

Studi Luasan Genangan Banjir Rob Akibat Kenaikan Muka Air Laut Dan Penurunan Muka Tanah Di Kecamatan Sayung, Demak

Khalida Khadija Khairullah*, Azis Rifai, Elis Indrayanti

Departemen Oseanografi, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Jacub Rais, Tembalang, Semarang, Jawa Tengah 50275, Indonesia
Email: khalidakhadija14@gmail.com

Abstrak

Kenaikan muka air laut dan penurunan muka tanah merupakan faktor yang dapat menyebabkan terjadinya banjir rob di daerah pesisir. Kecamatan Sayung, Demak merupakan salah satu daerah pesisir Pantai Utara Jawa (pantura) yang rawan terdampak banjir rob. Penelitian ini bertujuan untuk memperkirakan luasan genangan banjir rob Kecamatan Sayung, Demak berdasarkan faktor laju kenaikan muka laut dan penurunan muka tanah. Laju kenaikan muka air laut dihitung dari data pasang surut yang diolah menggunakan metode *least square*. Laju penurunan muka tanah menggunakan data citra SAR Sentinel-1 yang dihitung menggunakan metode DinSAR. Peta topografi dihasilkan menggunakan metode *Topo to Raster* dengan menggunakan data DEM. Tinggi genangan banjir rob kemudian dihitung dengan menggunakan hasil selisih HHWL dan MSL. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tinggi genangan pada bulan Maret 2023 di Kecamatan Sayung, Demak adalah 56,7 cm. Penurunan muka tanah selama tahun 2021 hingga 2023 terjadi antara 7-21 cm/tahun. Luas total genangan banjir rob yang diperoleh mencakup luas 1.266,52 hektar.

Kata kunci: Banjir Rob, Sayung, Kenaikan Muka Air Laut, Penurunan Muka Tanah

Abstract

Study of the Area of Flood Inundation Due to Sea Level Rise and Land Subsidence in Sayung District, Demak

Sea level rise and land subsidence are factors that can cause tidal flooding in coastal areas. Sayung District, Demak is one of the coastal areas of the North Coast of Java (pantura) which is prone to tidal flooding. This study aims to estimate the extent of tidal flood inundation in Sayung District, Demak based on the sea level rise and land subsidence. The rate of sea level rise is calculated from tidal data processed using the least square method. The rate of land subsidence uses Sentinel-1 SAR image data calculated using the DinSAR method. Topographic maps were generated using the Topo to Raster method using DEM data. The tidal flood inundation height was then calculated using the difference between HHWL and MSL. The results showed that the inundation height in March 2023 in Sayung District, Demak was 56.7 cm. Land subsidence during 2021 to 2023 occurred between 7 - 21 cm/year. The total tidal flood inundation area obtained covers an area of 1,266.52 hectares.

Keywords: Tidal Flood, Sayung, Sea Level Rise, Land Subsidence

PENDAHULUAN

Kecamatan Sayung adalah salah satu kecamatan yang berada di pesisir Kabupaten Demak, dimana langsung terhubung dengan Laut Jawa. Daerah-daerah ini dipengaruhi oleh sifat-sifat laut seperti pasang surut yang mengalami proses secara alami pada area daratan. Wilayah pesisir memiliki berbagai macam potensi masalah seperti banjir pasang atau banjir rob serta penurunan muka tanah. Hal ini terjadi karena level permukaan air laut yang lebih tinggi dibandingkan dengan ketinggian muka tanahnya. (Haloho & Purnaweni, 2020). Kondisi pantai di Demak tergolong kategori pantai yang berpasir dan pantai berlumpur. Pantai jenis ini terbentuk dari proses erosi, gelombang, pengendapan sedimen dan material organik yang ada di laut.

Perubahan garis pantai dan fenomena banjir rob di Kabupaten Demak antara lain diakibatkan oleh aktivitas manusia seperti alih fungsi lahan pelindung pantai yang mengganggu transport sedimen serta penambangan pasir yang memicu perubahan pola arus dan gelombang (Ramadhani *et al.*, 2021). Banjir ini diakibatkan oleh naiknya atau pasangannya air laut yang kemudian menggenang di daratan sekitarnya. Area genangan banjir rob pada saat air laut mengalami pasang tertinggi akan meningkat yang kemudian meluas ke

daratan sesuai dengan ketinggian tanahnya. Ketinggian tanah yang landai akan lebih mudah mengalami banjir pasang.

