

**ANALISIS KERUSAKAN ZONA INTI GUMUKPASIR DI
PARANGTRITIS MENGGUNAKAN PENDEKATAN
GEOINDIKATOR**



**Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata I
pada Jurusan Geografi Fakultas Geografi**

Oleh:

ALBERTA SHENDY LAMANDAU

E100171015

**PROGRAM STUDI GEOGRAFI
FAKULTAS GEOGRAFI
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**

2019

HALAMAN PERSETUJUAN

**ANALISIS KERUSAKAN ZONA INTI GUMUKPASIR
DI PARANGTRITIS MENGGUNAKAN
PENDEKATAN GEOINDIKATOR**

PUBLIKASI ILMIAH

oleh:

ALBERTA SHENDY LAMANDAU

E100171015

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh:

Dosen
Pembimbing



Dr. Kuswaji Dwi Priyono, M.Si

HALAMAN PENGESAHAN
PUBLIKASI ILMIAH

**ANALISIS KERUSAKAN ZONA INTI GUMUKPASIR
DI PARANGTRITIS MENGGUNAKAN
PENDEKATAN GEOINDIKATOR**

OLEH

ALBERTA SHENDY LAMANDAU

E100171015

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
Fakultas Geografi
Universitas Muhammadiyah Surakarta
Pada hari Kamis, 31 Oktober 2019
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Dewan Penguji:

1. Dr. Kuswaji Dwi Priyono, M.Si
(Ketua Dewan Penguji)
2. Drs. Yuli Priyana, M.Si
(Anggota I Dewan Penguji)
3. Agus Anggoro Sigit, S.Si, M.Sc.
(Anggota II Dewan Penguji)

(.....)

(.....)

(.....)



PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam naskah publikasi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidak benaran dalam pernyataan saya di atas, maka akan saya pertanggungjawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 21 Oktober 2019

Penulis



ALBERTA SHENDY LAMANDAU

E100171015

ANALISIS KERUSAKAN ZONA INTI GUMUKPASIR DI PARANGTRITIS MENGGUNAKAN PENDEKATAN GEOINDIKATOR

Intisari

Kawasan gumukpasir Parangtritis merupakan fenomena alam yang unik dan perlu dilestarikan. Alih fungsi lahan pada gumuk berpengaruh terhadap perkembangan dan proses pembentukan gumukpasir. Upaya restorasi gumukpasir adalah membagi kawasan menjadi 3 zona dan peruntukkan, salah satunya zona inti yang harus bebas dari bangunan dan aktivitas yang menghambat proses pembentukan gumukpasir. Informasi mengenai sebaran kerusakan yang sudah terjadi di zona inti gumukpasir Parangtritis diperlukan agar dapat melakukan pemantauan terhadap perkembangan gumukpasir sebagai upaya mengembalikan ekosistem gumuk. Tujuan penelitian ini adalah (1) mengidentifikasi sebaran spasial kerusakan di zona inti gumukpasir Parangtritis, dan (2) menganalisis faktor penyebab kerusakan gumukpasir di zona inti gumukpasir Parangtritis. Metode yang digunakan adalah penelitian survei yang bersifat deskriptif dan menganalisis data primer yang didapatkan melalui observasi lapangan dengan pendekatan geoindikator gelembur pasir. Analisis yang digunakan yaitu observasi lapangan, analisis statistika deskriptif dan analisis spasial: deskriptif. Hasil penelitian di zona inti gumukpasir Parangtritis dengan luas 141 ha menunjukkan bahwa luas area gumukpasir yang masih aktif dalam proses pembentukannya ditandai dengan gelembur tidak rusak seluas 9,7 ha dan luas yang proses pembentukannya terhambat dilihat dari gelembur rusak seluas 131,39 ha. Nilai ripple index berkisar antara 12 – 50, nilai tersebut pada parameter ripple index menunjukkan bahwa gelembur pasir yang terbentuk adalah akibat arus angin. Penyebab terhambatnya proses pembentukan gumukpasir karena adanya objek penghalang berupa vegetasi yang terdapat pada lorong angin dari arah tenggara hingga selatan.

