



Pemetaan dan Analisis Kerugian Daerah Terdampak Banjir Rob di Kecamatan Kraksaan, Probolinggo

Bambang Semedi^a✉, Arief Rachmansyah^b, Marjono^c, Bagyo Yanuwiadi^d, Aminudin Afandhi^e, Gerardus David Ady Purnama Bayuaji^a, Nova Dewi Safitri Syam's^a, Novia Fara Diza^a, Ni Luh Eka Savitri^f, Viona Faiqoh Hikmawati^f

^a Departemen Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan dan Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya, Indonesia

^b Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya, Indonesia

^c Departemen Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Brawijaya, Indonesia

^d Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Brawijaya, Indonesia

^e Departemen Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya, Indonesia

^f Sekolah Pascasarjana, Universitas Brawijaya, Indonesia

Info Artikel

Sejarah Artikel:

Diterima 03-03-2023

Disetujui 02-07-2023

Dipublikasikan 25-08-2023

Keywords:

Pemetaan, Banjir Rob, Kerugian, Kraksaan.

Abstrak

Pemukiman di wilayah pesisir Kecamatan Kraksaan, Probolinggo berbatasan langsung dengan Selat Madura dan berpotensi tinggi terdampak banjir rob karena pasang tinggi tertinggi menyebabkan sungai meluap. Penelitian ini bertujuan untuk: (1) mengetahui ketinggian genangan banjir rob dan luas area tergenang banjir rob, (2) mengetahui dampak genangan banjir rob terhadap kerusakan bangunan, (3) mengetahui estimasi kerugian bangunan akibat banjir rob. Pemetaan genangan banjir rob menggunakan metode Hloss memanfaatkan data DEM, data citra Sentinel-2A, dan data pasang surut. Perhitungan estimasi kerugian bangunan menggunakan metode *Damage and Loss Assessment* (DaLA). Hasil penelitian menunjukkan bahwa tinggi genangan banjir rob tahun 2021 adalah 2,33 meter dengan kategori bahaya rendah seluas 17,55 ha, kategori bahaya sedang seluas 15,33 ha, kategori bahaya tinggi seluas 12,49 ha. Bangunan terdampak genangan banjir rob pada tahun 2021 kategori bahaya rendah sebanyak 794 unit, kategori bahaya sedang sebanyak 400 unit, kategori bahaya tinggi sebanyak 538 unit, dan total 1732 unit yang mengalami rusak ringan. Kerugian bangunan rumah permanen adalah Rp9.886.758.206, kerugian bangunan perdagangan dan jasa adalah Rp9.688.495.305, kerugian bangunan industri dan gudang Rp16.866.202.723, kerugian bangunan tempat ibadah adalah Rp121.355.451, dan kerugian bangunan kantor pemerintah adalah Rp227.541.470. Total kerugian bangunan terdampak genangan banjir rob di Kecamatan Kraksaan pada tahun 2021 adalah Rp36.790.353.155.

Abstract

Kraksaan District is located in Probolinggo Regency, which have a high potential to be affected by tidal floods due to the highest high tides cause rivers to overflow. This study aimed to 1) knowing the height of the tidal flood inundation and the area of the tidal flood inundated, (2) determine the impact of tidal flood inundation on building damage, (3) determine the estimated loss of buildings due to tidal flooding. Mapping the tidal flood inundation using the Hloss method utilizes DEM data, Sentinel-2A imagery data, and tidal data. Calculation of estimated building losses using the Damage and Loss Assessment (DaLA) method. The results showed that the tidal flood inundation height in 2021 was 2.33 meters with low, medium and high hazard category are 17.55 ha, 15.33 ha and 12.49 ha, respectively. The buildings affected by the tidal flood in 2021 with the low, medium,

and high hazard category are 794 units, 400 units, and 538 units respectively, with 1,732 units in total that suffered minor damage. Building losses in residential building is Rp.9,886,758,206, commercial building is Rp.9,688,495,305, industrial building and warehouse is Rp.16,866,202,723, worship building is Rp.121,355,451, and government office building is Rp.227,541,470. The total loss of buildings affected by tidal flooding in Kraksaan District in 2021 is Rp36,790,353,155.

© 2023 Universitas Negeri Semarang

✉ Alamat korespondensi:

Departemen Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan dan Kelautan,
Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya,
Indonesia

ISSN 2252-6285

PENDAHULUAN

Pemanasan global merupakan dampak tidak seimbang ekosistem di bumi karena peningkatan suhu permukaan bumi. Suhu permukaan bumi yang meningkat menyebabkan pencairan es di kutub sehingga mengakibatkan kenaikan muka air laut (Nurdiantoro dan Arsandrie, 2020). *Intergovernmental Panel on Climate* (IPCC) menyatakan bahwa kenaikan muka air laut di dunia pada tahun 2100 akan bertambah 18-59 cm. Kenaikan muka air laut berkisar antara 0,21-0,68 cm/tahun atau dengan rata-rata 0,44 cm/tahun. Kenaikan muka air laut mengakibatkan wilayah pesisir rentan terdampak bencana (Cahyadi *et al.*, 2017).

Pesisir merupakan perbatasan antara daratan dan laut, batas daratan meliputi wilayah tergenang air maupun tidak tergenang air dipengaruhi oleh proses pasang surut. Wilayah pesisir adalah wilayah yang sangat padat penduduk, di Indonesia sebanyak 60% penduduk hidup di wilayah pesisir (Mustika, 2017). Salah satu bencana yang terjadi di wilayah pesisir adalah banjir rob (Cahyadi *et al.*, 2017).

Banjir rob menggambarkan fenomena alam dimana masuknya air laut sampai daerah daratan saat permukaan air laut mengalami pasang (Wahyudi, 2007). Faktor penyebab terjadinya banjir rob yaitu pasang air laut dan kondisi topografi yang rendah (Hidayatullah *et al.*, 2016). Banjir rob terjadi akibat pergerakan air laut ke daratan saat air laut pasang, menyebabkan air laut masuk melalui sungai dan meluap, sehingga menggenangi kawasan permukiman (Mahesha *et al.*, 2017). Bencana banjir rob yang

menggenangi permukiman memberikan dampak negatif seperti mengganggu aktivitas mata pencaharian penduduk, meurunkan kondisi kesehatan masyarakat, serta merusak bangunan dengan tingkat kerugian cukup tinggi (Ramadhan *et al.*, 2019). Mengacu pada penelitian Oktavia, *et al.* (2012), banjir rob mengakibatkan bangunan lapuk, miring, retak, tenggelam tanah urugan, drainase tidak lancar, hingga intrusi air laut.