Faktor yang mempengaruhi terjadinya banjir rob adalah kenaikan muka air laut merupakan fenomena naiknya muka air laut yang diakibatkan dari perubahan iklim serta aktivitas manusia (Sasmito, 2020). Fenomena lain yang terjadi pada Kecamatan Sayung yaitu penurunan muka tanah. Penurunan muka tanah atau *land subsidence* merupakan fenomena dimana ketinggian muka tanah berubah dan berlangsung dalam waktu yang singkat atau lama dan tidak merata di setiap daerahnya (Wirawan *et al.*, 2019).

Pada daerah yang mengalami penurunan muka tanah serta muka air laut yang tinggi maka daerah tersebut dapat tergenang banjir rob. Oleh karena itu muka air laut semakin meningkat dan permukaan tanah yang semakin menurun mengakibatkan luasan area genangan di Kecamatan Sayung semakin meluas (Riyanti *et al.*, 2018). Menurut penelitian yang dilakukan oleh Rahmawan *et al.* (2016), laju penurunan muka tanah di barat Kecamatan Sayung adalah sebesar 5-7 cm/tahun tepatnya pada Desa Purwosari, Bedono, Sidogemah, dan Sebagian Desa Tugu. Hal ini menunjukkan *land subsidence* pada Kecamatan Sayung tergolong tinggi.

Salah satu langkah awal yang dapat dilakukan dalam pengelolaan bencana banjir rob ini yaitu dengan melakukan pemetaan area genangan banjir rob. Pemetaan dilakukan dengan metode penginderaan jauh. Penginderaan jauh sendiri merupakan ilmu atau seni untuk mengidentifikasi, mengamati dan mengukur suatu obyek tanpa kontak langsung dengan objek tersebut (Hernoza *et al.*, 2020). Data muka air laut, penurunan muka tanah dan ketinggian muka tanah akan dikumpulkan dan diolah kemudian digunakan untuk mengamati luasan genangan rob yang terjadi. Dengan mengetahui pemetaan genangan banjir, dapat memberikan dampak kepada masyarakat sebagai langkah preventif banjir rob di pesisir Kecamatan Sayung, Kabupaten Demak.

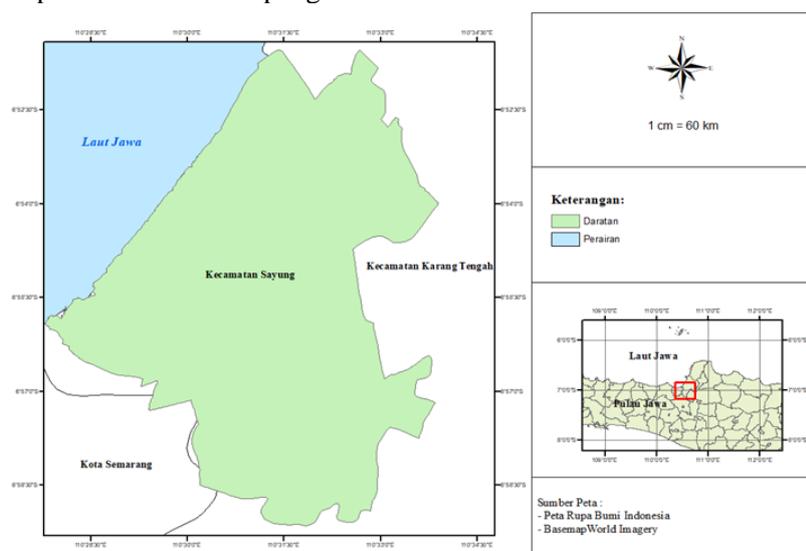
MATERI DAN METODE

Lokasi Penelitian

Penelitian dilaksanakan di daerah Sayung, Demak pada koordinat $110^{\circ} 27' 24'' - 110^{\circ} 33' 47''$ BT dan $6^{\circ} 51' 31'' - 6^{\circ} 59' 17''$ LS (Gambar 1). Waktu penelitian pada bulan Mei 2022 dan Maret 2023.

