

---

## PERAMALAN PASANG SURUT UNTUK MENGETAHUI PERUBAHAN LUAS GENANGAN BANJIR PASANG DI KECAMATAN KRAKSAAN, PROBOLINGGO

Pratama Danang Mahesha<sup>1\*</sup>, Heryoso Setiono<sup>1</sup>, Gentur Handoyo<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departemen Oseanografi, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro  
Jl. Prof. H. Soedarto, S.H, Tembalang Semarang. 50275 Telp/fax (024)7474698

Email: [pratamadanang@rocketmail.com](mailto:pratamadanang@rocketmail.com);

[heryososetiono@gmail.com](mailto:heryososetiono@gmail.com); [Gentur.Handoyo@yahoo.com](mailto:Gentur.Handoyo@yahoo.com)

### Abstrak

Kecamatan Kraksaan merupakan wilayah yang potensial di bidang perikanan dan pertanian. Wilayah Kecamatan Kraksaan, Kabupaten Probolinggo memiliki masalah dengan banjir pasang. Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk mengetahui luas genangan banjir pasang di Kecamatan Kraksaan, Kabupaten Probolinggo pada tahun 2016 dan memprediksi luas genangannya untuk 5 tahun ke depan. Penelitian ini menggunakan metode studi kasus dengan pendekatan Sistem Informasi Geografis (SIG) untuk membuat model genangan banjir pasang dalam bentuk peta. Data yang digunakan untuk membuat model genangan banjir pasang adalah data pasang surut, DEM (*Digital Elevation Model*), Peta Rupabumi Indonesia 2000, dan citra GeoEye perekaman tahun 2016. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan diketahui nilai kenaikan muka laut rerata atau MSL (*Mean Sea Level*) dan muka air laut tinggi tertinggi atau HHWL (*Highest High Water Level*) sebesar 2,5 cm/tahun dan 2.9 cm/tahun. Luas genangan banjir pasang yang terjadi di Kecamatan Kraksaan, Kabupaten Probolinggo pada tahun 2016 seluas 955,38 ha. Berdasarkan hasil prediksi luas genangan banjir rob pada tahun 2017 sebesar 967,58 ha, pada tahun 2018 sebesar 983,32 ha, pada tahun 2019 sebesar 995,25 ha, pada tahun 2020 sebesar 1012,29 ha, dan pada tahun 2021 sebesar 1020,60 ha.

**Kata kunci:** Pasang Surut, Banjir Pasang, Kecamatan Kraksaan, Area Genangan,

### Abstract

Kraksaan district is a potential area in the field of fisheries and agriculture. The Kraksaan district, Probolinggo regency has problems with tidal floods. The purpose of this research is to know the flood inundation in Kraksaan District, Probolinggo Regency in 2016 and to predict the extent of the inundation for the next 5 years. This research uses case study method with Geographic Information System (GIS) approach to make model of tidal flood puddle in map form. The data used to make the model of tidal flooding are tide data, DEM (*Digital Elevation Model*), RupaBumiIndonesia map 2000, and GeoEye recording image of 2016. Based on the research that has been done to know the mean sea level rise or MSL (*Mean Sea Level*) And the highest high sea level or HHWL (*Highest High Water Level*) of 2.5 cm / year and 2.9 cm / year. Tidal flood puddle that occurred in District Crested, Probolinggo regency in 2016 covering 955.38 ha. Based on the results of the predicted area of 2017 volcanic flood puddles in 2017 of 963.58 ha, by 2018 by 983.32 ha, by 2019 by 995.25 ha, by 2020 by 1012.29 ha, and by 2021 by 1020.60 ha

**Keywords:** Tide, Tidal Flood, Kraksaan District, Inuundantion Area,

## PENDAHULUAN

Wilayah pesisir di Kecamatan Kraksaan Kabupaten Probolinggo merupakan daratan rendah yang rawan terhadap genangan banjir pasang. Banjir pasang adalah kejadian atau fenomena alam masuknya air laut masuk ke wilayah daratan pada waktu permukaan air laut mengalami pasang (Wahyudi, 2007).

Faktor-faktor penyebab banjir pasang diantaranya adalah pasang surut dan meningkatnya volume air laut di muka bumi yang menyebabkan naiknya muka air laut (Easterling *et al.*, 2006) dan juga adanya penurunan permukaan tanah (*land subsidence*) (Gumilar *et al.*, 2009).

Banjir pasang dapat terjadi akibat dorongan air laut ke arah darat oleh tenaga pasang, saat air laut pasang menyebabkan air laut akan masuk melalui sungai dan meluap, sehingga luapan air laut pada saat pasang melalui sungai tersebut akan menggenangi lahan yang berada di sekitarnya dan mengakibatkan penurunan fungsi lahan terutama pada kawasan pemukiman dan lahan usaha. Banjir pasang memiliki dampak merugikan bagi masyarakat pesisir karena menimbulkan dampak ekonomi yang besar seperti tambak yang rusak akibat banjir pasang.

Banjir pasang dimasa yang akan datang dapat menjadi semakin besar dengan adanya fenomena kenaikan muka air laut akibat pemanasan global. Naiknya muka air laut (*sea level rise*) merupakan salah satu permasalahan penting yang harus dihadapi oleh negara-negara pantai atau negara kepulauan di dunia (Kobayashi, 2003).

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui luas genangan banjir pasang tahun 2016 dan prediksi wilayah genangan banjir pasang tahun 2017 - 2021 dengan melakukan pendekatan analisis spasial.

## MATERI DAN METODE PENELITIAN

### Materi Penelitian

Materi penelitian ini meliputi data primer dan data sekunder. Data primer yang digunakan berupa hasil pengukuran lapangan meliputi data pasang surut yang diambil dari pengamatan pasang surut di perairan Kraksaan selama 15 hari dengan interval 1 jam pada tanggal 15 - 30 Oktober tahun 2016 menggunakan palem pasang surut yang dipasang di satu titik lokasi penelitian dan data *marking* lokasi genangan banjir pasang, sedangkan data sekunder terdiri peta RBI Kabupaten Probolinggo skala 1 : 25.000 publikasi BIG, data pasang surut BIG stasiun Surabaya selama 6 tahun dari tahun 2011 – 2016, data citra satelit GeoEye dan data titik tinggi dari peta Rupa Bumi Indonesia.

### Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah Metode studi kasus. Metode studi kasus adalah penelitian terhadap suatu kasus secara mendalam yang berlaku pada waktu, tempat, dan populasi yang terbatas, sehingga memberikan gambaran mengenai kondisi dan situasi secara lokal dan hasilnya tidak dapat digeneralisasikan di tempat yang berbeda (Hadi, 1993 dalam Nugroho, 2013).

### Metode Pengambilan data

Teknik pengambilan sampel menggunakan metode *purposive sampling*. Pertimbangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah lokasi pemasangan palem pasut di area terbuka yang perairannya tenang dan terlindung dari gelombang serta di pasang pada substrat yang stabil agar palem tidak bergerak. Pengukuran pasang surut dilakukan secara manual menggunakan palem pasut untuk mendapatkan data elevasi permukaan air laut di lokasi penelitian. Pengamatan pasang surut dilakukan selama 15 hari untuk memperoleh siklus pasang surut. Pengambilan data titik banjir pasang ini menggunakan alat GPS agar diketahui letak koordinat banjir pasang yang terjadi di desa-desa Kecamatan Kraksaan, sehingga didapatkan beberapa titik - titik banjir pasang.

### Metode Pengolahan Data

Data pasang surut hasil pengamatan di lapangandianalisis menggunakan metode admiralty untuk mendapatkan komponen pasang surut. Data kompoen harmonk dijadikan nilai inputan untuk mendapatkan nilai MSL, LLWL, HHWL. masukan banjir pasang dibuat berdasarkan

selisih nilai HHWL dengan MSL. Data DEM di buat berdasarkan nilai titik tinggi dari peta RBI kecamatan Kraksaan. Model genangan banjir pasang di olah menggunakan *software* ArcGIS 10.2 dengan metode *topo o raster* masukan DEM dan nilai masukan banjir pasang dengan modul *raster calculator*.

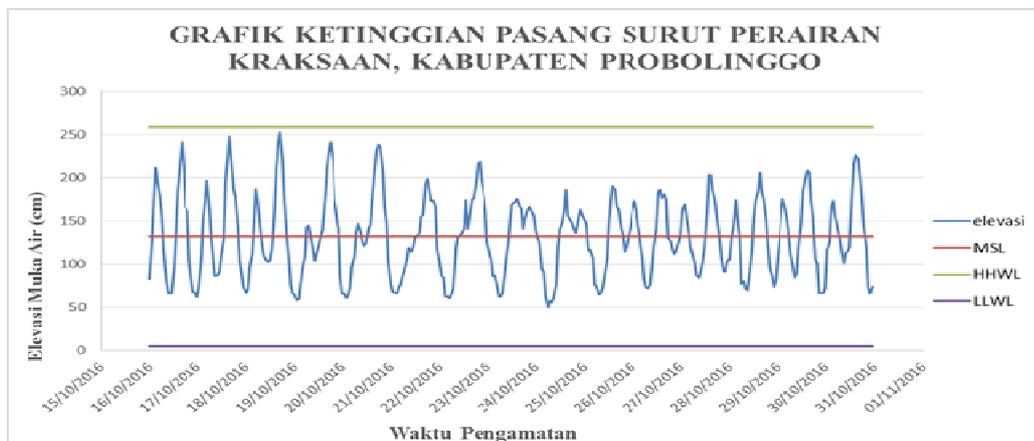
**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Hasil**

Pengolahan data pasang surut hasil pengukuran lapangan selama 15 hari dilakukan dengan menggunakan metode Admiralty menghasilkan komponen harmonik pasang surut dan nilai formzahl. Komponen pasang surut yang dihasilkan antara lain: M<sub>2</sub>, S<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, K<sub>2</sub>, K<sub>1</sub>, O<sub>1</sub>, P<sub>1</sub>, M<sub>4</sub> dan MS<sub>4</sub>. Komponen tersebut dapat diolah untuk mendapatkan nilai elevasi muka air laut diketahui rerata muka air laut (MSL), muka air tinggi tertinggi (HHWL) dan muka air rendah terendah (LLWL) masing-masing adalah 132 cm, 259 cm dan 5 cm. Karakteristik pasang surut di Kecamatan Kraksaan berdasarkan nilai Formzahl 1,28 adalah campuran condong ke harian ganda. Berikut ini merupakan nilai komponen pasang surut hasil pengolahan dengan metode Admiralty dan grafik pasang surut selama 15 hari :

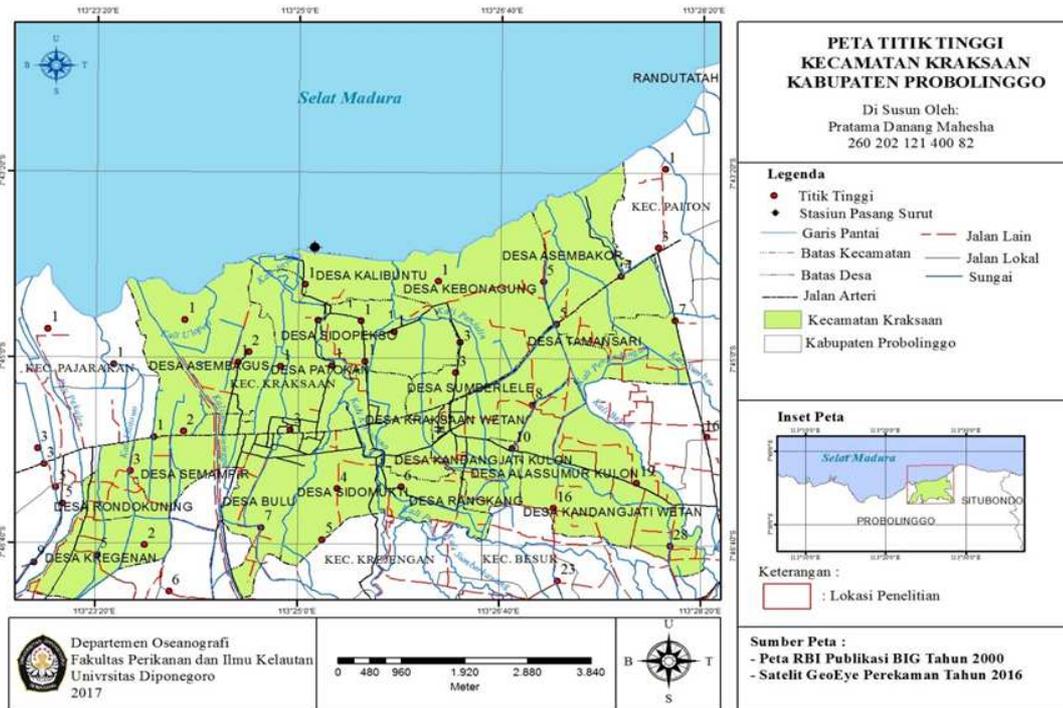
Tabel 1. Nilai komponen Harmonik Pasang Surut Hasil Pengolahan Amiralty di Kecamatan Kraksaan, Kabupaten Probolinggo