Kata kunci: kerusakan, gumukpasir, gelembur pasir.

Abstract

The area of sanddunes in Parangtritis is a unique natural phenomenon and needs to be preserved. The transfer of land functions on the dune affects the development and formation of sanddune. The restoration efforts of sanddunes are dividing the area into 3 zones and designation, one of them is the core zone that should be free of buildings and activities that inhibit the process of forming sanddunes. Information on the distribution of damage that has occurred in the Parangtritis sanddunes core zone is needed in order to monitor the development of the sanddunes as an effort to restore the dune ecosystem. The objectives of this research are (1) identify the spatial distribution of damage in the Parangtritis sanddunes core zone, and (2) analyze the factors causing the damage of the sanddunes in the Parangtritis sanddunes core zone. The method used in this research is descriptive survey research and analyze primary data obtained through

field observation with the sand ripple geoinicator approach. The analysis used is field observation, descriptive statistical analysis and spatial analysis: descriptive. The results of research in Parangtritis sanddunes core zone with an area of 141 ha, showed that the area of the sanddunes that is still active in the formation process is characterized by an undamaged sand ripple is 9,7 ha and an area where formation process is obstructed in view of the extent of damaged sand ripple is 131,39 ha. Ripple index value ranges from 12 - 50, the value of the ripple index parameter indicates that the sand formed is due to wind currents. The cause of the inhibition of the sand dunes formation is due to the presence of barrier objects that are vegetation in the wind tunnel from southeast to south.

Keywords: damage, sanddunes, sand ripple.

1. PENDAHULUAN

Gumukpasir di Parangtritis memegang peran penting bagi kelangsungan kehidupan. Beberapa fungsi ekologis gumukpasir di antaranya adalah mampu mengurangi risiko bencana yang timbul seandainya terjadi tsunami. Hal ini dikarenakan gumukpasir berperan sebagai tanggul alam peredam gelombang tsunami dan dapat melindungi kawasan pertanian yang ada di sebelah utara.

Gumukpasir ada dua jenis, yaitu gumukpasir aktif dan gumukpasir pasif. Gumukpasir aktif adalah gumukpasir yang masih bisa merombak dan membentuk suatu gundukan, berupa lahan kosong berpasir, ditandai dengan adanya arah angin pada citra, sedangkan gumukpasir pasif adalah gumukpasir yang sudah tidak bisa merombak atau membentuk suatu gundukan. Gumukpasir aktif menempati sisi timur, disini proses-proses pembentukan gumukpasir longitudinal dan barchan oleh aktivitas angin yang bertiup kuat dapat diamati dan dipelajari dengan baik, misalnya struktur pengendapan permukaan gelembur pasir (ripple mark). Gumukpasir pasif menempati sisi barat dan selatan sampai muara Kali Opak, disini berkembang gumukpasir parabolik dan sisir

Keberadaan gumukpasir di Pantai Parangtritis merupakan sesuatu yang unik, mengingat bahwa pada umumnya gumuk terbentuk di daerah gurun pasir dengan iklim yang kering-semi kering sedangkan wilayah ini termasuk daerah beriklim tropis dengan intensitas hujan yang cukup tinggi. Bentuklahan yang unik dan langka ini perlu dilestarikan.

Kerusakan terhadap gumukpasir akan mengubah ekosistem secara nyata yang berakibat pada besarnya kerusakan karena terganggunya keseimbangan ekologi. Luasan permukaan gumukpasir sekarang semakin berkurang. Tahun 2019 ini hanya ada dua lahan gumukpasir yang masih terbuka dengan luas total $\pm 7,5$ ha. Dua tempat tersebut kini menjadi titik atraksi wisata gumukpasir yang masih dapat dinikmati oleh pengunjung (Buletin Geomaritime, 2019).

