukung Indonesia Sebagai Poros Maritim Dunia. *Yogyakarta: Parangtritis Geomaritime Science Park*
- Putri, R. F., Wibirama, S., Mardiatno, D., Giyarsih, S. R., & Sumantyo, J. T. S. (2019). Investigating a Conservation Area Based on Tsunami Hazard Mapping in Landuse Plan-

- ning of Sand Dune Parangtritis Area, Yogyakarta, Indonesia Investigating a Conservation Area Based on Tsunami Hazard Mapping in Landuse Planning of Sand Dune Parangtritis Area. *Proceedings of the Pakistan Academy of Sciences: B. Life and Environmental Sciences*, 56(2), 7-18
- Shawn Y. S., Zhenhua H., Adam D. S. (2013). An experimental study on tsunami inundation over complex coastal topography. *Theoretical and Applied Mechanics Letters*, 3 (3)
- Sugiarto, F., & Sunarto, S. (2016). Pengaruh Bangunan terhadap Perkembangan Gumuk Pasir Parangtritis. *Jurnal Bumi Indonesia*, 5(4)
- Sunarto, Marfai, M.A., & Mardiatno, D., (2014). Penaksiran Multirisiko Bencana di Wilayah Kepesisiran Parangtritis. *PSBA Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta*. Retrieved from: <https://books.google.co.id/books?id=ktBWDwAAQBAJ&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false>
- Wibowo, T. W., Mardiatno, D., & Sunarto, S. (2017). Pemetaan Risiko Tsunami terhadap Bangunan secara Kuantitatif. *Majalah Geografi Indonesia*, 31(2), 68-78
- Yamanaka, Y., & Shimozone, T. (2022). Tsunami inundation characteristics along the Japan Sea coastline: effect of dunes, breakwaters, and rivers. *Earth Planets Space*, 74 (19)