ISSN PRINT : 2338-6762
ISSN ONLINE : 2477-6955

Pemodelan Potensi Banjir Pasang Air Laut di Kecamatan Teluk Betung Timur, Kota Bandar Lampung

Redho Surya Perdana[1)], Selvia Purba Tanjung[2)], Aulia Try Atmojo[3)], Tri Kies Welly[4)], Akbar Wahyu Nugraha[5)]

[1) 2) 3) 4) 5)] Program Studi Teknik Geomatika, Institut Teknologi Sumatera
Jalan Terusan Ryacudu, Lampung Selatan, Provinsi Lampung
Email: aulia.atmojo@gt.itera.ac.id

ABSTRACT

The coastal area of Teluk Betung Timur, Bandar Lampung City, is a low-lying region highly vulnerable to tidal flooding (rob) caused by a combination of land subsidence and sea level rise. This study aims to model the potential tidal flood risk for the period 2023–2028 using a Geographic Information System (GIS) approach. The datasets include tidal observations from BMKG, sea level rise data derived from satellite altimetry, land subsidence data from continuous GNSS and InSAR monitoring, and DEMNAS from BIG. The modeling process involved tidal harmonic analysis, calculation of the Highest High Water Level (HHWL), and the application of raster calculator to generate inundation maps. The results indicate that in 2023 the inundated area covered 33,479 hectares, which significantly increased to 124,797 hectares by 2028. Sukamaju, Kota Karang, and Keteguhan sub-districts were identified as the most affected areas. Field validation yielded an overall accuracy of 90.14% with a kappa index of 0.80, demonstrating a high level of agreement between the model and actual conditions. These findings highlight the importance of spatial modeling as a basis for coastal mitigation strategies and adaptation planning against future tidal flood hazards.

Keywords : *Tidal Flooding, Spatial Modelling, Teluk Betung Timur, Bandar Lampung*

ABSTRAK

Wilayah pesisir Teluk Betung Timur, Kota Bandar Lampung, merupakan kawasan datar yang rentan terhadap banjir pasang air laut (rob) akibat kombinasi penurunan muka tanah dan kenaikan muka laut. Penelitian ini bertujuan untuk memodelkan potensi banjir rob periode 2023–2028 dengan menggunakan pendekatan sistem informasi geografis (SIG). Data yang digunakan meliputi pasang surut dari BMKG, kenaikan muka laut dari hasil altimetri satelit, data penurunan muka tanah dari pengamatan GNSS dan InSAR, serta data DEMNAS dari BIG. Pemodelan dilakukan melalui analisis harmonik pasang surut, perhitungan elevasi muka air laut tertinggi (Highest High Water Level/HHWL), serta penerapan kalkulator raster untuk menghasilkan peta genangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada tahun 2023 luas genangan mencapai 33,479 hektar dan meningkat signifikan menjadi 124,797 hektar pada tahun 2028. Kelurahan Sukamaju, Kota Karang, dan Keteguhan teridentifikasi sebagai wilayah paling terdampak. Validasi lapangan menghasilkan tingkat akurasi 90,14% dengan indeks kappa 0,80 yang menunjukkan kesesuaian tinggi antara model dan kondisi aktual. Temuan ini menegaskan pentingnya pemodelan spasial sebagai dasar mitigasi dan perencanaan adaptasi wilayah pesisir terhadap ancaman banjir rob di masa mendatang.

Kata Kunci : *Banjir Pasang Air Laut, Pemodelan Spasial, Teluk Betung Timur, Bandar Lampung*