Pemantauan ekosistem gumukpasir diatur dalam Peraturan Daerah DIY No. 3 Tahun 2015 dilakukan oleh Badan Lingkungan Hidup DIY. Kegiatan pemantauan ini meliputi pembuatan desain pemantauan, pemilihan karakteristik ekosistem, pengamatan di lapangan, pengolahan data dan interpretasi data serta pelaporan. Pemantauan ekosistem gumukpasir ini dilakukan paling sedikit satu kali dalam satu tahun. Menurut PGSP (2019), Badan Lingkungan Hidup DIY belum melakukan pemantauan gumukpasir dan tidak ada laporan kegiatan yang dikeluarkan satu kali dalam satu tahun, dikarenakan BLH belum memiliki metode yang tepat dalam kegiatan pemantauan ini.

Salah satu metode yang dapat digunakan adalah dengan pendekatan geoindikator. Geoindikator yang digunakan merupakan salah satu hasil proses pengangkutan material pasir dalam pembentukan gumukpasir, yaitu gelembur pasir. Panjang gelombang yang dimaksud adalah jarak horizontal gelembur dari puncak ke puncak, tinggi gelembur adalah jarak vertikal dari puncak ke palung pada permukaan gelembur. Sehingga suatu morfologi dapat diidentifikasi sebagai gelembur apabila *ripple index* yaitu perbandingan antara panjang dan tinggi gelembur berkisar 1-100, jika lebih dari itu maka merupakan gumukpasir dan jika kurang dari kisaran tersebut maka merupakan gelembur pasir yang rusak.

Berdasarkan konsep teoritis tersebut, dalam penelitian ini penulis tertarik untuk menganalisis tanda-tanda awal kerusakan gumukpasir di zona inti gumukpasir Parangtritis. Pendekatan menggunakan geoindikator gelembur pasir ini dilakukan agar mendapatkan hasil yang lebih detail terhadap kerusakan gumukpasir yang ada di zona inti gumukpasir Parangtritis.

Rumusan masalah penelitian ini adalah: bagaimana sebaran spasial kerusakan di zona inti gumukpasir Parangtritis?, dan, apa faktor penyebab kerusakan gumukpasir di zona inti gumukpasir Parangtritis?

Tujuan penelitian: mengidentifikasi sebaran spasial kerusakan di zona inti gumukpasir Parangtritis, dan menganalisis faktor penyebab kerusakan gumukpasir di zona inti gumukpasir Parangtritis

Kegunaan dari penelitian ini adalah: Memberikan informasi kepada akademisi, masyarakat dan pemerintah setempat tentang kerusakan gumukpasir di zona inti Parangtritis. Bahan referensi kepada pihak-pihak terkait dalam merumuskan kebijakan pengelolaan dan pelestarian yang berkaitan dengan gumukpasir Parangtritis.

2. METODE

Penelitian ini merupakan penelitian survei yang bersifat deskriptif menganalisis data primer yang didapatkan melalui observasi lapangan yang bersifat sistematis sesuai dengan tujuan penelitian. Penelitian dimaksudkan untuk mengkaitkan dan menjelaskan tanda-tanda kerusakan gumukpasir yang didekati menggunakan karakteristik gelembur pasir dan faktor-faktor apa saja yang menyebabkan kerusakan tersebut.

Pengambilan sampel dengan sampel daerah menggunakan metode sampel acak sistematis sebagai petunjuk survei lapangan dengan peta tentatif berdasarkan sistem grid kaku $0,4 \text{ cm}^2$ yang disarankan oleh Van Wambake (1986) luasan terkecil SPT yang masih diperbolehkan untuk disajikan dalam peta tanah. Sistem grid kaku digunakan karena konfigurasi permukaan zona inti gumukpasir yang kurang beragam. Sampel diambil berdasarkan penggunaan lahan di zona inti gumukpasir yang merupakan lahan terbuka beserta dengan area penyangga (*buffer*) sejauh 25m yang ditumpangsusun dengan grid kaku dan luas area lahan terbuka pada grid tersebut $\geq 50\%$ dari luas grid di lapangan serta beberapa area dipilih berdasarkan interpretasi peneliti.