S <sub>0</sub>	M <sub>2</sub>	S <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>	K <sub>1</sub>	O <sub>1</sub>	M <sub>4</sub>	MS <sub>4</sub>	K <sub>2</sub>	P <sub>1</sub>
131.98	34.23	21.62	8.67	48.38	23.28	18.87	2.47	4.97	16
-	165	356	89	130	58	335	163	355	356

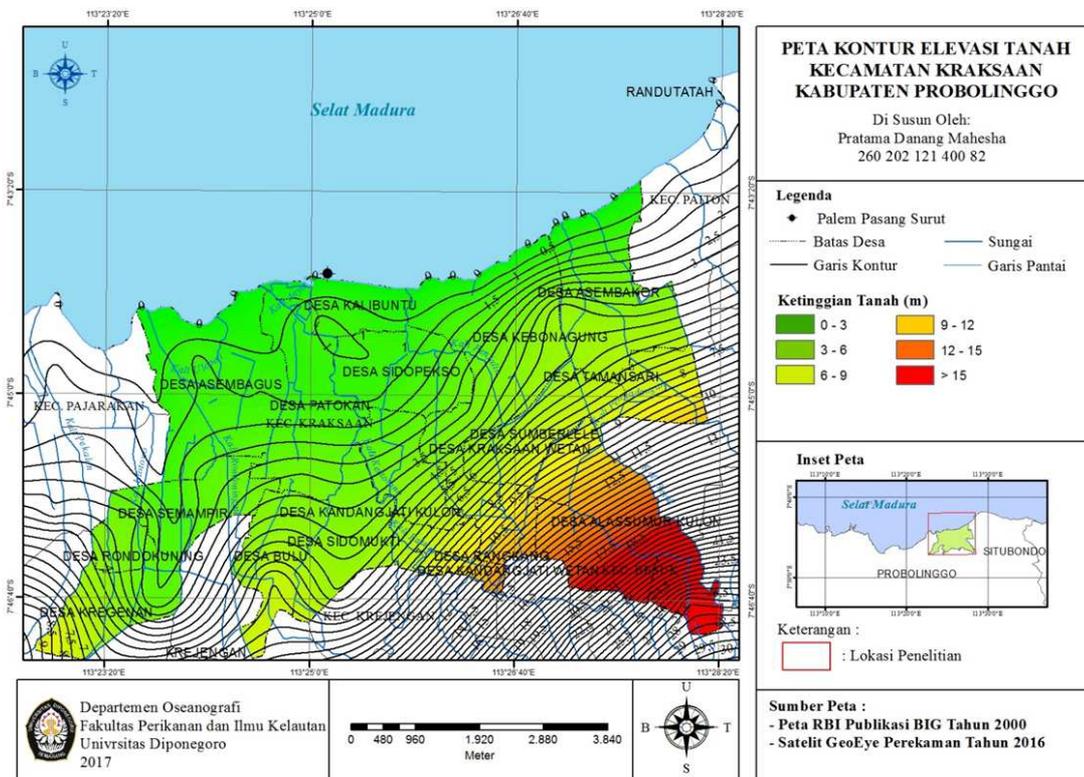


Gambar 1. Grafik Pasang Surut Perairan Kraksaan 15-30 Oktober 2016.

DEM yang dibuat berdasarkan metode interpolasi *Topo to Raster* terhadap titik ketinggian wilayah penelitian dengan perangkat lunak ArcMap 10.2 yang didapat dari data titik tinggi peta RBI. Model spasial genangan banjir pasang dibuat dengan menggunakan modul *Raster Calculator* yang terdapat pada ArcMap 10.2 dan menjadikan DEM dan elevasi muka air sebagai masukan. Titik Tinggi pets RBI, keadaan topografi lokasi penelitian dan model genangan banjir pasang ditunjukkan oleh Gambar berikut :



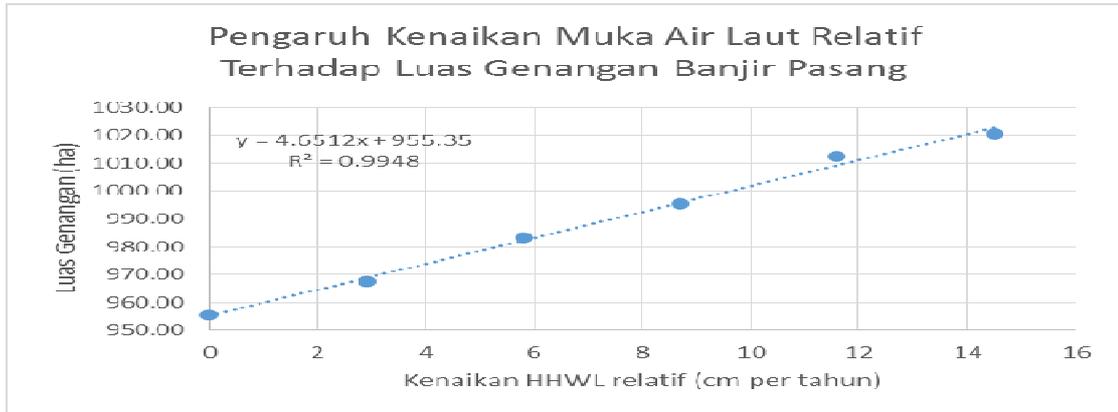
Gambar 2. Peta Titik Tinggi Kecamatan Kraksaan BERdasarkan RBI