ISSN PRINT : 2338-6762
ISSN ONLINE : 2477-6955

1. Pendahuluan

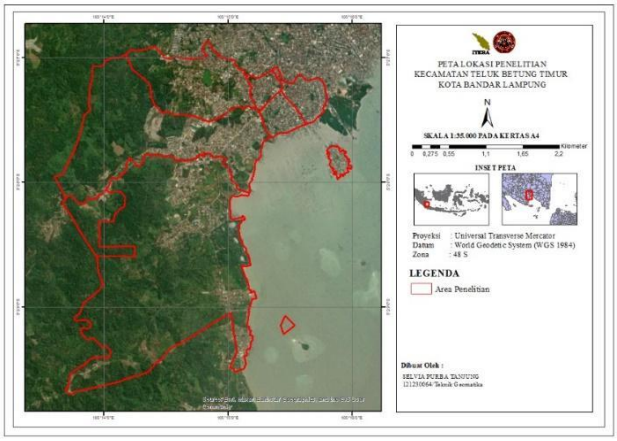
Wilayah pesisir merupakan kawasan di antara daratan dan lautan yang menyediakan sumber daya alam penting untuk memenuhi kebutuhan hidup masyarakat. Kawasan ini juga berperan sebagai pusat kegiatan ekonomi, sosial, dan budaya, serta mendukung keseimbangan ekosistem dan kesejahteraan masyarakat (Akliyah, 2014, Manan dkk., 2025). Teluk Betung Timur, Kota Bandar Lampung merupakan kawasan pesisir datar yang rentan terhadap dinamika pasang surut dan banjir rob. Data BMKG menunjukkan bahwa wilayah ini semakin sering terdampak banjir rob akibat kombinasi penurunan muka tanah dan kenaikan muka laut. Banjir rob adalah banjir yang disebabkan oleh gaya tarik benda langit serta faktor perubahan iklim global, kini menjadi ancaman serius bagi ekosistem dan masyarakat pesisir (Andreas dkk, 2017; Chandra, 2013; Kurniawan, 2014).

Dalam konteks ini, pemodelan spasial bahaya banjir rob menjadi krusial untuk mendukung upaya mitigasi bencana. Sistem informasi geografis (SIG) dapat dimanfaatkan untuk analisis spasial dan pemetaan potensi genangan melalui berbagai skenario. Dalam penelitian ini skenario pemodelan yang digunakan adalah periode 2023–2028 di Teluk Betung Timur dengan menggunakan data pasang surut, kenaikan muka air laut, dan penurunan muka tanah (Perdana dkk, 2022; Atmojo dkk, 2021). Hasil pemodelan diharapkan menjadi acuan dalam perencanaan adaptasi wilayah pesisir ke depan.

2. Pembahasan

Metodologi

Penelitian ini dilakukan Kecamatan Teluk Betung Timur yang terletak di Kota Bandar Lampung, Provinsi Lampung, Indonesia, memiliki koordinat astronomis 105° 14' 52" - 105° 19' 30" Bujur Timur (BT) dan 5° 26' 24" - 5° 28' 37" Lintang Selatan (LS). Wilayah ini mencakup daerah pesisir dan daratan yang berbatasan langsung dengan perairan Teluk Lampung menjadikannya rawan terhadap berbagai fenomena pesisir seperti banjir pasang air laut atau rob.



Gambar 1. *Lokasi Penelitian (Teluk, B.Lampung)*

Untuk mendukung penelitian ini, dibutuhkan beberapa data yang akan digunakan untuk perhitungan model banjir pasang air laut.

Tabel 1. *Tabel Data*

No	Data	Format Data	Sumber
1	Administrasi Batas	Vektor (Shapefile)	Ina-Geoportal (BIG)
2	DEMNAS	Raster	Ina-Geoportal (BIG)
3	Data Pasang Surut	Time Series	BMKG Maritim Lampung (Stamar Panjang)
4	Kenaikan Permukaan Laut	-	Data Kenaikan Permukaan Laut
5	Penurunan Muka Tanah	-	Data Pengukuran GNSS Kontinyu