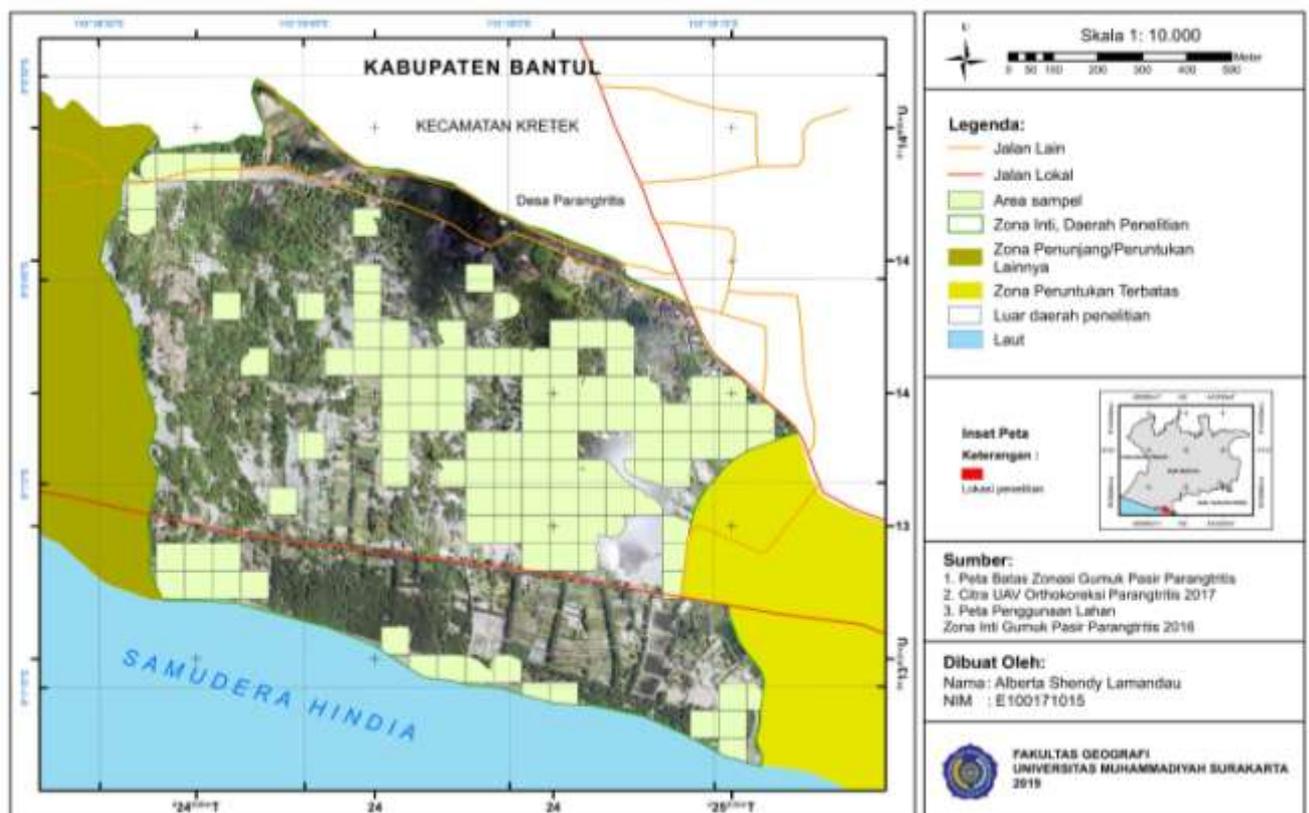
Penelitian ini menggunakan dua jenis data yaitu data primer yang berasal dari hasil observasi lapangan dan data sekunder yang didapat dari instansi terkait.