Data Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu pasang surut tahun 2013-2023 yang didapatkan dari Badan Informasi Geospasial (BIG) dan Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG). Data citra satelit SAR Sentinel-1 dan Sentinel 2A dengan resolusi 20 dan 10 meter didapatkan dari <https://scihub.copernicus.eu/>. Data peta Rupa Bumi Indonesia (RPI) Kabupaten Demak dengan skala 1:25.000 didapatkan dari BIG. Data ketinggian permukaan bumi didapatkan dari *Digital Elevation Model Over Europe* (EU-DEM) dengan resolusi 30 meter dan dapat di unduh di website <https://ec.europa.eu/eurostat/web/gisco/geodata/digital-elevation-model/eu-dem#Aspect>. Data batas genangan banjir rob terjauh didapatkan dari survi lapangan.



Gambar 1. Lokasi Penelitian Kecamatan Sayung, Demak

Metode Penelitian

Penentuan Stasiun Pengamatan

Metode yang digunakan untuk menentukan lokasi genangan banjir rob pada penelitian ini dengan menggunakan teknik wawancara mendalam atau in-depth interview. Metode ini dilakukan untuk mendapatkan titik genangan banjir rob di Kecamatan Sayung, Demak. Wawancara dilakukan kepada Bappeda Kabupaten Demak serta Kepala Dinas Kelautan dan Perikanan Demak. Dan masyarakat sekitar pesisir Kecamatan Sayung. Informasi yang diperoleh terkait tinggi genangan, jangkauan, durasi dan penanganan banjir rob. Selanjutnya dilakukan validasi kesesuaian lokasi hasil pemetaan dengan kenyataan yang ada di lapangan. Survey dilakukan di Desa Bedono, Timbulsloko, Sriwulan dan Sidogemah.

Pengolahan Data Pasang Surut

Data pasang surut diolah menggunakan metode *least square*. Menurut Ongkosono (1989), metode *least square* merupakan metode yang efektif digunakan untuk menghitung pasang surut karena menghasilkan sembilan komponen pasang surut beserta elevasinya. Pada penelitian ini, metode *least square* digunakan untuk menentukan *mean sea level* (MSL) harian, bulanan, tahunan, atau lainnya. Selain itu juga untuk memperoleh nilai formzahl yang digunakan untuk menentukan tipe pasang surut di Kecamatan Sayung, Demak.

Pengolahan Data Kenaikan Muka Air Laut

Data diolah menggunakan metode *least square* untuk mendapatkan *mean sea level* (MSL) serta *highest high water level* (HHWL) dalam kurun waktu 10 tahun (2013-2023), kemudian diolah menggunakan Microsoft Excel dengan metode regresi linier untuk mendapatkan tren kenaikan muka air laut.

Pengolahan Data Penurunan Muka Tanah

Metode yang digunakan adalah pendekatan DInSAR menggunakan perangkat lunak *Sentinel Application Platform* (SNAP), yang disediakan oleh *European Space Agency* (ESA) untuk tujuan pemrosesan data Sentinel dan kompatibel dengan Windows (Akbar *et al.*, 2015). Informasi tentang fase interferogram dari dua pengamatan SAR yang dibuat pada berbagai waktu, dimana unsurnya adalah sebagai berikut:

$$\varphi = \varphi_{topografi} + \varphi_{deformasi} + \varphi_{atmosfer} + \varphi_{noise}$$

Dimana φ adalah beda fase, $\varphi_{topografi}$ adalah fase yang dipengaruhi topografi, $\varphi_{atmosfer}$ adalah fase yang dipengaruhi atmosfer, φ_{noise} adalah fase yang dipengaruhi noise. Selanjutnya, penentuan laju penurunan muka tanah untuk menentukan laju penurunan muka tanah tahunan setelah menggunakan algoritma DInSAR. Penurunan muka tanah dihitung setiap tahun dengan menggunakan persamaan Hidayat *et al.* 2020.

$$Velocity\ PMT = \frac{Nilai\ PMT * 365}{Selang\ waktu\ akuisisi\ pasangan\ citra\ (dalam\ hari)}$$