Salah satu kawasan yang sering terdampak banjir rob dan memberikan kerugian bangunan cukup tinggi adalah pesisir Kabupaten Probolinggo (Budiman dan Supriadi, 2019). Kabupaten Probolinggo terletak di Provinsi Jawa Timur, secara geografis terletak pada 7°40'LS - 8°10'LS dan 112°50'BT - 113°30'BT memiliki luas wilayah mencapai 1696,16 km². Bagian utara Kabupaten Probolinggo terdiri dari topografi dataran rendah. Tercatat puluhan bangunan di Desa Kalibuntu terdampak genangan banjir rob (Budiman dan Supriadi, 2019). Desa Kalibuntu adalah desa di Kecamatan Kraksaan yang memiliki tingkat kerentanan tertinggi terhadap genangan banjir rob (Riberu *et al.*, 2018).

Intensitas terjadinya banjir rob di Kabupaten Probolinggo yang cukup tinggi tentu memerlukan kajian tentang seberapa besar tingkat kerusakan dan kerugian akibat bencana banjir rob. Menurut Laapo, *et al.* (2020), perhitungan dampak kerusakan dan kerugian bangunan penting dilakukan sebelum dan sesudah terjadinya bencana karena bermanfaat untuk menentukan kebijakan perencanaan di wilayah pesisir. Menurut Lapoo, *et al.* (2020), menyatakan kembali perhitungan dampak bencana banjir rob untuk mengetahui estimasi

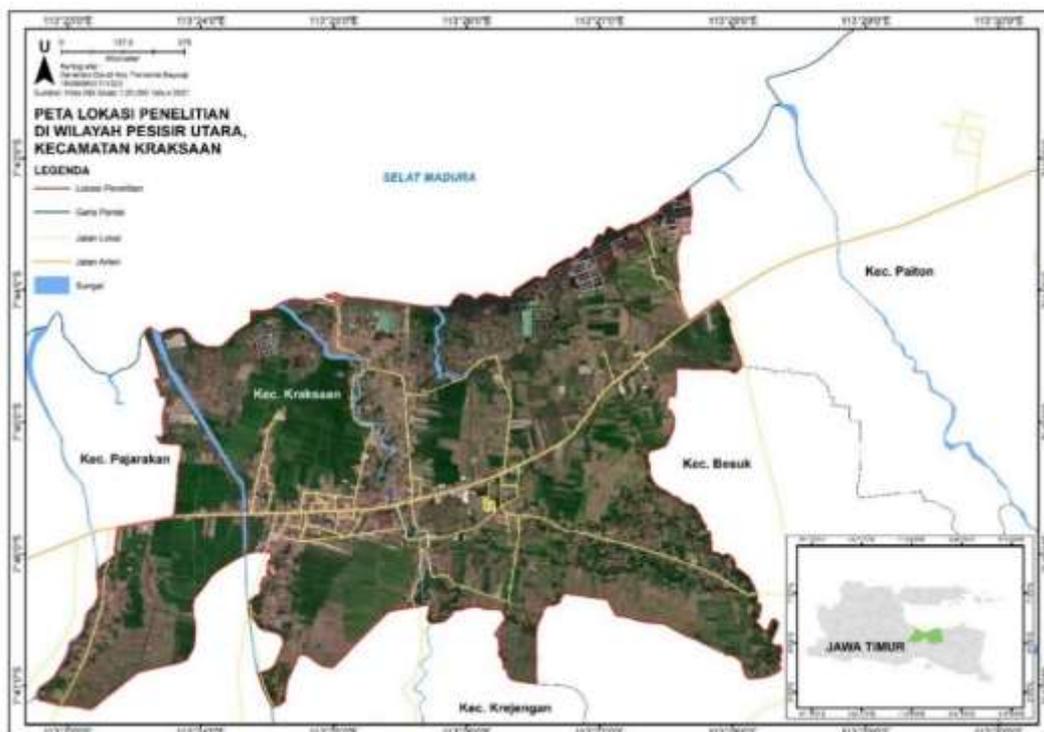
kerugian bangunan di suatu wilayah pesisir umumnya dilakukan setelah bencana terjadi.

Berdasarkan fenomena dan fakta yang terjadi, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui estimasi kerugian bangunan akibat genangan banjir rob pada tahun 2021. Penelitian ini dimaksudkan sebagai dasar yang dapat dikonsultasikan dalam pertimbangan kebijakan perencanaan tata ruang wilayah pesisir berbasis mitigasi bencana guna menentukan upaya yang tepat untuk mengatasi kerugian bangunan akibat genangan banjir rob.

METODE PENELITIAN

Area Penelitian

Kecamatan Kraksaan memiliki dua sungai yaitu sungai Rondoningo dan sungai Kertosono. Sungai Rondoningo berada pada bagian barat melalui desa Asembagus. Sungai Kertosono berada pada bagian tengah kota melalui desa Kalibuntu (Gambar 1).



Gambar 1. Area Penelitian

Bahan Penelitian

Data sekunder pada penelitian ini menggunakan *Digital Elevation Model* (DEM). DEM diperoleh dengan cara mengunduh dari laman <https://tanahair.indonesia.go.id/portal-web> milik Badan Informasi Geospasial (BIG). Citra sentinel 2A diperoleh melalui *platform Google Earth Engine* (GEE) dengan laman <https://code.earthengine.google.com/> menggunakan bahasa pemrograman JavaScript. Persil bangunan diperoleh dengan cara melakukan digitasi *on-screen* pada citra Google Earth Pro Tahun 2021. Pasang surut diperoleh

dari BIG dengan titik pengamatan di stasiun perairan Surabaya. Rencana Anggaran Biaya (RAB) bangunan diperoleh melalui penelitian yang dilakukan Sesunan (2014), dan administrasi Kabupaten Probolinggo diperoleh dengan cara mengunduh melalui laman milik BIG.

Alur Penelitian

Penelitian ini terdiri dari tiga tahap yaitu tahap *input*, tahap proses dan tahap *output*. Tahap input melakukan pengumpulan data yang digunakan pada penelitian. Tahap proses melakukan pengolahan data kemiringan lereng,

koefisien kekasaran permukaan, tinggi genangan banjir rob, dan luas bangunan terdampak genangan banjir rob. Tahap output melakukan identifikasi kerusakan bangunan dan menghitung estimasi kerugian bangunan.