Data primer meliputi data morfologi gelembur pasir, kondisi spasial gumukpasir. Data-data yang didapat dari observasi lapangan diolah kemudian dianalisis statistika deskriptif dan analisis spasial: deskriptif dengan tabel klasifikasi tipe gelembur pasir. Hasil disajikan dalam bentuk peta.

Tabel 1 Klasifikasi gelembur oleh proses aeolian

Tipe Gelembur	L = Lebar (Jarak antar gelembur)	H = Tinggi (Tinggi gelembur)	Ripple Index (Index Gelembur) $\frac{L}{H}$
Gelembur tidak rusak	L= 3 -50cm	H= 0,5-3 cm	1-100
Gelembur rusak	L= 0 - < 3cm	H= 0 - < 0,5cm	0 atau ∞

Sumber klasifikasi: Collinson and Thomson, 1982 dalam Surjono, S. [et.al], 2010



Gambar 1. Peta sampel daerah penelitian zona inti gumukpasir parangtritis

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Gelembur pasir yang diklasifikasikan tipe gelembur tidak rusak di daerah penelitian memiliki jarak antar gelembur yang cukup rapat dan rapi serta garis-

garisnya cukup jelas dengan tinggi gelembur yang dapat diukur. Gelembur tidak rusak di zona inti gumukpasir Parangtritis hanya terdapat pada area yang cukup lapang dan di sekitar area sampel tidak terdapat objek penghalang. Area ini memiliki luas 9,7 Ha hanya 6,87 % dari total luas zona inti yaitu 141 Ha.

Tabel 2. Variasi ukuran gelembur tidak rusak di daerah penelitian.

No	Titik Koordinat		Luas (m ²)	L (cm)	H (cm)	RI (L/H)
	X	Y				
1	424760.6623	9113693.493	3969	25	0.5	50.0
2	424939.6121	9113702.841	3969	8	0.3	26.6
3	424634.6623	9113756.493	3969	10	0.3	33.3
4	424697.6623	9113756.493	3969	15	0.3	50.0
5	424760.6623	9113756.493	3969	6	0.3	20.0
6	424823.6623	9113756.493	3969	33	0.7	47.1
7	424886.6623	9113756.493	3969	23	0.7	32.8
8	424949.6623	9113756.493	3969	6	0.5	12.0
9	425007.4814	9113749.044	3969	6	0.5	12.0

Sumber: Hasil pengukuran di lapangan, 2019

Tidak semua area yang lapang tanpa penghalang memiliki gelembur pasir yang jelas dan dapat diukur. Beberapa area tepatnya pada koordinat 424634.662 mT dan 9114260.49315 mU memiliki gelembur pasir yang tampak jelas oleh mata namun tidak dapat diukur karena hanya terlihat perbedaan warna pada butiran pasir sehingga membentuk ilusi pola gelombang di pasir. Walaupun bisa diukur jarak antar gelemburnya, namun ini tidak memiliki tinggi gelembur, sehingga area ini sebenarnya datar. Area ini diklasifikasikan menjadi gelembur rusak karena secara fisik tidak memenuhi syarat gelembur tidak rusak.

Gelembur pasir yang diklasifikasikan tipe gelembur rusak di daerah penelitian, memiliki gelembur dengan garis bingkai yang berpotongan, garis yang tidak jelas, tidak terlihat adanya gelembur karena area tersebut tertutup oleh vegetasi kemudian tidak dapat diukur sehingga tidak memenuhi syarat gelembur pasir tidak rusak secara fisik. Beberapa gelembur rusak memiliki jarak antar gelembur yang dapat diukur namun tinggi yang tidak dapat diukur, gelembur

rusak dengan karakteristik ini terdapat pada area lapang namun memiliki faktor penghalang.