Pengolahan Data Luasan Genangan Rob

Raster Calculator digunakan untuk membuat model genangan banjir. Data DEM dan nilai tinggi muka air laut yang merupakan selisih antara HHWL dan MSL dimasukkan untuk membuat model genangan banjir rob. Nilai MSL yang telah ditentukan dengan menggunakan metode *least square* digunakan untuk menentukan luas genangan banjir rob. Selanjutnya data diolah untuk mendapatkan kedalaman air genangan banjir rob (WD) dengan menggunakan data DEM (ketinggian tanah) dan elevasi (tinggi muka air laut) dengan menggunakan persamaan:

$$WD = con(con([DEM]Elevasi, Elevasi), con([DEM]Elevasi, Elevasi) - [DEM], 0)$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Pasang Surut

Hasil Hasil analisa pasang surut di Kecamatan Sayung, Demak berupa grafik pasang surut dan konstanta harmonik pasang surut disajikan pada Tabel 1 dan Gambar 2. Hasil perhitungan nilai formzahl diperoleh sebesar 0,6183 yang menunjukkan bahwa tipe pasang surutnya adalah campuran condong harian ganda. Selama periode 24 jam terdapat dua pasang naik dan dua pasang surut, meskipun kadang-kadang hanya ada

satu pasang dengan ketinggian berbeda dan satu surut, baik pada berbagai ketinggian dan interval. Pasang surut ini serupa dengan penelitian yang dilakukan oleh Prayoga & Barus (2021), yang memperoleh tipe pasang surut campuran harian ganda dengan nilai formzahl sebesar 0,77.

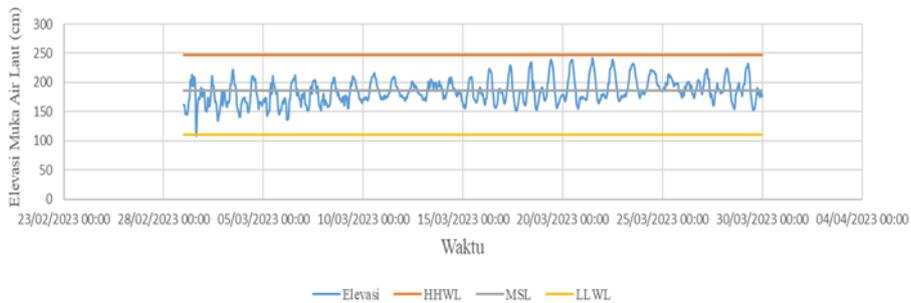
Nilai MSL yang didapatkan pada Kecamatan Sayung, Demak sebesar 186 cm. Berdasarkan hasil dari konstanta harmonik pasang surut didapatkan nilai HHWL sebesar 242,7 cm dan nilai LLWL sebesar 110 cm. Maka selisih dari HHWL dan MSL sebesar 56,7 cm.

Laju Kenaikan Muka Air Laut

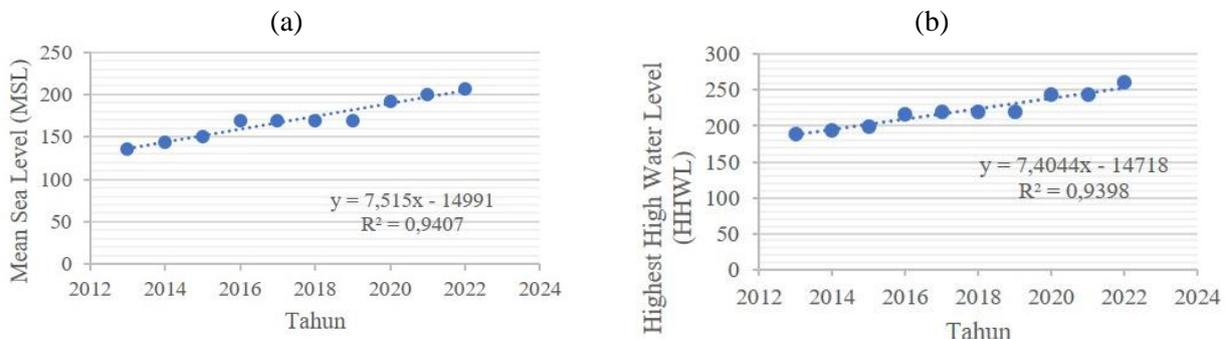
Laju kenaikan muka air laut dianalisa dari dua sumber data yaitu BIG dan BMKG. Dari hasil perhitungan kenaikan muka air laut Perairan Demak tahun 2013-2022 (data BIG), didapatkan nilai trend linier MSL $y = 7,515x - 14991$. Laju MSL yang didapatkan adalah sebesar 7,5 cm/tahun. Sedangkan nilai trend linier HHWL yaitu $y = 7,4044x - 14718$. Maka laju HHWL yang didapatkan sebesar 7,4 cm/tahun (Gambar 3).