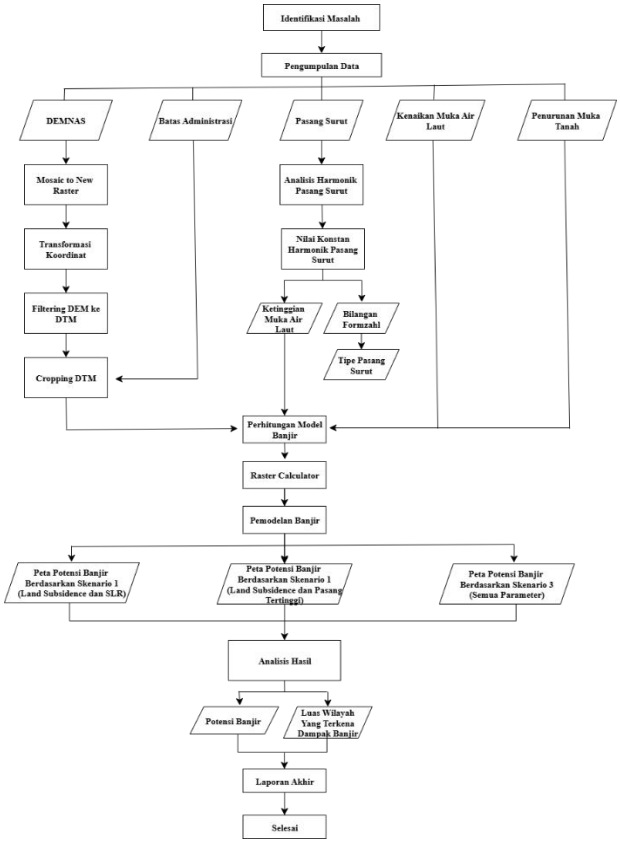
Data – data tersebut diolah menggunakan perhitungan pemodelan genangan banjir pasang surut. Model ini menggunakan data pasang surut, kenaikan muka air laut, dan penurunan muka tanah. Data pasang surut diolah dengan menggunakan metode *least square* untuk mendapatkan nilai selisih antara Highest High Water Level (HHWL) dan Mean Sea Level (MSL). Perhitungan model spasial genangan banjir rob dituliskan sebagai berikut (Rasyda., 2015):

$$Y= [(SL) \times (t_x-t_0) + (LS) \times (t_x-t_0) + (HHWL) \quad .....(1)$$

Keterangan:

Y	: Perhitungan tinggi model genangan
Sea Level	: Tren kenaikan muka air laut per-tahun
LS	: Laju penurunan muka tanah per-tahun
tx	: Tahun pemodelan
to	: Tahun basis data
HHWL	: Nilai pasang tinggi

ISSN PRINT : 2338-6762
ISSN ONLINE : 2477-6955



Gambar 2. *Diagram Alir Penelitian*

Proses pengolahannya menggunakan alat bantu kalkulator raster pada aplikasi pengolah data spasial. Pemodelan ini membutuhkan data DTM sebagai input pada raster calculator sehingga didapatkan model potensi banjir rob.

Tidal Flood = CON([Raster DTM] <= [Y], 1,0) ….(2)

Angka 1 pada raster menunjukkan area yang tergenang, sedangkan angka 0 menunjukkan area yang tidak tergenang. Klasifikasi area yang tergenang kemudian dikonversi dari raster ke bentuk vektor atau poligon untuk menghitung luas area yang tergenang.

Hasil

a. Komponen Harmonik dan Tipe Pasang Surut

Analisis komponen harmonik ini dilakukan dengan menggunakan metode least square. Metode ini menghasilkan nilai amplitudo dan fase yang kemudian akan digunakan untuk mengetahui nilai elevasi muka air laut tertinggi atau Highest High Water Level (HHWL). Hasil komponen harmonik menggunakan metode Least Square

Tabel 2. *Hasil Komponen Harmonik Pasang Surut*

Komponen	M_2	S_2	K_2	K_1	O_1	P_1
Amplitudo	0,355	0,15	0,0408	0,149	0,1013	0,0493
Fase	200,3	276,01	298,41	263,73	245	270,8