Tabel 3. Variasi ukuran gelembur rusak di daerah penelitian

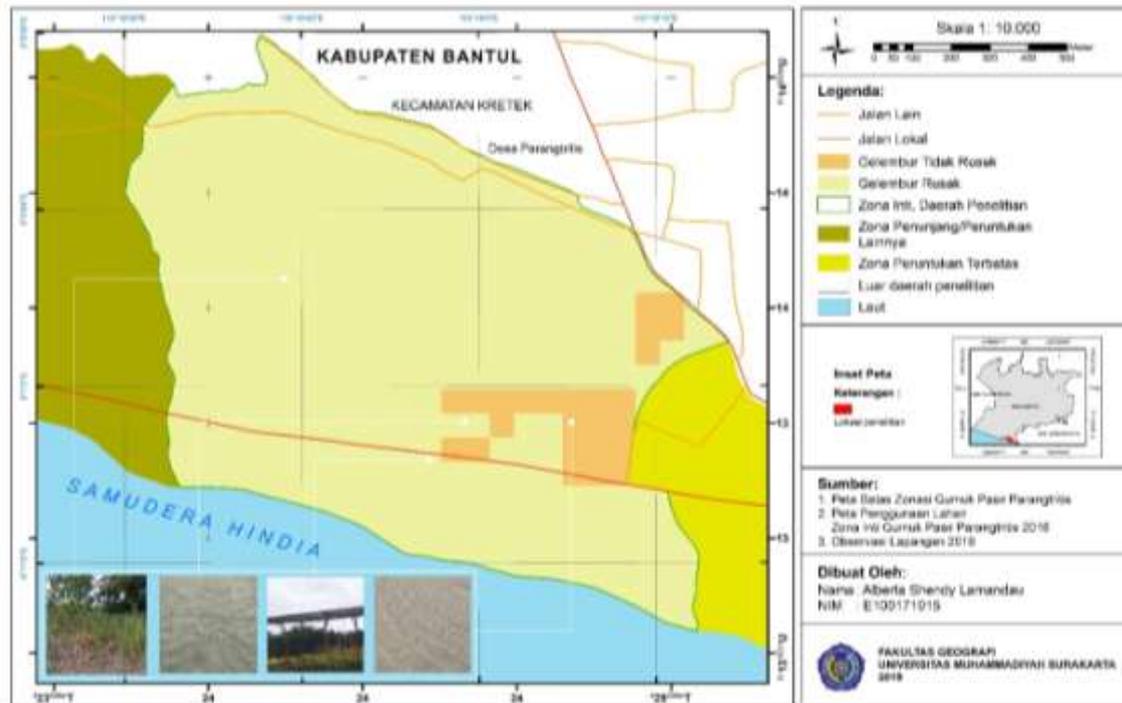
No	Titik Koordinat		Luas (m ²)	L (cm)	H (cm)	RI (L/H)
	X	Y				
1	424947.6102	9113815.557	3969	7	0.0	0.0
2	424823.6623	9113882.493	3969	5	0.0	0.0
3	424445.6623	9113945.493	3969	0	0.0	0.0
4	424823.6623	9113945.493	3969	6	0.0	0.0
5	424886.6623	9113945.493	3969	7	0.0	0.0
6	424949.6623	9113945.493	3969	6	0.0	0.0
7	425012.6623	9113945.493	3969	6	0.0	0.0
8	425201.6623	9113945.493	3969	10	0.0	0.0
9	425138.6623	9114008.493	3969	21	0.5	0.0
10	425200.2035	9114007.082	3969	21	0.0	0.0
11	424508.6623	9114071.493	3969	10	0.0	0.0
12	424571.6623	9114071.493	3969	10	0.0	0.0

Sumber: Hasil pengukuran di lapangan, 2019

Area yang sebagian besar dan seluruhnya ditutupi oleh vegetasi dan tidak terdapat gelembur pasir diklasifikasikan sebagai gelembur rusak. Tidak terdapat gelembur pada gumukpasir tersebut, sehingga jarak dan tinggi gelembur tidak dapat diukur. Area ini di zona inti memiliki luas 131,39 Ha, 93,18 % dari total luas zona inti gumukpasir Parangtritis. Beberapa area yang merupakan jalan penghubung