Tabel 2. Konstanta harmonik pasang surut Kecamatan Sayung Maret 2023

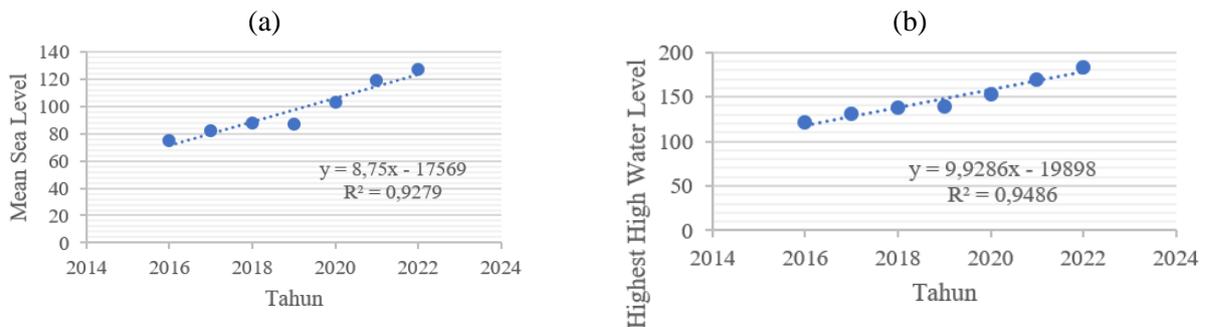
	M2	S2	N2	K1	O1	M4	MS4	K2	P1	S0
A (cm)	11,37	5,41	3,72	19,31	7,83	0,38	0,54	1,47	6,38	186
g°	12,9	284,7	288,6	228,2	103,2	297,8	151,9	307,1	235,3	



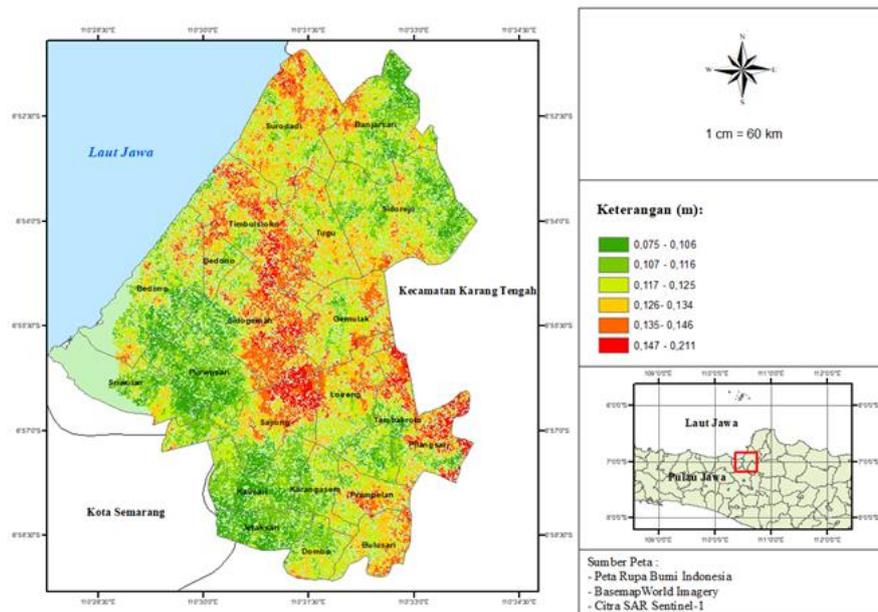
Gambar 2. Grafik pasang surut Kecamatan Sayung Bulan Maret 2023



Gambar 3. Grafik MSL (a) dan HHWL (b) dari data BIG.



Gambar 4. Grafik MSL (a) dan HHWL (b) dari data BMKG.



Gambar 5. Penurunan muka tanah Kecamatan Sayung tahun 2021 – 2023.