Terdapat enam komponen utama dalam analisis pasang surut yaitu, komponen M2, S2, K2, K1, 01, dan K2 yang mempengaruhi tinggi dan fase pasang surut di perairan laut. Dengan data ini, nilai *formzahl* dapat dihitung yang akan digunakan untuk mengetahui periode pasang yang akan memprediksi berapa lama periode banjir rob akan berlangsung serta menilai tingkat risiko banjir rob yang dapat terjadi di lokasi penelitian. Nilai *formzahl* yang didapatkan adalah **0.671** yang mengartikan bahwa tipe pasang surut di lokasi penelitian adalah tipe pasang surut campuran condong ke harian ganda (***Semi-diurnal mixed tide***). Pada tipe pasang surut ini, terdapat dua kali pasang dan dua kali surut dalam sehari. Meskipun dalam satu hari terdapat dua kali air pasang dan dua kali air surut, tinggi serta periode pasang surutnya berbeda.

b. Elevasi Muka Air Laut

Nilai elevasi muka air laut yang diperoleh dari analisis harmonik pasang surut. Elevasi muka air laut dapat dikategorikan berdasarkan kondisi dan pengaruh yang menyebabkan ketinggiannya. Nilai elevasi muka air laut diperoleh melalui perhitungan yang berbeda pada setiap kategori elevasi muka air laut.

Dalam penelitian ini, digunakan nilai Highest High Water Level (HHWL) sebagai acuan dalam perhitungan genangan rob di wilayah tersebut. Highest High Water Level (HHWL) merupakan salah satu faktor paling penting dalam menentukan elevasi muka air laut maksimum yang dapat mencapai daratan, sehingga dapat mempengaruhi tingkat resiko terjadinya banjir rob di suatu wilayah. Nilai HHWL di area penelitian adalah 1.648 meter.

c. Kenaikan Muka Air Laut (Sea Level Rise)

Kenaikan muka air laut ini merupakan peningkatan rata-rata permukaan laut secara global atau lokal selama periode waktu tertentu. Data kenaikan muka air laut yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari penelitian satelit altimetri *Topex/Poseidon* dan *Jason* dari tahun 1993-2018 oleh (Ariani, 2018). Nilai kenaikan muka air laut di area penelitian adalah **2.902 cm/tahun**. Hal ini menunjukkan adanya tren kenaikan pada muka air laut di area penelitian.

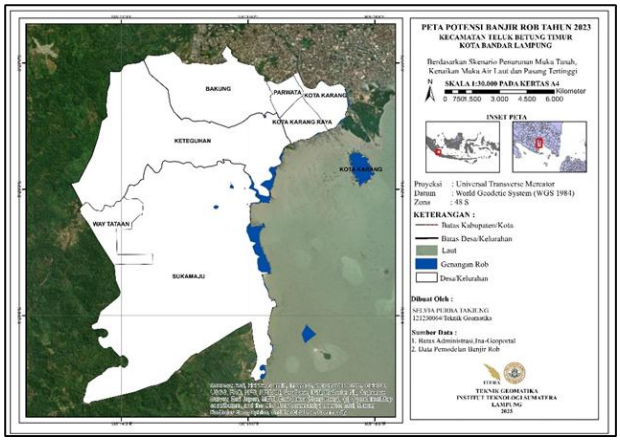
d. Penurunan Muka Tanah (Land Subsidence)

Data penurunan muka tanah diperoleh dari analisis deformasi vertikal menggunakan data pengamatan GNSS kontinyu dari stasiun InaCORS dan SuGAR serta analisis InSAR di Pulau Sumatera. Nilai penurunan tanah kumulatif dari 2010 - 2023 adalah **4.2 cm** atau rata-rata penurunan muka tanah adalah **0.52 cm/tahun** (Perdana dkk., 2025; Anggara dkk., 2024; Alif dkk, 2024)