Genangan Banjir Rob

Perhitungan genangan banjir rob dimulai dengan melakukan pengolahan data parameter kemiringan lereng, koefisien kekasaran permukaan, tinggi genangan banjir rob. Tahap selanjutnya yaitu melakukan perhitungan genangan banjir rob menggunakan metode Hloss. Hasil perhitungan metode Hloss akan menghasilkan data penurunan tinggi genangan banjir rob berupa data raster.

$$Hloss = (167n^2 / H0^{1/3}) + 5 \sin S \quad (1)$$

Keterangan:

- Hloss : Penurunan ketinggian genangan per satu meter dari jarak inundasi
- n : Koefisien kekasaran permukaan
- H0 : Ketinggian air pada garis pantai (meter)
- S : Kemiringan lereng (derajat)

Pengolahan data kemiringan lereng menggunakan data DEMNAS. Hasil data DEMNAS dengan lokasi dan nilai value yang sesuai akan dilakukan proses analisis kemiringan lereng menggunakan *tool slope*. Tahap selanjutnya adalah melakukan klasifikasi kemiringan lereng menggunakan *tool reclassify* (Tabel 1).

Tabel 1. Klasifikasi Kemiringan Lereng

Kemiringan Lereng (%)	Kelas
0 – 2	Datar
2 – 6	Agak Landai
6 – 13	Landai
13 – 20	Agak Curam
>20	Curam

Sumber: Sambah *et al.*, (2018)

Koefisien kekasaran permukaan diperoleh menggunakan data penutupan lahan. Pengolahan data penutupan lahan menggunakan data citra Sentinel 2A dilakukan pada platform GEE. Pengolahan data pada platform Google Earth Engine (GEE) menggunakan bahasa

pemrograman JavaScript <https://code.earthengine.google.com/46cfc1f19ec80696f5604a7773625350>. Tahap untuk menentukan nilai koefisien kekasaran permukaan yaitu menambahkan tabel “koefisien” pada *attribute table* data penutupan lahan menggunakan tipe double berfungsi untuk menentukan fungsi berupa angka. Tahap selanjutnya yaitu menentukan nilai koefisien kekasaran permukaan tanah pada masing-masing jenis penutupan lahan.

Tabel 2. Koefisien Kekasaran Permukaan

Jenis Tutupan Lahan	Koefisien Kekasaran Permukaan
Badan air	0,007
Belukar	0,04
Hutan	0,07
Perkebunan	0,035
Tanah kosong	0,015
Lahan Pertanian	0,025
Bangunan	0,045
Mangrove	0,025
Tambak	0,01

Sumber: Hanif *et al.*, (2021)

Tinggi genangan banjir rob menggunakan data pasang surut tahun 2021. Pengolahan data pasang surut dilakukan menggunakan metode Admiralty. Metode Admiralty adalah perhitungan pasang surut yang menghasilkan nilai komponen harmonik (S0, S2, M2, N2, K1, O1, M4, MS4, K2, P1) dan bilangan Formzahl. S0, M2, N2, adalah komponen harmonik pasang surut yang memiliki periode 12 jam. S2, M4, MS4, adalah komponen harmonik pasang surut yang memiliki periode 6 jam. MS4, adalah komponen harmonik pasang surut yang memiliki periode 6 jam. K1 adalah komponen harmonik pasang surut yang memiliki periode 23 jam. O1 adalah adalah komponen harmonik pasang surut yang memiliki periode 25 jam. K2 adalah komponen harmonik pasang surut yang memiliki periode 11 jam. P1 adalah komponen harmonik pasang surut yang memiliki periode 24 jam. Perhitungan *Mean Sea Level (MSL)*, *Highest High Water Level (HHWL)*, *Lowest Low Water Level*

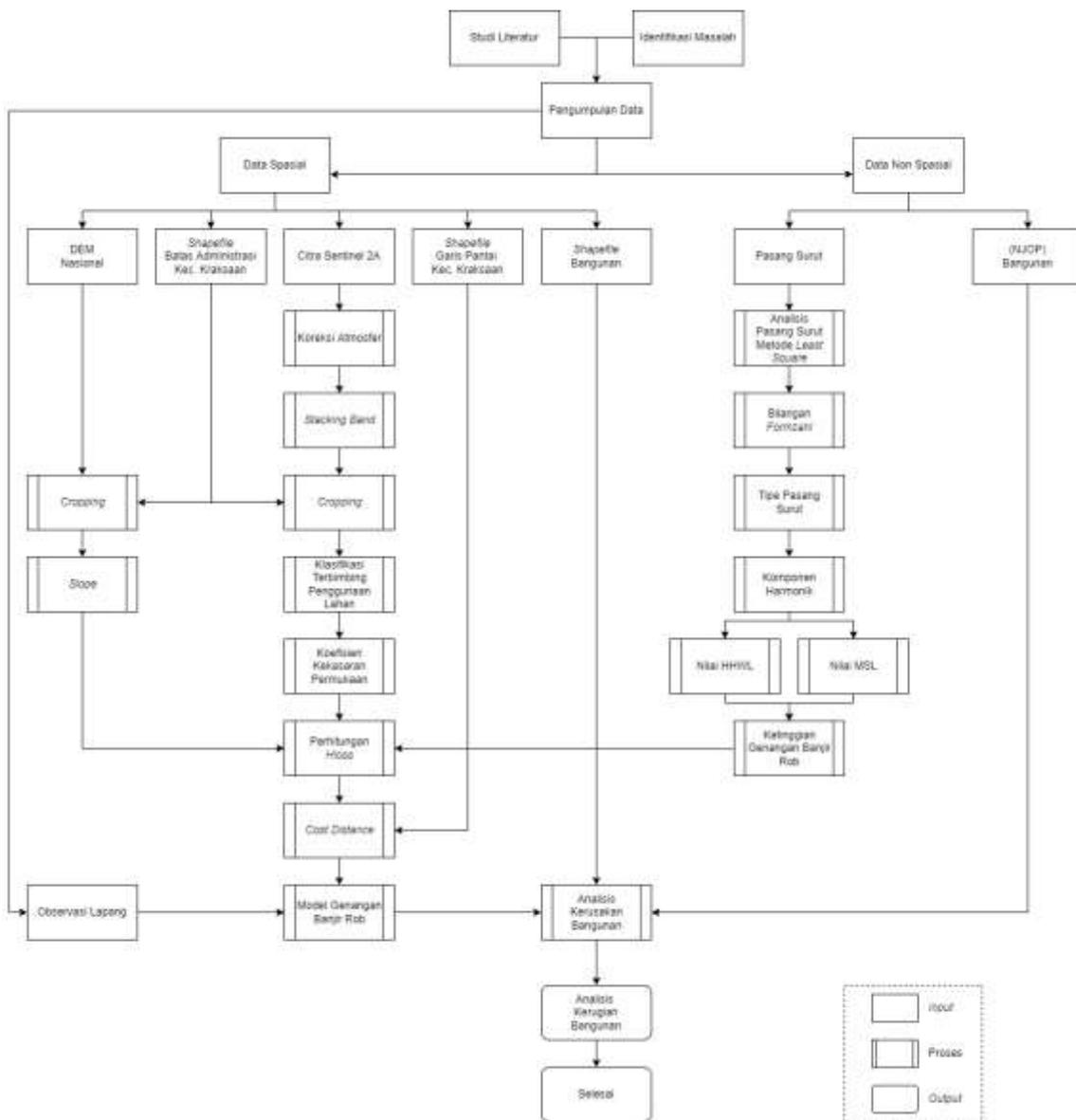
(LLWL) berfungsi untuk mengetahui elevasi pasang surut pada tahun 2021. Nilai HHWL berfungsi sebagai parameter tinggi genangan banjir rob. Koreksi HHWL dilakukan terlebih dahulu sebelum menentukan tinggi genangan banjir rob dengan cara mengurangi nilai HHWL dengan nilai MSL.