Sedangkan analisis kenaikan muka air laut dari data BMKG tahun 2016-2022 diperoleh nilai trend linier MSL $y = 8,75x - 17569$. Laju MSL yang didapatkan adalah sebesar 8,7 cm/tahun. Sedangkan nilai trend linier HHWL yaitu $y = 9,9286x - 19898$. Maka laju HHWL yang didapatkan sebesar 9 cm/tahun (Gambar 4).

Hasil ini menunjukkan bahwa kenaikan muka air laut terjadi tiap tahun. Hasil ini belum dikoreksi dengan nilai penurunan muka tanah yang terjadi. Angka yang didapat cukup tinggi menurut Kresteva *et al.* (2014), dari nilai pasang surut umumnya kecil sekali namun yang besar adalah nilai *subsidence* atau penurunan muka tanahnya. Penelitian ini sesuai dengan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Utami *et al.* (2017), yang mendapatkan laju kenaikan muka air laut sebesar 8,294 cm/tahun pada tahun 2011 - 2016.

Laju Penurunan Muka Tanah

Hasil perhitungan penurunan muka tanah di Kecamatan Sayung tahun 2021-2023 berkisar antara 7-21 cm dan penurunan muka tanah terbesar terjadi di Desa Pilangsari. Penelitian sebesar 0,130 – 8,546 cm/tahun. Hasil serupa lainnya juga didapatkan pada penelitian oleh Dwiakram *et al.* (2021), dengan penurunan muka tanah sebesar 0 – 7,43 cm/tahun. Sedangkan pada penelitian yang dilakukan oleh Salsabila *et al.* (2021), pada Kecamatan Sayung penurunan muka tanah yang terjadi rata – ratanya adalah sebesar ± 10 cm/tahun. Apabila dilihat dari peta penurunan muka tanah pada Gambar 7 terlihat bahwa penurunan muka tanah selama 3 tahun terakhir justru tidak hanya terjadi pada daerah sekitar pesisir namun juga terjadi di Kawasan lainnya. Menurut Dwiakram *et al.* (2021), Di Kecamatan Sayung, beban bangunan berpengaruh signifikan terhadap kejadian penurunan muka tanah. Dataran alluvial yang membentuk geologi Kecamatan Sayung juga memungkinkan terjadinya penurunan muka tanah sebagai akibat dari konsolidasi tanah alluvium. Besaran penurnan muka tanah ditunjukkan pada Gambar 5.

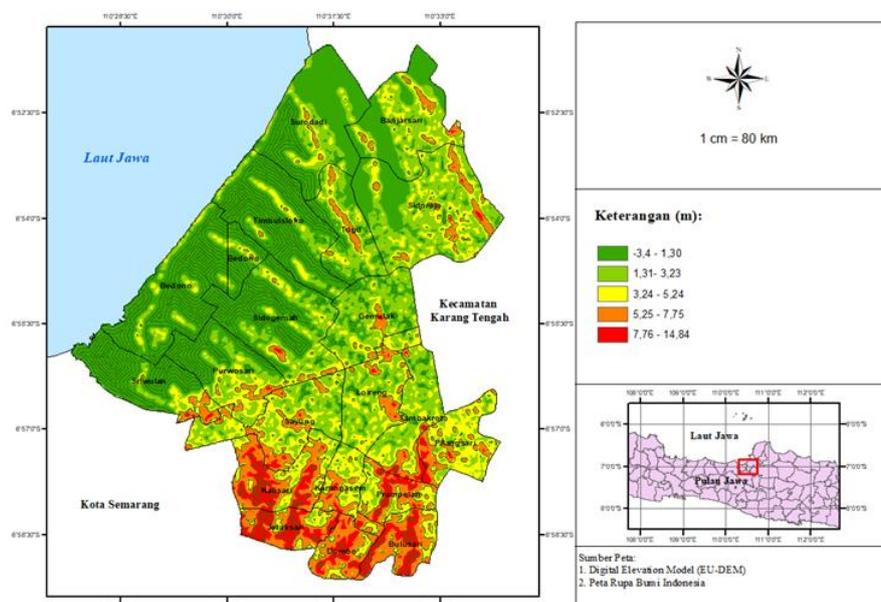
Analisis Topografi

Hasil elevasi ketinggian muka tanah pada Gambar 6 menunjukkan bahwa topografi Kecamatan Sayung memiliki ketinggian antara 0 hingga 14,84 meter di atas permukaan laut dengan daerah tertinggi di Desa Prampelan terendah di Desa Bedono. Hal ini menunjukkan bahwa topografi di Kecamatan Sayung cenderung lebih rendah pada daerah pesisir. Menurut Hidayat *et al.* (2020), penelitian sebelumnya menyatakan bahwa daerah di sekitar pesisir cenderung memiliki topografi sebesar 0,6,55 meter di atas permukaan laut.