Zona inti gumukpasir Parangtritis merupakan zona yang harus dilestarikan karena pada zona ini terdapat kekhasan area Parangtritis. Hasil observasi lapangan yang menunjukkan perbedaan luas area yang sangat jelas antara area dengan gelembur rusak dan area dengan gelembur tidak rusak, menunjukkan bahwa proses pembentukan gumukpasir di zona inti terhambat atau terhenti. Tidak adanya gelembur pada area yang lapang menjadi salah satu identifikasi bahwa adanya gangguan transpor pasir sehingga proses meloncat dan melayang tidak menghasilkan gelembur pasir tidak rusak. Adanya gelembur pada area yang lapang, namun gelembur tersebut salah satu dari parameter pengukurannya tidak memenuhi syarat gelembur tidak rusak menunjukkan bahwa gumukpasir

terganggu dalam proses pembentukannya. Gelembur tidak rusak menandakan gumukpasir masih aktif, masih terjadi proses pembentukan meloncat dan melayang.



Gambar 2. Peta kondisi zona inti gumukpasir parangtritis

Area titik sampel yang tertutup sebagian maupun keseluruhan oleh vegetasi, tidak memiliki gelembur pasir yang garis-garisnya jelas sehingga area ini diklasifikasikan kedalam area yang gelembur pasirnya rusak. Bangunan semi permanen maupun permanen yang terdapat pada area titik sampel juga tidak memiliki gelembur pasir yang dapat diukur jarak antar gelembur dan tinggi gelembur tersebut sehingga diklasifikasikan kedalam gelembur yang rusak.

Lahan pertanian dan peternakan yang ada pada daerah penelitian, tidak menunjukkan ada gelembur pasir di area tersebut. Jika ada gelembur pasir yang tampak oleh mata di area itu juga tidak dapat diukur sehingga diklasifikasikan kedalam gelembur pasir rusak. Area yang merupakan tempat rekreasi dan bagian dari aktivitas manusia yang ada di zona inti gumukpasir Parangtritis, tidak terdapat gelembur pasir dengan garis-garis yang jelas dan dapat diukur sehingga diklasifikasikan sebagai gelembur pasir rusak. Area yang lapang tanpa penutup dan penggunaan lahan memiliki gelembur pasir, namun tidak semua area yang

lapang memiliki gelembur pasir yang dapat diukur, bahkan di beberapa titik sampel area yang lapang tidak memiliki gelembur pasir sama sekali sehingga juga diklasifikasikan ke dalam gelembur yang rusak.

Hasil ripple index pada gelembur tidak rusak yang berkisar antara 12 – 50 nilai tersebut pada parameter *ripple index*, menunjukkan bahwa gelembur pasir yang terbentuk adalah akibat arus angin. Area zona inti gumuk pasir di arah tenggara hingga selatan dipenuhi oleh vegetasi, padahal area ini merupakan lorong angin yang membawa material pasir pembentukan gumuk, maka dari itu gelembur rusak atau tidak ada gelembur sama sekali terdapat pada area ini karena selain vegetasi juga area ini tertutup seresah daun yang jatuh dan menutup gumuk. Semak belukar yang terdapat pada daerah penelitian juga menghalangi transpor pasir dan terjadi perataan permukaan gumukpasir.

Beberapa area yang menjadi destinasi wisata namun di atas gumuk tersebut tidak ada bangunan atau vegetasi, memiliki gelembur yang garis-garisnya tidak begitu terlihat jelas namun masih dapat diukur. Gelembur seperti ini dikarenakan ada pergerakan makhluk hidup di atasnya, bukan karena gagalnya proses pembentukan gumuk. Adanya gelembur walau tidak terlihat jelas tapi masih termasuk ke dalam syarat bentuk fisik gelembur yang normal (tidak rusak) juga menunjukkan bahwa pengaruh faktor-faktor penyebab kerusakan pada gumukpasir berbeda-beda. Bentuk wisata minat khusus seperti *sandboarding* tidak signifikan mengganggu proses pembentukan gumukpasir, karena tidak ada objek permanen yang dibangun di atas gumuk, walaupun gelembur tidak terlalu jelas pada area ini dapat diklasifikasikan kedalam gelembur tidak rusak.