$$MSL = S_0 \quad (2)$$

$$HHWL = S_0 + (M_2 + S_2 + K_1 + O_1 + P_1 + K_2) \quad (3)$$

$$LLWL = S_0 (M_2 + S_2 + N_2 + K_2 + K_1 + O_1 + P_1 + M_4 + MS_4) \quad (4)$$

$$F = (K_1 + O_1) / (M_2 + S_2) \quad (5)$$



Gambar 2. Alur Penelitian

Tipe pasang surut ditentukan menggunakan bilangan Formzahl yang diklasifikasikan menjadi 4 kriteria sebagai berikut (Guntara *et al.*, 2017):

$F \leq 0,25$: harian ganda

$0,25 < F \leq 1,50$: campuran condong ke harian ganda

$1,50 < F \leq 3,00$: campuran condong ke harian tunggal

$F > 3,00$: harian tunggal

Luas Genangan Banjir Rob

Pemodelan luas genangan banjir rob menggunakan *tool cost distance* pada perangkat lunak ArcMap 10.8. *Tool cost distance* menggunakan tiga parameter yaitu *vektor polyline* garis pantai, hasil perhitungan Hloss berupa data raster, dan ketinggian genangan banjir rob. Hasil *tool cost distance* berupa pemodelan genangan banjir rob dari garis pantai ke arah daratan berupa data raster. Tahap selanjutnya yaitu melakukan klasifikasi indeks bahaya genangan banjir rob menggunakan *tool reclassify*.

Tabel 3. Indeks Bahaya Genangan Banjir Rob

Ketinggian (m)	Bahaya Rob
0 – 0,50	Rendah
0,50 – 1,00	Sedang
>1,00	Tinggi

Sumber: Arfiana *et al.*, (2016)

Pengujian Akurasi

Penentuan jumlah titik validasi genangan banjir rob menggunakan rumus Slovin, dihitung berdasarkan luas genangan banjir rob dibagi satu kemudian ditambah luas genangan banjir rob selanjutnya dikali persentase kesalahan yaitu 30% dan dibagi dua.

$$N = \frac{N}{N \cdot d^2 + 1} \tag{6}$$

Keterangan:

n : Jumlah anggota sampel

N : Jumlah populasi

d² : Persentase kesalahan 30%

Teknik pengambilan data untuk validasi genangan banjir rob menggunakan teknik *quota sampling*. Validasi genangan banjir rob melakukan wawancara terhadap masyarakat dan kepala desa, terkait tinggi genangan banjir rob tahun 2021, durasi genangan banjir rob, frekuensi genangan banjir rob, penyebab terjadinya genangan banjir rob, dan area yang terdampak genangan banjir rob. Tahap selanjutnya melakukan perhitungan uji akurasi menggunakan perhitungan *confusion matrix* Tabel 4. *Confusion matrix* berfungsi untuk menguji persebaran akurasi masing-masing kelas bahaya genangan banjir rob.

Tabel 4. Perhitungan *Confusion Matrix*

Kelas	Terklasifikasi Positif	Terklasifikasi Negatif
<i>Positive</i>	<i>True positive</i>	<i>False-negative</i>
<i>Negative</i>	<i>False-positive</i>	<i>True negative</i>

Kerusakan Bangunan

Survei kerusakan bangunan menggunakan kriteria kerusakan bangunan (Tabel 5). Kriteria kerusakan bangunan digunakan untuk melengkapkan estimasi penilaian kerusakan bangunan yang tersaji pada (Tabel 6). Kemudian melakukan identifikasi kerusakan bangunan, sehingga memperoleh persentase kerusakan.

Tabel 5. Kriteria Kerusakan Bangunan

Kategori Kerusakan	Kriteria Kerusakan	Uraian
Rusak ringan	Bangunan masih berdiri, tidak ada kerusakan struktur, terdapat kerusakan komponen arsitektur	a. Bangunan masih berdiri b. Pintu, jendela, dan kusen perlu diperbaiki c. Instalasi listrik tidak rusak d. Dinding perlu dicat kembali
Rusak Sedang	Bangunan masih berdiri, sebagian kecil komponen struktur dan komponen arsitektur rusak	a. Bangunan masih berdiri b. Retak-retak pada dinding atau atap c. Instalasi listrik rusak sebagian d. Pintu, jendela, dan kusen rusak sebagian
Rusak Berat	Bangunan masih berdiri, sebagian besar	a. Bangunan masih berdiri b. Sebagian rangka atap patah

Kategori Kerusakan	Kriteria Kerusakan	Uraian
	komponen struktur dan komponen arsitektur rusak	c. Balok kolom sebagian rangka atap patah d. Sebagian dinding dan atap roboh atau rusak e. Sebagian instalasi listrik rusak/terputus f. Pintu, jendela, dan kusen rusak parah

Sumber: Rijal, (2012)

Tabel 6. Estimasi Penilaian Kerusakan Bangunan

Tingkat Kerusakan			Keterangan
Rusak Ringan	Rusak Sedang	Rusak Berat	
Harga bangunan x 10-30% (persentase kerusakan)	Harga bangunan x 40-50% (persentase kerusakan)	Harga bangunan x 60-100% (persentase kerusakan)	Harga bangunan (m ²)
10% = sebagian kecil struktur bangunan rusak ringan	40% = sebagian komponen penunjang lainnya rusak	60% = sebagian besar struktur bangunan rusak	
20% = Retak – retak pada dinding plesteran	50% = sebagian kecil struktur utama bangunan rusak	70% = sebagian besar dinding dan lantai bangunan patah/retak	
30% = sebagian kecil komponen rusak		80% = Sebagian besar komponen penunjang lainnya rusak total	
		90% = beresiko difungsikan	
		100% = Bangunan roboh total	

Sumber: Putra *et al.*, (2020)