Gambar 3. Peta Kontur Elevasi Kecamatan Kraksaan

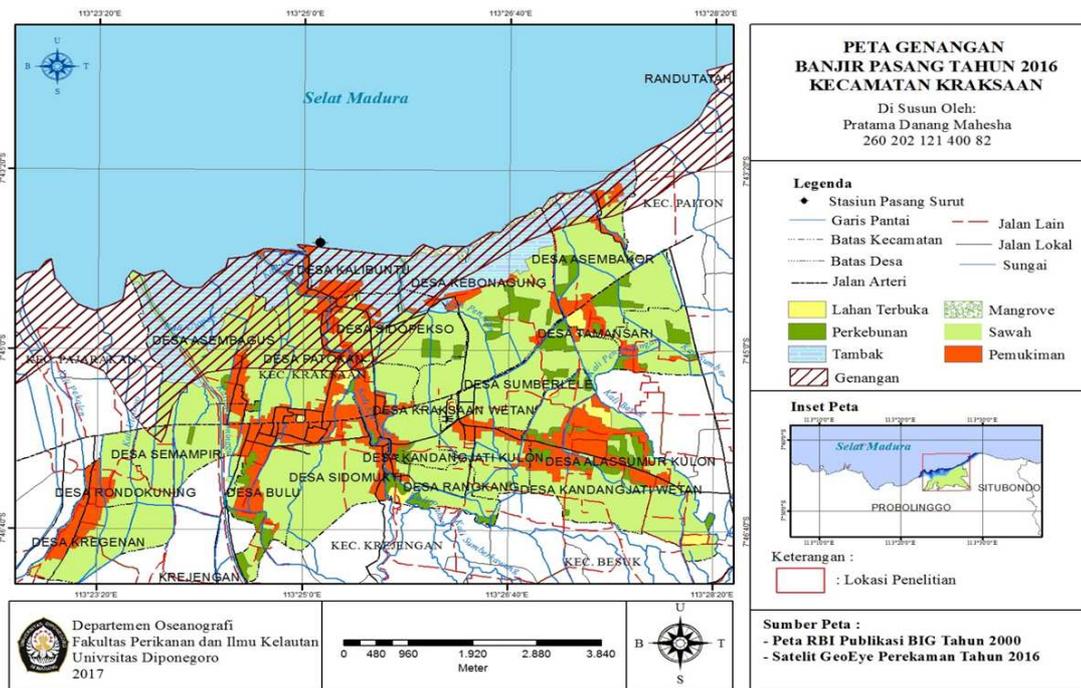
Model genangan banjir pasang dibuat berdasarkan laju kenaikan HHWL yang didapat dari hasil pengolahan data sebesar 2.9 cm per tahun sehingga menghasilkan peningkatan luas genangan banjir pasang tiap tahunnya. Grafik regresi linier gambar 7 menggambarkan seberapa besar pengaruh variabel bebas dan variabel terikatnya. Grafik menunjukan nilai  $Y = 4.6512x +$

955.35 dan  $R^2 = 0.9948$ , dimana Y merupakan luas genangan banjir pasang, X adalah kenaikan HHWL.

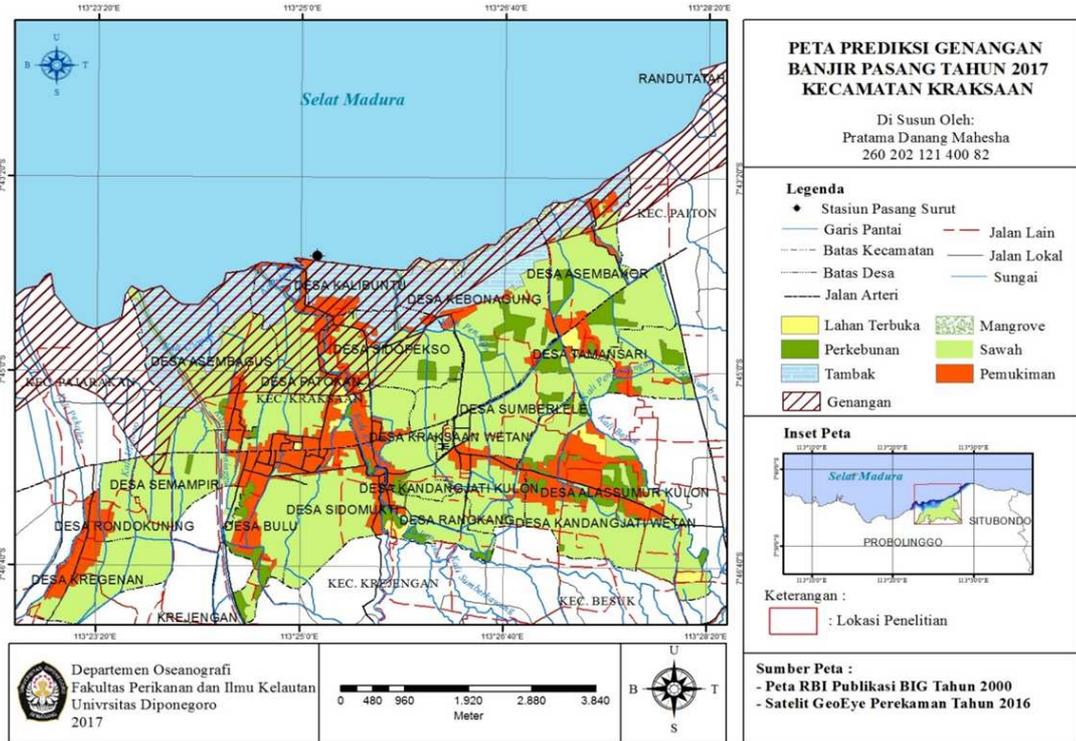


Gambar 3, Grafik Pengaruh Kenaikan muka Air Relatif Terhadap Luas Genangan Banjir Pasang.