4. PENUTUP

Kerusakan gumukpasir di zona inti gumukpasir Parangtritis ditunjukkan dengan kondisi gelembur pasir yang ada pada gumuk. Kondisi gelembur pasir di zona inti yang termasuk ke dalam gelembur tidak rusak seluas 9,7 Ha dan gelembur yang rusak seluas 131,39 Ha dari total luas zona inti gumukpasir Parangtritis yaitu 141 Ha. Area gumuk yang memiliki gelembur rusak lebih banyak dibandingkan gelembur tidak rusak menunjukkan bahwa terjadi gangguan pada proses

pembentukan gumukpasir terutama proses meloncat dan melayang. Gelembur tidak rusak terdapat pada area lapang tanpa penghalang yang menjadi destinasi wisata masyarakat. Gelembur rusak terdapat pada area yang memiliki objek penghalang.

Nilai *ripple index* berkisar antara 12 – 50, nilai tersebut pada parameter *ripple index* menunjukkan bahwa gelembur pasir yang terbentuk adalah akibat arus angin. Objek penghalang yang terdapat pada area lorong angin, membuat tidak terbentuknya gelembur pada gumuk. Objek penghalang yang paling berpengaruh terhadap kerusakan gumukpasir di zona inti adalah vegetasi yang terdapat pada lorong angin dari arah tenggara hingga selatan. Sebagian besar gelembur rusak terdapat pada area yang memiliki vegetasi dan terdapat seresah daun di atasnya. Pengaruh bangunan, kegiatan wisata dan pemanfaatan lahan tidak sekuat vegetasi karena masih dapat ditemui gelembur yang dapat diukur salah satu atau kedua parameternya.

Perlu observasi detail yang dilakukan beberapa kali dalam jangka waktu tertentu karena perubahan pada gumukpasir yang dinamis, Perlu adanya usaha dari berbagai pihak untuk mengembalikan kondisi gumukpasir seperti semula karena proses pembentukan dan perkembangannya memerlukan lingkungan yang lapang tanpa penghalang, Vegetasi dan objek penghalang yang terdapat pada area lorong angin perlu dihilangkan karena mengganggu transpor material pasir pembentuk gumukpasir

DAFTAR PUSTAKA

- Elzha D, Widya Ayu. 2016. Analisis Dinamika Penggunaan Lahan di Area Gumukpasir Parangtritis Kabupaten Bantul Tahun 2003-2014. *Skripsi*. Fakultas Geografi, Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Dwi Priyono, Kuswaji. 2004. Geomorfologi Pantai dan Pengelolaan Wilayah Pesisir. *Diktat Kuliah*. Fakultas Geografi UMS
- Kusumabrata, Danang. 2014. Identifikasi Pengaturan Zonasi Konservasi Gumukpasir Parangtritis Berdasarkan Pertimbangan Tapak (Spasial), Persepsi Dan Aspirasi Masyarakat. *Skripsi Sarjana*. Yogyakarta: Fakultas Geografi. Universitas Gadjah Mada.

Nuraini, Fahad. 2016. Gemorfometri Lubang Deflasi Pada Lorong Angin Alami Gumukpasir Aeolian di Pesisir Parangkusuomo Kabupaten Bantul, DIY. *Tesis*. Yogyakarta: Program Pascasarjana Fakultas Geografi, Universitas Gadjah Mada.

Sunarto. 2014. Geomorfologi dan Kontribusinya dalam Pelestarian Pesisir Bergumuk Pasir Aeolian dari Ancaman Bencana Agrogenik dan Urbanogenik. *Laporan Penelitian*. Yogyakarta: Fakultas Geografi UGM.