Kerugian Bangunan

Perhitungan kerugian bangunan dilakukan menggunakan metode *Damage and Loss Assessment* (DaLA). Metode DaLA adalah perhitungan kerugian yang timbul akibat adanya bangunan yang mengalami kerusakan total atau sebagian (InaSAFE, 2017). Perhitungan ini menggunakan tiga parameter yaitu luas tipe bangunan terdampak m², harga tipe bangunan per m², dan persentase kerusakan bangunan. Kerugian bangunan dihitung dengan cara mengalikan harga tipe bangunan per m² dengan nilai tukar rupiah tahun 2014, sehingga menghasilkan kerugian per m² USD tahun 2014. Kemudian luas bangunan terdampak m² dikali dengan hasil kerugian per m² USD tahun 2014, sehingga menghasilkan total kerugian USD tahun 2014. Tahap selanjutnya adalah melakukan

penyesuaian harga tahun 2021 dengan cara mengalikan total kerugian USD tahun 2014, nilai tukar rupiah tahun 2021, dan persentase kerusakan. Sehingga menghasilkan kerugian pada tipe bangunan berupa IDR tahun 2021 (InaSAFE, 2017).

$$\text{Kerugian} = (\text{bangunan terdampak}) * (\text{harga bangunan}) * (\text{persentase kerusakan}) \quad (7)$$

Keterangan:

- Bangunan terdampak : Berdasarkan penerapan fungsi intersect m²
- Harga bangunan : Berdasarkan RAB harga bangunan per m²
- Persentase kerusakan : Berdasarkan penilaian kerusakan bangunan

Tabel 7. RAB Harga Masing-Masing Bangunan

Sektor	Tipe Bangunan	Satuan	Harga per m ² (Rp)
Perumahan	Rumah sangat sederhana	m ²	500.000
	Rumah semi permanen	m ²	1.000.000
	Rumah permanen	m ²	1.500.000
	Perdagangan/jasa	m ²	1.500.000
	Industri/gudang	m ²	2.500.000
Sosial	Kantor pemerintahan	m ²	1.500.000
	Sekolah	m ²	1.500.000
	Tempat ibadah	m ²	800.000

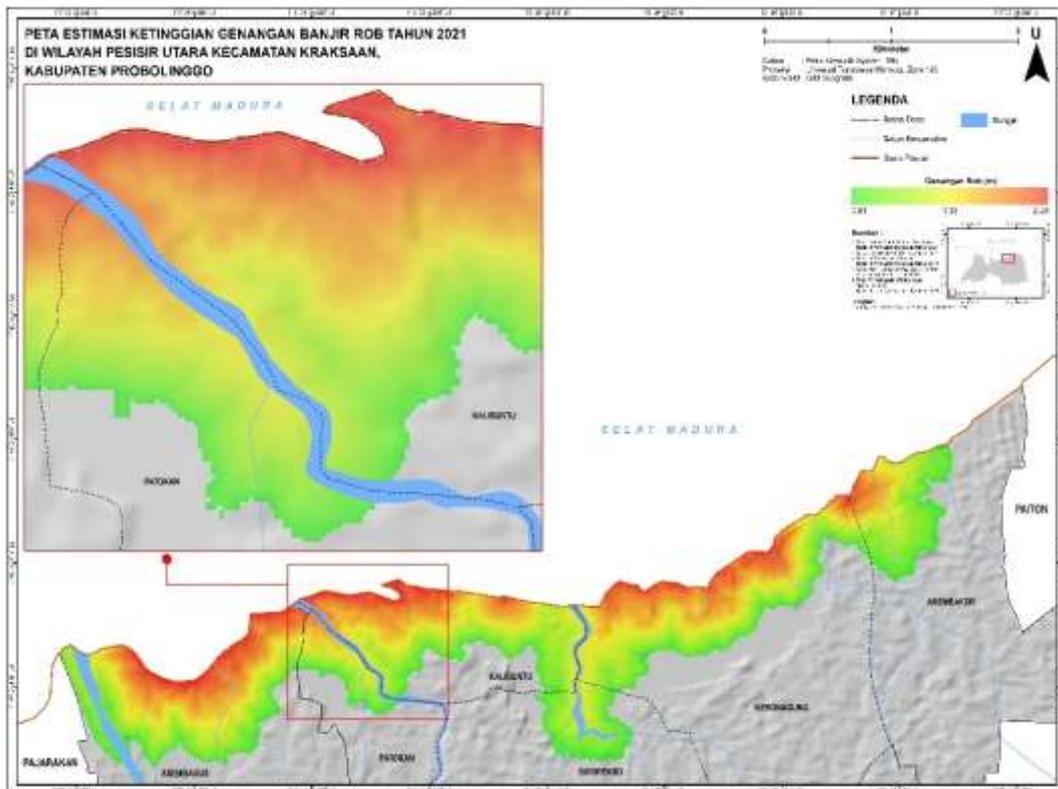
Sumber: Sesunan, (2014)

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Luas Genangan Banjir Rob

Peta estimasi ketinggian genangan banjir rob, memberikan informasi tinggi genangan banjir rob pada tahun 2021 di pesisir utara Kecamatan Kraksaan yang digambarkan dengan tiga warna, yaitu warna merah, warna kuning,

dan warna hijau. Ketinggian genangan banjir rob 2,33-1,33 meter digambarkan dengan warna merah sampai kuning. Ketinggian genangan banjir rob 1,33-0,001 meter digambarkan dengan warna kuning sampai hijau. Ketinggian genangan banjir rob semakin berkurang, apabila semakin menjauh dari garis pantai serta mengikuti alur sungai.