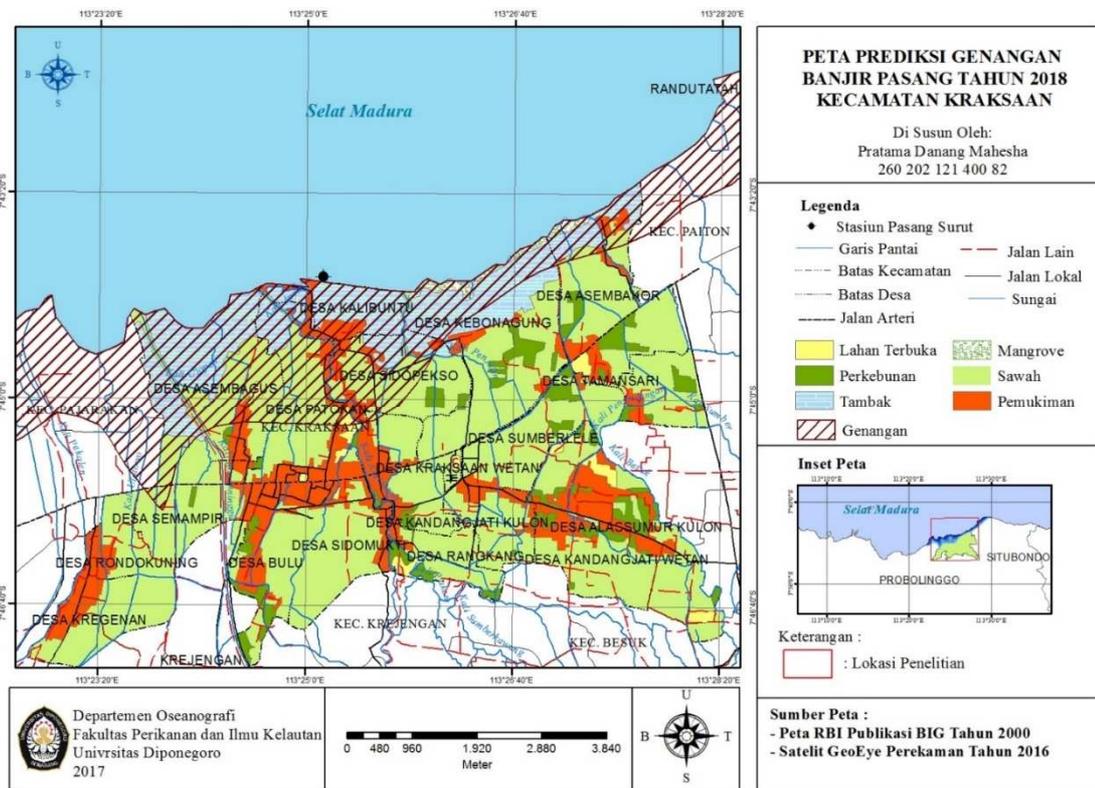
Genangan banjir pasang Kecamatan Kraksaan tahun 2016 dan prediksi genangan banjir pasang di buat dalam bentuk peta untuk mempermudah interpretasi data. Luas genangan tahun 2021 lebih besar di banding luas genangan tahun 2016 karena luas genangan akan bertambah seiring bertambahnya waktu. Peta genangan banjir pasang di tampilkan dalam gambar 4-9,



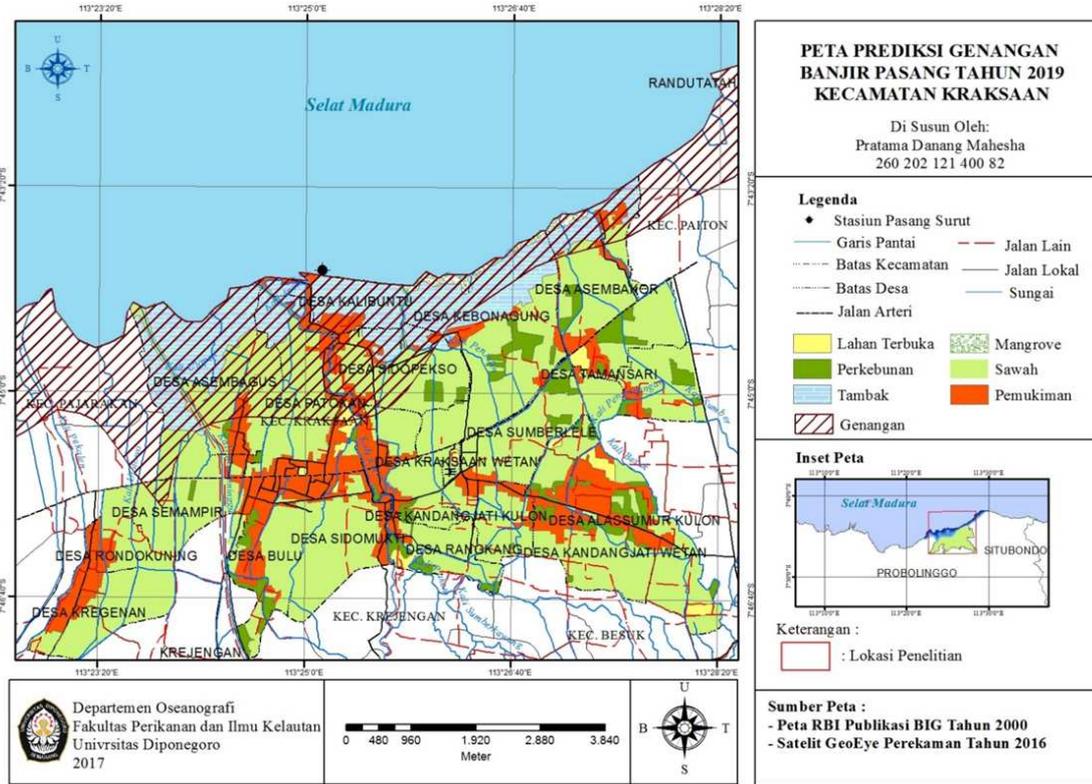
Gambar 4, Peta Genangan Banjir Pasang Kecamatan Kraksaan Tahun 2016