ISSN PRINT : 2338-6762
ISSN ONLINE : 2477-6955

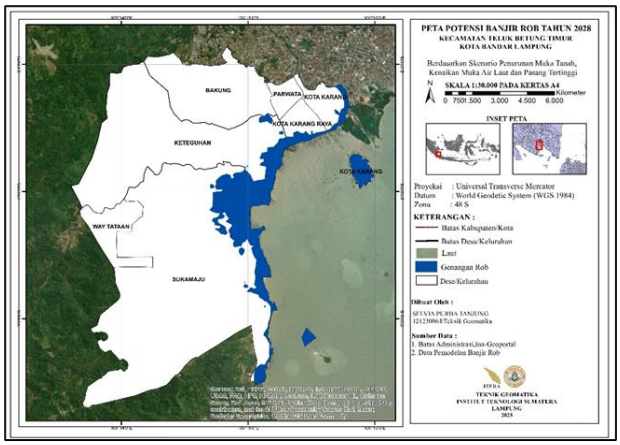
Pemodelan Banjir Rob

Pemodelan genangan banjir rob secara spasial menggunakan aplikasi pengolahan data spasial dengan teknik map algebra (raster calculator) berdasarkan hasil perhitungan model genangan dari parameter data penurunan muka tanah (land subsidence) dan kenaikan muka air laut (Sea Level). Kemudian akan didapatkan hasil wilayah yang tergenang dan yang tidak tergenang berdasarkan prediksi tahun yang telah ditentukan dan divisualisasikan dalam bentuk peta pemodelan potensi banjir rob.



Gambar 3. *Peta Potensi Banjir Rob Tahun 2023*

Pada tahun 2023, area genangan rob relatif terbatas di wilayah pesisir seperti Kelurahan Kota Karang, Kota Karang Raya, dan Sebagian dari Kelurahan Sukamaju dan Keteguhan. Ini menunjukkan bahwa kondisi awal penurunan muka tanah dan kenaikan muka laut yang masih relatif rendah karena dampak banjir rob belum menyebar luas ke wilayah daratan. Luas area tergenang di area penelitian pada 2023 adalah 33.479 hektar.



Gambar 4. *Peta Potensi Banjir Rob pada Tahun 2028*

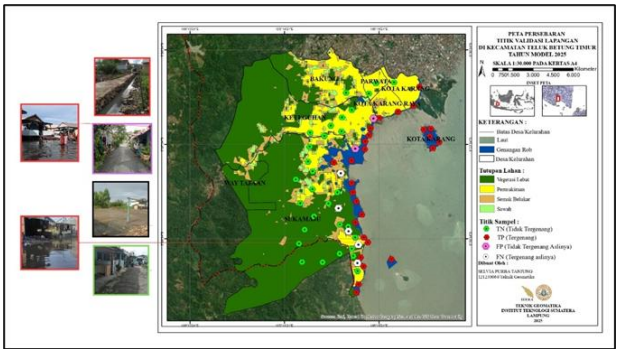
Pada tahun 2028, terjadi peningkatan yang cukup signifikan termasuk pada bagian tengah dari Kelurahan Sukamaju dan hampir seluruh pesisir Kota Karang Raya. Peningkatan ini mencerminkan akumulasi penurunan muka tanah dan naiknya muka air laut dalam lima tahun yang memperbesar resiko banjir rob di daerah pesisir. Prediksi luas area tergenang di area penelitian pada 2028 adalah 124.797 hektar.

Tabel 3. *Nilai Perluasan Area Banjir Rob di Beberapa Kelurahan*

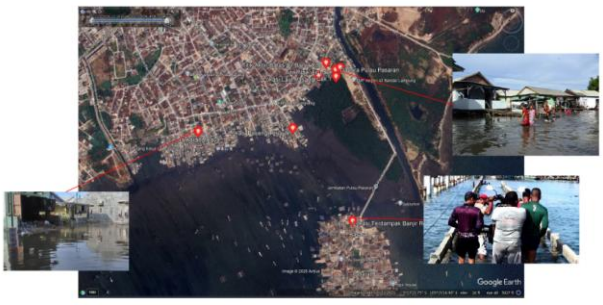
Nilai Perluasan Area Genangan Banjir Rob					
Tahun Model	**Kota Karang (Ha)**	**Kota Karang Raya (Ha)**	**Keteguhan (Ha)**	**Sukamaju (Ha)**	**Bakung (Ha)**
2023-2028	5,500	5,499	18,803	61,329	0,188

Tabel 3 tersebut memberikan informasi mengenai perluasan genangan banjir di setiap kelurahan berdasarkan periode pemodelan 2023 sampai 2028. Perluasan genangan ini dihitung berdasarkan selisih luas area tergenang dari tahun ke tahun. Kelurahan yang mengalami perluasan terbesar adalah Kelurahan Sukamaju dengan perluasan 61.329 hektar. Kelurahan Sukamaju merupakan wilayah paling terdampak yang kemungkinan besar disebabkan oleh faktor topografi yang cukup rendah, luas wilayah yang besar dan jarak dengan garis pantai yang tidak cukup jauh.