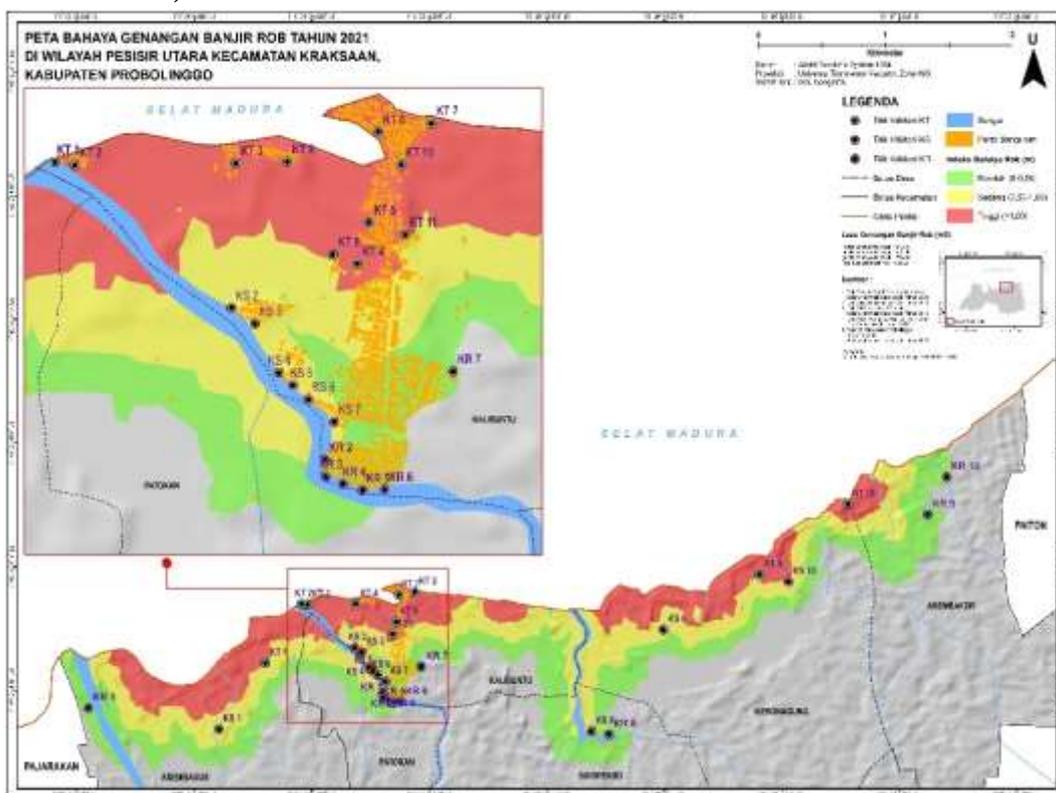
Gambar 3. Peta Estimasi Genangan Rob

Peta bahaya genangan banjir rob 2021 di pesisir utara Kecamatan Kraksaan. menunjukkan luas genangan banjir rob tahun Informasi digambarkan dengan warna merah

sebagai kategori bahaya tinggi, warna kuning sebagai kategori bahaya sedang, warna hijau sebagai kategori bahaya rendah. Luas genangan banjir rob kategori bahaya tinggi adalah 12,49 ha, kategori bahaya sedang adalah 15,33 ha, kategori bahaya rendah adalah 17,55 ha. Total luas genangan banjir rob tahun 2021 di Kecamatan Kraksaan adalah 45,37 ha. Hasil genangan banjir rob divalidasi untuk menguji persebaran akurasi setiap kategori bahaya genangan banjir rob. Jumlah titik uji akurasi setiap kategori genangan banjir rob adalah 10 titik (**Error! Reference source not found.**).

Bahaya Rob	Luas Genangan Rob (ha)	Jumlah Titik
Tinggi	12,49	10
Sedang	15,33	10
Rendah	17,55	10
Total	45,37	

Tabel 8. Luas Genangan Rob



Gambar 4. Peta Bahaya Genangan Rob

Berdasarkan hasil wawancara, diperoleh fakta bahwa beberapa area tergenang banjir rob. Rata-rata tinggi genangan banjir rob di pesisir utara Kecamatan Kraksaan adalah 0,50 meter, bahkan di beberapa titik tinggi genangan mencapai 1,00 meter yang terjadi akibat pasang air laut ketika bulan purnama. Adaptasi masyarakat terhadap dampak genangan banjir rob adalah melakukan kegiatan membersihkan tempat tinggal pasca genangan banjir rob dan meninggikan bangunan setinggi 0,50 meter-1,00

meter. Lama durasi surut genangan banjir rob di pesisir utara Kecamatan Kraksaan adalah tiga hari. Frekuensi genangan banjir rob di pesisir utara Kecamatan Kraksaan sebanyak satu sampai tiga kali selama satu bulan. Hasil uji akurasi genangan banjir rob menggunakan metode *confusion matrix* tersaji pada tabel berikut (Tabel 9).

Tabel 9. Uji Akurasi Genangan Banjir Rob Tahun 2021

Klasifikasi	Procedure	User	Overall	Terdampak		
	Accuracy	Accuracy	Accuracy			(m ²)
0-0,50	100%	100%		Tinggi	538	55,963
0,50-1,00	53%	100%	70%	Sedang	400	53,607
> 1,00	0%	10%		Rendah	794	62,769
				Total	1732	172,339

Hasil uji akurasi metode *confusion matrix*, mendapatkan nilai *overall accuracy* 70%. *Overall accuracy* sebesar 70% merupakan hasil yang cukup baik. Berdasarkan pedoman klasifikasi yang disusun LAPAN, (2015) menyatakan bahwa hasil akurasi dapat dikatakan baik apabila memiliki ketelitian 75%. Maka hasil penerapan metode Hloss untuk genangan banjir rob dapat dikatakan cukup baik, karena hasil klasifikasi genangan banjir rob mendekati kondisi sebenarnya pada lokasi penelitian.

Kerusakan Bangunan

Jumlah bangunan terdampak genangan banjir rob kategori bahaya genangan tinggi adalah 538 unit, kategori bahaya genangan sedang adalah 400 unit, dan kategori bahaya genangan rendah 794 unit (Tabel 10). Survei lapang dilakukan untuk mengetahui informasi kerusakan bangunan akibat genangan banjir rob. Jumlah titik kerusakan bangunan pada masing-masing kategori genangan bahaya banjir rob yaitu sebanyak 11 titik.

Tabel 10. Bangunan terdampak rob

Bahaya Rob	Jumlah (unit)	Luas Bangunan
------------	---------------	---------------

Kerusakan bangunan di pesisir utara Kecamatan Kraksaan adalah bangunan permanen. Kategori bahaya genangan rendah mengakibatkan rusak ringan pada 11 unit dengan persentase kerusakan 10%, kategori bahaya genangan sedang mengakibatkan rusak ringan pada 11 unit dengan persentase kerusakan 10%, kategori bahaya genangan tinggi mengakibatkan rusak ringan pada 11 unit dengan persentase kerusakan 10% (Tabel 11). Kerusakan bangunan di pesisir utara Kecamatan Kraksaan adalah kerusakan ringan seperti kerusakan komponen non struktur pintu, jendela, kusen, dan dinding. Bangunan terdampak genangan banjir rob mengalami kerusakan, karena frekuensi genangan banjir rob sebanyak satu sampai tiga kali selama satu bulan. Berdasarkan penelitian penelitian Supriyadi dan Adhuri (2012), area permukiman Desa Kalibuntu terdampak genangan banjir rob sehingga mengalami kerusakan akibat frekuensi genangan banjir rob sebanyak dua kali. Jumlah titik sampel diasumsikan mewakili jumlah bangunan terdampak genangan banjir rob tahun 2021 di Kecamatan Kraksaan. Sehingga hasil tersebut dapat dilakukan analisis kerugian bangunan akibat genangan banjir rob.