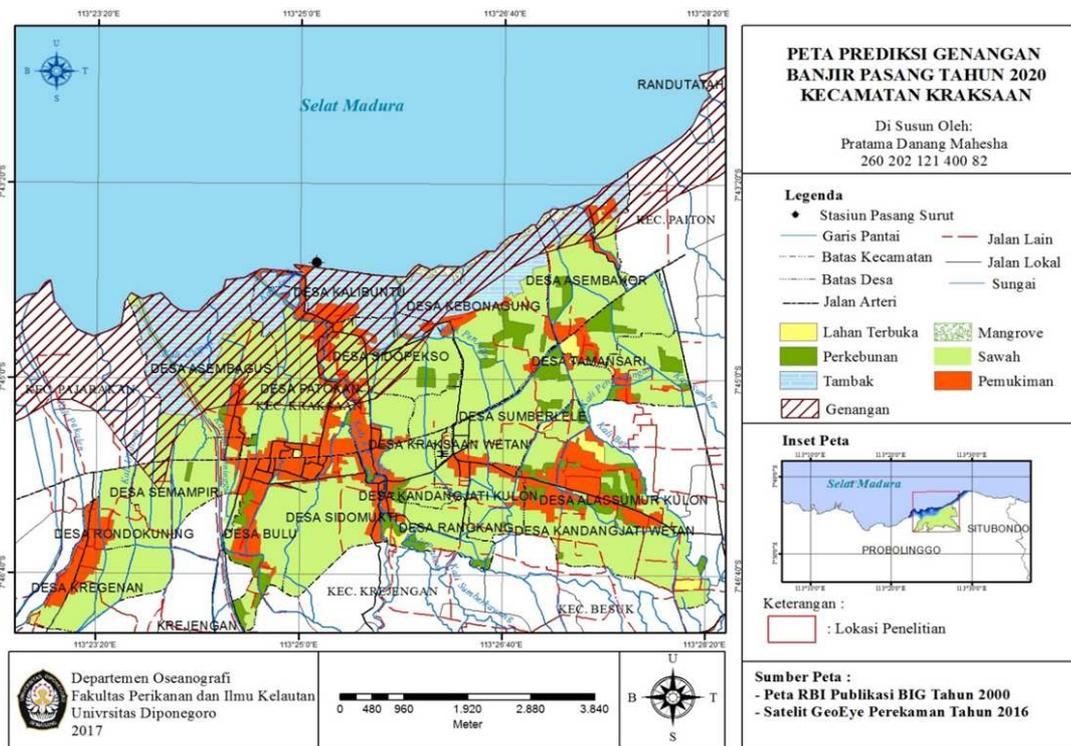
Gambar 5, Peta Genangan Banjir Pasang Kecamatan Kraksaan Tahun 2017



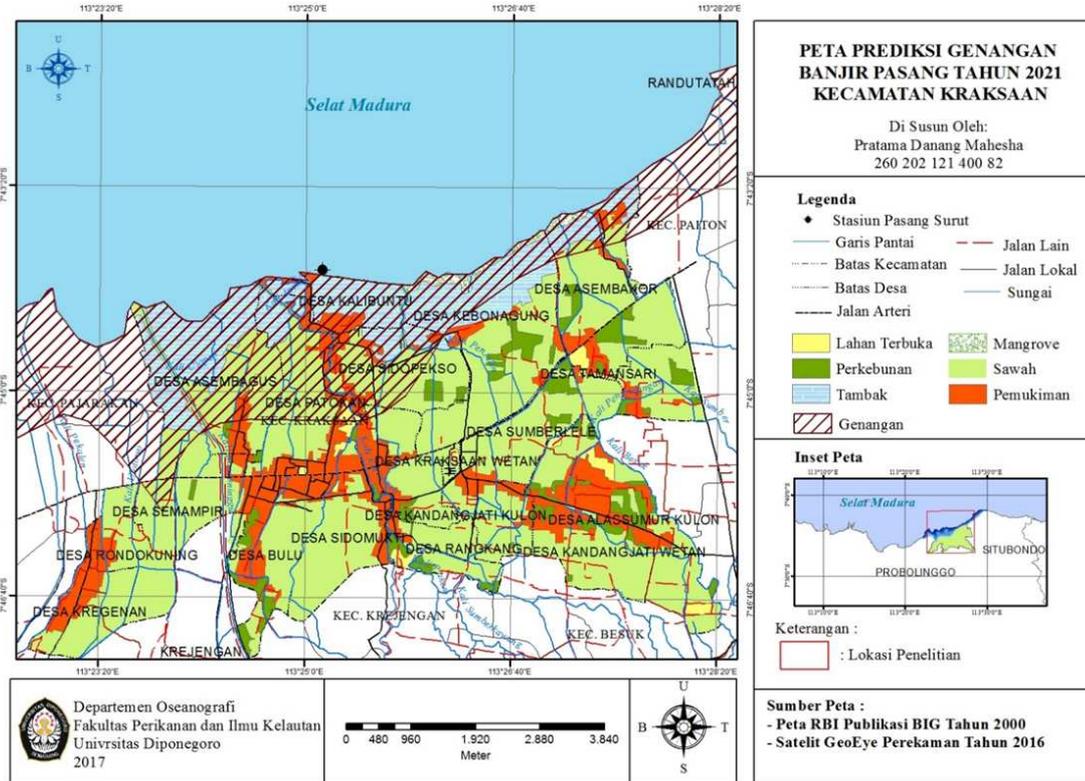
Gambar 6, Peta Genangan Banjir Pasang Kecamatan Kraksaan Tahun 2018