Setelah pemodelan dibuat, dilakukan validasi lapangan untuk melihat kesesuaian model dengan fenomena di lapangan.



Gambar 5. *Peta Persebaran Lokasi Validasi dan Gambaran Umum Kejadian Banjir Rob*



Gambar 6. *Lokasi Kejadian Banjir Rob Yang Sudah Terjadi*

Lokasi yang sudah tergenang adalah wilayah Teluk Betung Timur, Bandar Lampung terutama wilayah Kelurahan Sukamaju, Kelurahan Kota Karang, Kelurahan

ISSN PRINT : 2338-6762
ISSN ONLINE : 2477-6955

Keteguhan, Pulau Pasaran dan Kelurahan Kota Karang Jaya.

Untuk memastikan hasil validasi lapangan mempunyai akurasi yang baik, dilakukan perhitungan akurasi dari matriks konfusi pada tabel berikut :

Tabel 4. *Perhitungan Akurasi Validasi Lapangan*

Kelas	*Producer's Accuracy*		*User's Accuracy*	
	Akurasi (%)	**Omisi Kesalahan (%)**	**Akurasi (%)**	**Omisi Kesalahan (%)**
Tergenang	83,87	16,13	92,86	7,14
Tidak Tergenang	95	5	88,37	11,63
Overall Accuracy(%)	90,14			
Indeks Kappa	0,80			

Berdasarkan hasil akurasi tersebut menunjukkan tingkat kesesuaian antara hasil prediksi model dan data akutual di lapangan yang baik, yang dimana hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh (Fadillah., 2024), yang memperoleh nilai hasil overall *accuracy* sebesar 90% dan indeks kappa sebesar 87,7%. Hal ini menunjukkan bahwa hasil interpretasi dengan kondisi sebenarnya dilapangan memiliki tingkat akurasi yang sangat baik. Hal ini mengindikasi bahwa hasil model dapat digunakan untuk memprediksi genangan banjir rob dengan baik.

3. Kesimpulan

Penelitian ini menunjukkan bahwa Kecamatan Teluk Betung Timur, Kota Bandar Lampung, memiliki kerentanan tinggi terhadap banjir pasang air laut (rob) akibat kombinasi kenaikan muka air laut dan penurunan muka tanah. Hasil pemodelan spasial dengan data pasang surut, elevasi muka laut (HHWL), DEMNAS, serta analisis penurunan tanah dan kenaikan muka laut menunjukkan bahwa :

1. Luas genangan banjir rob pada tahun 2023 mencapai 33,479 hektar, dan diprediksi meningkat signifikan menjadi 124,797 hektar pada tahun 2028.
2. Wilayah yang paling terdampak adalah Kelurahan Sukamaju, Kota Karang, dan Keteguhan, yang memiliki topografi rendah serta kedekatan dengan garis pantai.
3. Validasi lapangan menunjukkan tingkat kesesuaian model yang tinggi dengan nilai overall accuracy 90,14% dan indeks kappa 0,80, sehingga model dapat diandalkan untuk prediksi genangan rob.

Dengan demikian, pemodelan spasial banjir rob terbukti efektif sebagai dasar penyusunan strategi mitigasi dan adaptasi wilayah pesisir. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan bagi pemerintah daerah dan pemangku kepentingan dalam perencanaan pembangunan serta pengurangan risiko bencana di kawasan pesisir Kota Bandar Lampung.