Tabel 11. Persentase Penilaian Kerusakan Bangunan

Bahaya Rob	Rusak Berat	Rusak Sedang	Rusak Ringan	Persentase Kerusakan
Tinggi	0	0	538	10%
Sedang	0	0	400	10%
Redah	0	0	794	10%
Total			1732	

Analisis Kerugian Bangunan

Estimasi kerugian bangunan akibat genangan banjir rob di Kecamatan Kraksaan pada Tahun 2021, memiliki total luas bangunan terdampak 172,339 m² dengan kerugian adalah

Rp36.790.353.155. Kerugian bangunan tertinggi adalah tipe bangunan industri atau gudang terdiri dari 127 unit yang memiliki luas 55,993 m² menghasilkan kerugian Rp16.866.202.723. Hal ini karena tipe bangunan industri atau gudang

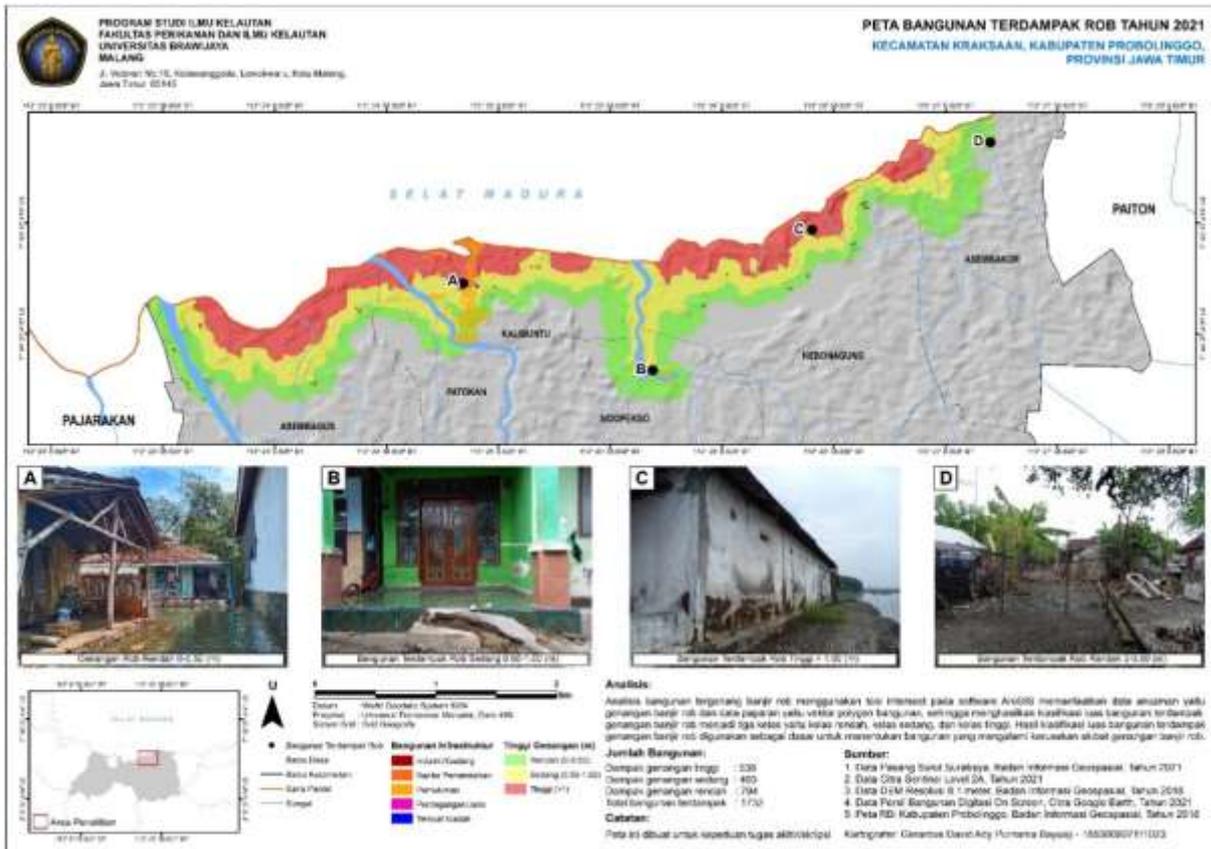
memiliki harga bangunan tertinggi, sehingga berpengaruh terhadap jumlah kerugian.

Kerugian bangunan terendah adalah tipe bangunan tempat ibadah terdiri dari 1 unit yang memiliki luas 6,776 m² menghasilkan kerugian Rp121.355.451. Hal ini karena tipe bangunan tempat ibadah memiliki harga bangunan terendah, sehingga berpengaruh terhadap jumlah

kerugian bangunan. Persentase kerusakan bangunan berperan penting dalam perhitungan total kerugian bangunan. Semakin rendah persentase kerusakan bangunan akan menghasilkan nilai kerugian bangunan yang rendah, sebaliknya jika nilai persentase kerusakan bangunan tinggi akan menghasilkan nilai kerugian bangunan yang tinggi.

Tabel 12. Kerugian Bangunan Akibat Rob Tahun 2021

Tipe Bangunan	Harga Tahun 2014 (IDR)	Kerugian per m ² Tahun 2014 (USD)	Total Kerugian Tahun 2014 (USD)	Total Kerugian Tahun 2021 (IDR)
Rumah permanen	1.500.000	125,65	68.736,71	9.886.758.206
Perdagangan/jasa	1.500.000	125,65	67.358,31	9.688.495.305
Industri/gudang	2.500.000	209,42	117.260,61	16.866.202.723
Tempat ibadah	800.000	67,01	84.371	121.355.451
Kantor pemerintah	1.500.000	125,65	15.819	227.541.470
Total			255.781.31	36.790.353.155



Gambar 5. Peta Bangunan Terdampak Genangan Rob Tahun 2021

PENUTUP

Berdasarkan pemaparan di atas dapat diketahui bahwa tinggi genangan banjir rob saat pasang tinggi tertinggi pada Tahun 2021 di Kecamatan Kraksaan adalah 2,33 meter dengan total luas area tergenang adalah 45,37 ha. Luas genangan pada kategori bahaya tinggi 12,49 ha, luas genangan pada kategori bahaya sedang 15,33 ha, dan luas genangan kategori bahaya rendah 17,55 ha.

Total 1732 bangunan terdampak genangan banjir rob di Kecamatan Kraksaan pada Tahun 2021. Pada kategori bahaya tinggi sebanyak 538 unit mengalami rusak ringan, kategori bahaya sedang sebanyak 400 unit mengalami rusak ringan, dan kategori bahaya rendah sebanyak 794 unit mengalami rusak ringan.

Total estimasi kerugian bangunan terdampak genangan banjir rob di Kecamatan Kraksaan pada Tahun 2021 adalah Rp36.790.353.155. Kerugian tipe bangunan rumah permanen Rp9.886.758.206. Kerugian tipe bangunan perdagangan atau jasa Rp9.688.495.305. Kerugian tipe bangunan industri atau gudang Rp16.866.202.723. Kerugian tipe bangunan tempat ibadah Rp121.355.451 dan kerugian tipe bangunan kantor pemerintah Rp227.541.470.