Gambar 7, Peta Genangan Banjir Pasang Kecamatan Kraksaan Tahun 2019



Gambar 8, Peta Genangan Banjir Pasang Kecamatan Kraksaan Tahun 2020



Gambar 9, Peta Genangan Banjir Pasang Kecamatan Kraksaan Tahun 2021

Hasil model menunjukkan desa yang mengalami banjir pasang adalah Desa Asembagus, Desa Patokan, Desa Kalibuntu, Desa Sidopekso, Desa Semampir, Desa Kraksaan Wetan, Desa Kebonagung dan Desa Asembakor. Desa-desanya tersebut mengalami banjir pasang karena letaknya berada di tepi laut dan memiliki ketinggian tanah rendah. Lahan yang tergenang akibat banjir pasang adalah mangrove, tambak, sawah, lahan terbuka dan pemukiman. Tabel luas penggunaan lahan yang tergenang pada tahun 2016 dan prediksi tahun 2017 – 2021 akan disajikan pada table 2 dan 3.

Tabel 2. Penggunaan Lahan Tergenang Tahun 2016

No	Penggunaan Lahan	Genangan (ha)
1	Mangrove	38,48
2	Tambak	496,80
3	Sawah	311,12
4	Lahan Terbuka	7,01
5	Pemukiman	101,97
6	Kebun	-
	<b>Jumlah</b>	<b>955,38</b>

Tabel 3. Prediksi Penggunaan Lahan yang Tergenang pada Tahun 2017-2018

Luas Genangan Banjir Pasang Tahun ke- (ha)						
No	Penggunaan Lahan	2017	2018	2019	2020	2021
1	Mangrove	38.48	38.48	38.48	38.48	38.48
2	Tambak	499.40	501.28	503.52	505.86	508.25
3	Sawah	319.12	330.78	338.73	351.01	356.18
4	Lahan Terbuka	7.44	8.09	8.49	9.11	9.17
5	Pemukiman	103.14	104.69	106.02	107.83	108.35
6	Kebun	-	-	-	0.005	0.17
	<b>Total</b>	<b>967.58</b>	<b>983.32</b>	<b>995.24</b>	<b>1012.29</b>	<b>1020.60</b>

## Pembahasan

Menurut Oktavia (2011) tipe pasang surut dapat ditentukan oleh perbandingan antara amplitudo unsur-unsur pasut tunggal utama dan amplitudo unsur-unsur pasang surut ganda utama. Hasil pengolahan data pasang surut menggunakan metode admiralty, didapat nilai formzalh sebesar 1.28. Nilai tersebut menunjukkan bahwa tipe pasang surut di perairan Kraksaan, Kabupaten Probolinggo bertipe campuran condong harian ganda yang memiliki karakteristik dalam sehari terjadi dua kali pasang dan dua kali surut tetapi periode dan tingginya berbeda.

Berdasarkan hasil DEM Kecamatan Kraksaan menunjukkan bahwa beberapa daerah di tepi pantai utara Jawa memiliki elevasi yang rendah berkisar antara 0–3 m dan betopografi datar. Kecamatan Kraksaan memiliki 6 desa yang memiliki elevasi antara 0–3 m dan empat desa diantaranya berada di tepi pantai yang berisiko mengalami banjir pasang pada saat laut pasang. Hasil perhitungan tools slope pada ArcGis 10.2 Kecamatan Kraksaan memiliki derajat kemiringan sebesar 0.002–0.7 %. Hasil tersebut tidak berbeda jauh dari data pemerintahan kabupaten Probolinggo yang memiliki kelerengan 0-2 %. Menurut Syafri *et al* (2015) nilai kemiringan tanah tersebut termasuk ke dalam kategori datar. Menurut Diposaptono (2009) parameter yang memengaruhi banjir pasang adalah ketinggian tanah yang rendah dan landai, sehingga elevasi tanah lebih rendah dari muka laut ketika pasang maka daerah yang memiliki elevasi rendah dan landai akan tergenang.

Model genangan banjir pasang di Kecamatan Kraksaan, Kabupaten Probolinggo dibuat dengan menggunakan nilai selisih antara nilai MSL dan HHWL, sehingga daerah yang tergenang banjir pasang merupakan daerah yang memiliki elevasi lebih rendah dari nilai MSL-HHWL. Menurut Badan Standarisasi Nasional (BSN) (2010), datum vertikal yang digunakan peta Rupa Bumi Indonesia adalah muka air laut rerata, Jika nilai MSL mewakili daratan, maka daerah yang memiliki ketinggian lebih rendah dari selisih nilai antara HHWL dan MSL akan tergenang oleh banjir pasang.

Luas Genangan banjir pasang yang menggenangi daratan dibuat menggunakan pendekatan sistem informasi geografis untuk membuat peta luas genangan banjir pasang di Kecamatan Kraksaan tahun 2016 dan prediksi untuk tahun 2017–2021 dengan tools yang terdapat pada software arcgis 10.2 yaitu *raster calculator* dengan input DEM Kraksaan dan selisih nilai MSL dan HHWL sebagai inputannya sehingga genangan yang terjadi hanya berdasarkan elevasi daratan yang lebih rendah dari elevasi air tanpa memperhatikan faktor-faktor lain.

Luas genangan banjir pasang di Kraksaan tahun 2016 sebesar 955.38 ha. Banjir pasang, mengakibatkan kerugian materi karena banyak lahan lahan untuk usaha seperti tambak dan sawah yang rusak akibat banjir pasang. Lahan usaha yang paling luas tergenang adalah tambak karena letaknya berada di tepi pantai yaitu sebesar 496.80 ha, hal ini menyebabkan petani tambak merugi akibat gagal panen karena benih ikan terseret oleh banjir pasang. Banjir pasang juga menggenangi sawah seluas 311.12 ha mengakibatkan rusaknya komoditas yang ditanam karena masuknya air asin kedalam lahan pertanian yang dapat menyebabkan menurunnya kualitas tanah dan gagal panen, Banjir pasang yang memasuki pemukiman juga menyebabkan rusaknya barang barang elektronik yang terendam, Banjir pasang yang masuk ke pemukiman dapat menyebabkan masyarakat pesisir kekurangan air bersih karena air tawar yang ada terkontaminasi air laut menyebabkan air tawar menjadi payau. Sumur di wilayah pemukiman yang terkena banjir pasang memiliki air yang lebih payau atau terasa lebih asin daripada sumur yang tidak terkena banjir pasang (Effendi, 2003). Banjir pasang menggenangi lahan terbuka seluas 7.01 ha dan hutan mangrove seluas 38.48 ha. Lokasi yang berbatasan langsung dengan pantai merupakan daerah yang paling parah di terjang banjir pasang,. Menurut Subardjo (2004) area genangan banjir pasang pada saat air laut mengalami pasang tertinggi akan meningkat dan meluas ke darataan sesuai dengan elevasi muka tanah atau morfologinya dan distribusinya akan menyesuaikan.