Daftar Pustaka

Akliyah. (2014). Identifikasi Dampak Perubahan Fungsi Ekosistem Pesisir Terhadap Lingkungan Di Wilayah Pesisir Kecamatan Muara Gembong. *Jurnal Perencanaan Wilayah dan Kota, Vol.14 No.1*, *Vol.14 No.1*, 13.

Alif, S. M., Anggara, O., Perdana, R. S., Hasannah, U., & Azizah, F. N. (2024). Analysis Of Presumed Land Subsidence In The Cities Of Lampung Province Using InSAR And GNSS Data. *Journal of Geoscience, Engineering, Environment, and Technology*, *9*(3), 287–293. https://doi.org/10.25299/jgeet.2024.9.3.14096

Andreas, H., Usriyah, Zainal Abidin, H., & Anggreni Sarsito, D. (2017). Tidal inundation ("Rob") investigation using time series of high resolution satellite image data and from institu measurements along northern coast of Java (Pantura). *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, *71*(1). https://doi.org/10.1088/1755-1315/71/1/012005

Anggara, O., Muhammad Ario Eko Rahadianto, Muhammad Nabil Al Attar, Satrio Muhammad Alif, Redho Surya Perdana, & Akbar Wahyu Nugraha. (2024). Assessing Recent Land Subsidence in Bandar Lampung City, Indonesia through Time Series InSAR from 2015 to 2023. *Jurnal Geografi Gea*, *24*, 195-204.

Ariani. (2018). Analisa Kenaikan Muka Air Laut di Perairan Indonesia Menggunakan Data Altimetri Topex/Poseiddon dan Jason Series Tahun 1993-2018. *Tesis Disertasi Doktor. Institut Teknologi Sepuluh Nopember*.

Atmojo, A.T., Welly, T.K., Simbolon, K., Nadzir, Z.A. (2021). Perubahan Garis Pantai Pesisir Kota Bandar Lampung Menggunakan Data Penginderaan Jauh. Journal of Science, Technology, and Virtual Culture. Vol.1, No.3.

Chandra. (2013). Mitigasi Bencana Banjir Rob di Jakarta Utara. *JURNAL TEKNIK POMITS*, *Vol. 2, No. 1*, 26.

Fadillah A.A. (2024). nalisis Fenomena Banjir Rob dan Kaitannya Dengan Perubahan Penggunaan Lahan di Kawasan Pesisir Kota Semarang Tahun 2016 dan 2022. http://eprints.ums.ac.id/id/eprint/126821

Kurniawan. (2014). Kajian Banjir Rob di Kota Semarang (Kasus Dadapsari). *Jurnal ALAMI: Jurnal Air, Lahan, Lingkungan, Dan Mitigasi Bencana*, (8).

Manan, M. S., Perdana, R. S., Atmojo, A. T., Anggara, O., & Kaban, K. (2025). Modeling of Tidal Flood Potential in the Coastal Areas of Medan City and Deli Serdang Regency North Sumatera Using Remote Sensing Data. *International Seminar on Aerospace Science and Technology*.

ISSN PRINT : 2338-6762
ISSN ONLINE : 2477-6955

Perdana, R. S., Anggara, O., Suhadha, A. G., Atmojo, A. T., Muhammad Nabil Al Attar, Putri Sonya, & Satrio Muhammad Alif. (2025). Assessing land subsidence from anthropogenic activity in Northern Sumatra, Indonesia revealed using SAR interferometry. *JOURNAL OF DEGRADED AND MINING LANDS MANAGEMENT*, *12*(2), 7235-7245.

Perdana, R. S., Fikri, M., Alif, S. M., Isnaini, E. L., & Fauzi, A. I. (2022). Determining The Location of Land Subsidence Observation Points Based on Lithological Data and Land Cover Changes in Lampung Province. *GeoEco*, *8*(2), 164. https://doi.org/10.20961/ge.v8i2.50412

Rasyda, M. H., Widada, S., & Rochaddi, B. (2015). Analisa Spasial Daerah Banjir Genangan (Rob) Akibat Kenaikan Muka Air Laut di Kota Padang. *JURNAL OSEANOGRAFI*, *Volume 4, Nomor 2*, Halaman 379 - 385.