DAFTAR PUSTAKA

- Arfiana, N., Sujatmoko, B., & Hendri, A. (2016). Pemetaan Indeks Risiko Banjir Dengan Menggunakan Aplikasi Sistem Informasi Geografis (SIG) Kecamatan Tampan, Marpoyan Damai, dan Payung Sekaki. *Jom Teknik*, 3(2), 1–9. <http://jom.unri.ac.id/index.php/JOMFTEK/NIK/article/view/10926>
- Budiman, A. S., & Supriadi, I.H. (2019). Potensi Kejadian Rob Di Pesisir Probolinggo Serta Perbandingan Kondisinya Antara Musim Barat dan Musim Timur Berdasarkan Data Oseanografi dan Meteorologi. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelutan Tropis*, 11(3), 667-681. <http://doi.org/10.29244/jitkt.v11i3.20349>
- Cahyadi, A., Marfai, M. A., Mardiatno, D., & Nucifera, F. (2017). Pemodelan Spasial Bahaya Banjir Rob Berdasarkan Skenario Perubahan Iklim dan Dampaknya di Pesisir Pekalongan. 2007, 244–256. <https://doi.org/10.31227/osf.io/wzter>
- Guntara, O., Handoyo, G., Marwoto, J. (2017). Peramalan Pasang Surut di Pelabuhan Perikanan Pantai Teluk Saleh Sumbawa. *Jurnal Oseanografi*, 6(4), 616-624. <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/joce/article/view/20461>
- Hanif, M., Putra, B. G., Hidayat, R. A., Ramadhan, R., Ahyuni, A., Afriyadi, A., Wan Moh Jaafar, W. S., Hermon, D., & Mokhtar, E. S. (2021). Impact of Coastal Flood on Building, Infrastructure, and Community Adaptation in Bukit Bestari Tanjungpinang. *Jurnal Geografi Gea*, 21(2), 102–111. <https://doi.org/10.17509/gea.v21i2.38911>
- Hidayatullah, I., Subardjo, P., Satriadi, A., (2016). Pemetaan Genangan Rob Di Pesisir Muaragembong Kabupaten Bekasi Dengan Menggunakan Sistem Informasi Geografis. *Journal of Oceanography*, 5(3), 359–367. <http://ejournals1.undip.ac.id/index.php/jose>
- InaSAFE (2018). Modul 5 : Menghitung Kerusakan dan Kerugian. Diambil dari <http://docs.inasafe.org/id/training/old-training/intermediate/qgis-inasafe/405-calculating-damages-and-losses.html>. Diakses pada tanggal 12 Februari 2022
- Laapo, A., Asih, D. N., Howara, D., Sultan, H., Abubakar, I., Wahid, A., & Lanuhu, N. (2020). Estimated economic value of the lost coastal resources due to tsunami in September 2018 in Palu City, Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 575(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/575/1/012054>
- LAPAN. (2015). *Pedoman Pengolahan Data Satelit Multispektral Secara Digital Supervised Untuk Klasifikasi*. 1–8. http://pusfatja.lapan.go.id/files_uploads_ebook/pedoman/000_Buku_Pedoman_Klasifikasi_final.pdf
- Mahesha, D.P., Setiono, H., Handoyo. (2017). Peramalan Pasang Surut untuk Mengetahui Perubahan Luas Genangan Banjir Pasang di Kecamatan Kraksaan, Probolinggo. *Jurnal Oseanografi*, 2(2), 56–63. <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/joce/article/view/20401>
- Mustika, R. (2017). Dampak Degradasi Lingkungan Pesisir Terhadap Kondisi Ekonomi Nelayan: Studi Kasus Desa Takisung, Desa Kuala

- Tambangan, Desa Tabanio. 6(1), 28–34. https://ojs.umrah.ac.id/index.php/dinamika_maritim/article/view/189
- Nurdiantoro, D., & Arsandrie, Y. (2020). Dampak banjir rob terhadap permukiman di Kecamatan Wonokerto Kabupaten Pekalongan. *SIAR: Seminar Ilmiah Arsitektur*, 8686, 286–295. <https://publikasiilmiah.ums.ac.id/bitstream/handle/11617/12074/37.pdf?sequence>
- Oktavia, M. I., Parman, S., & Setyowati, D. L. (2012). Analisis sebaran genangan pasang air laut (rob) berdasarkan *High Water Level* dan dampaknya pada penggunaan lahan di Kecamatan Semarang Utara. *Geo-Image*, 1(1).
- Putra, I. S. W., Hermawan, F., & Hatmoko, J. U. D. (2020). Penilaian Kerusakan dan Kerugian Infrastruktur Publik Akibat Dampak Bencana Banjir di Kota Semarang.
- Ramadhan, F., Banowati, E., & Hariyanto. (2019). Pengaruh rob terhadap perubahan pendapatan petani tambak di Kecamatan Tirto Kabupaten Pekalongan. *Geo-Image*, 8(1), 15-21.
- Riberu, G. E., Endarwati, M. C., Subagyo, W.H. (2018). Zoning Determination of Rob Flood Disaster Risk Area in District of Probolinggo Province East Java. Institusi Teknologi Nasional Malang. <http://eprints.itn.ac.id/182/1/jurnal1.pdf>
- Rijal, S. S. (2012). Analisis Kerusakan Permukiman Akibat banjir Lahar Pasca Erupsi Gunungapi Merapi 2010 di Sebagian Kabupaten Magelang. *Skripsi*. <http://eprints.ums.ac.id/24040/11/>
- Sambah, A. B., Miura, F., Guntur, & Fuad. (2018). Spatial multi criteria approach for tsunami risk assessment. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 162(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/162/1/012019>
- Sesunan, D. (2014). Analisis Kerugian Akibat Banjir di Bandar Lampung. *Jurnal Teknik Sipil UBL*, 5(1), 559–584. <http://jurnal.ubl.ac.id/index.php/JTS/article/view/897>
- Supriyadi, I. H., & Adhuri, D. (2012). Dampak Kenaikan Muka Air Laut: Kajian Nilai Produksi Lahan dan Adaptasi Masyarakat di Pesisir Probolinggo-Jawa Timur. Seminar Nasional Riset dan Kebijakan Sosial Ekonomi Kelautan dan Perikanan 80 Tahun 2012.
- Wahyudi, S. I. (2007). Tingkat Pengaruh Elevasi Pasang Laut Terhadap Banjir dan Rob di Kawasan Kaligawe Semarang. *Bappeda Kota Semarang*, 1(1), 27–34.