Luas wilayah yang tergenang oleh banjir rob yang terjadi di Kecamatan Kraksaan, Kabupaten Probolinggo diprediksikan akan terus meningkat akibat laju kenaikan muka air laut tinggi tertinggi sebesar 2,9 cm/tahun. Prediksi banjir rob di Kecamatan Kraksaan, Kabupaten Probolinggo tahun 2017 akan menggenangi lahan seluas 967.58 ha. Wilayah tambak dan sawah yang tergenang banjir rob masing-masing menjadi 499,40 ha dan 319.12, sementara pada

wilayah pemukiman penduduk dan lahan terbuka tergenang masing-masing seluas 103.14 ha dan 7.44 ha. Tahun 2018 lahan yang tergenang akibat banjir menjadi seluas 983.32 ha. Banjir pasang menggenangi lahan tambak, pemukiman penduduk, sawah dan lahan terbuka masing-masing seluas 501.28 ha, 104.69 ha, 330.78 ha dan 8.09 ha. Tahun 2019 banjir pasang meluas menjadi 995.24 ha. Lahan tambak tergenang seluas 503.52 ha, pemukiman penduduk tergenang seluas 106.02 ha, sawah seluas 338.73 dan lahan terbuka tergenang seluas 8.49 ha. Tahun 2020 luas lahan yang tergenang oleh banjir pasang bertambah menjadi 1012.30 ha. Lahan tambak dan sawah yang tergenang oleh banjir pasang meluas menjadi 505.86 ha dan 351.01 ha. Perkebunan yang tidak tergenang banjir pasang menjadi tergenang seluas 0.05 ha, sementara untuk pemukiman penduduk dan lahan terbuka masing-masing tergenang banjir pasang seluas 107.83 ha dan 9.11 ha. Tahun 2021 banjir pasang meluas menjadi 1020.6 ha. Lahan tambak tergenang seluas 508.25 ha, pemukiman penduduk tergenang seluas 108.35 ha, sawah seluas 356.18, kebun seluas 0.17 ha dan lahan terbuka tergenang seluas 9.17 ha.

#### **SIMPULAN**

Luas genangan banjir pasang di Kecamatan Kraksaan, Kabupaten Probolinggo pada tahun 2016 sebesar 955,38 ha dengan rincian lahan tambak tergenang seluas 496,80 ha, hutan mangrove tergenang seluas 38,48 ha, pemukiman penduduk tergenang seluas 101,97 ha, dan lahan terbuka tergenang seluas 7,01 ha. Sedangkan prediksi luas genangan banjir pasang tahun 2017 total sebesar 967,58 ha, tahun 2018 sebesar 983,32 ha, tahun 2019 sebesar 995,25 ha, tahun 2020 sebesar 1012,29 ha, dan tahun 2021 sebesar 1021,60 ha.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

- Badan Standarisasi Nasional (BSN). 2010. Spesifikasi Penyajian Peta Rupabumi – Bagian 2: Skala 1 : 25.000. BSN. Jakarta. 41 hlm.
- Diposaptono, *et al.* 2009. Menyiasati Perubahan Iklim di Wilayah Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil. Bogor: Buku Ilmiah Populer.
- Easterling, D.R., *et al.* 2006. Climate Extremes, Observation, Modelling and impact. Science 289: 2068-2074 hlm.
- Effendi, H. 2003. Telaah Kualitas Air bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan. Cetakan Kelima. Yogyakarta : Kanisius.
- Gumilar, I., *et al.* 2009. Studi Potensi Kerugian Ekonomi (Economic Losses) Akibat Penurunan Muka Tanah. Prosiding Seminar Nasional FIT ISI 2009. Teknik Geodesi UNDIP. Semarang.
- Kobayashi, H. 2003. Vulnerability assessment and adaptation strategy to sea-level rise in Indonesian coastal urban areas. National Institute for Land and Infrastructure Management. Japan.
- Nugroho, S. H. 2012. Mitigasi Dampak Kenaikan Muka Laut di Pantai Alam Indah Kota Tegal Jawa Tengah melalui Pendekatan Geomorfologi. Jurnal Lingkungan dan Bencana Geologi. 3 (1): 31-40
- Oktavia, R., I.P. John, P. Manurung. 2011. Variasi Muka Laut Dan Arus Geostrofik Permukaan Perairan Selat Sunda Berdasarkan Data Pasut dan Angin Tahun 2008. J. Ilmu Kel. Tropis. 3(2):127-152.
- Subardjo, P. 2004. Studi Morfologi Guna Pemetaan Rob di Pesisir Sayung, Kabupaten Demak, Jawa Tengah. PS Ilmu Kelautan, FPIK Universitas Diponegoro. Semarang.
- Syafri, S. H; S. Tilaar; R. L .E. Sela. 2015. Identifikasi Kemiringan Lereng di Kawasan Permukiman di Kota Manado Berbasis SIG. Jurnal Perencanaan Wilayah dan Kota. 1 (1): 70-79 hlm.
- Wahyudi. 2007. Tingkat Pengaruh Elevasi Pasang Laut Terhadap Banjir dan Rob di Kawasan Kaligawe Semarang. Dalam Riptek Vol.1 No.1, November 2007. 27-34 hlm.