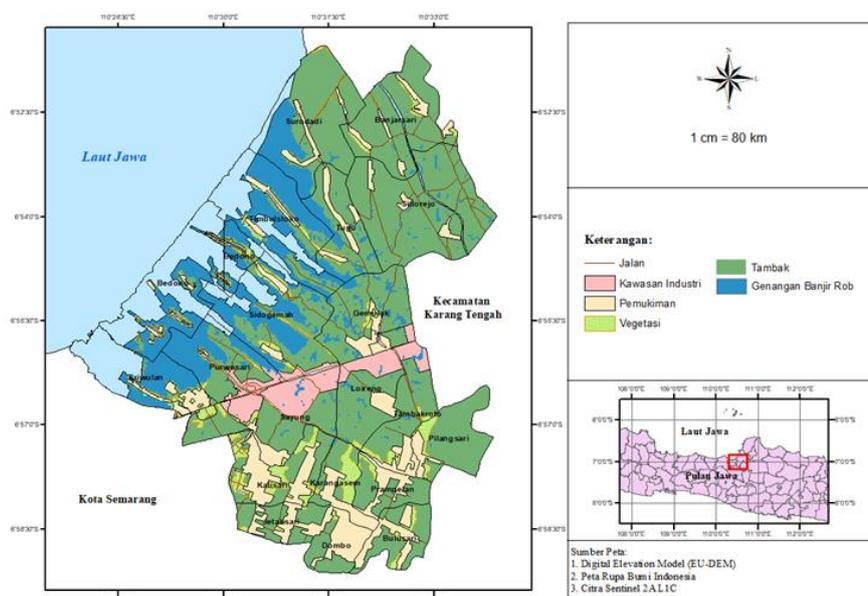
Perbedaan ketinggian tanah ini umumnya terjadi karena adanya fenomena penurunan muka tanah. Menurut pendapat dari Asrofi (2017), akibat topografinya yang rendah dan dekatannya jarak dengan laut, wilayah ini rentan terhadap genangan banjir rob. Menurut Subardjo (2004), topografi pada Kecamatan Sayung, Demak tergolong rendah dengan elevasi kurang dari 2% dan ketinggian 0 – 5 meter di atas permukaan laut.

Analisis Genangan Rob

Berdasarkan pemodelan geospasial banjir rob di Kecamatan Sayung bulan Maret 2023, total luasan daerah yang tergenang banjir rob adalah sebesar 1266,52 hektar dengan daerah yang terparah adalah pada Desa Timbulsloko sebesar 290,51 hektar. Hal ini divalidasi oleh hasil wawancara dengan Kepala Dinas Kelautan dan Perikanan, Muhammad Sulhan yang menyatakan bahwa desa yang paling parah adalah Desa Sriwulan, Desa Bedono, Desa Timbulsoko dan Desa Sidogemah. Menurut pernyataan masyarakat sekitar banjir rob ini merupakan dampak dari penurunan muka tanah sehingga setiap setidaknya 5 tahun sekali masyarakat sekitar harus meninggikan bangunan rumahnya. Menurut Dwiakram *et al.* (2020), selain akibat oleh curah hujan, banjir rob di daerah Sayung banjir rob di Demak diperparah dengan adanya genangan air hujan atau banjir kiriman serta banjir lokal akibat pembalikan sistem drainase. Peta genangan rob pada Kecamatan Sayung bulan Maret 2023 disajikan pada Gambar 7.



Gambar 6. Peta Topografi Kecamatan Sayung, Demak



Gambar 7. Peta Genangan Banjir Rob Kecamatan Sayung, Demak

Fenomena banjir rob ini merupakan fenomena akibat dari perubahan iklim yang frekuensinya berulang dalam kurun waktu yang tidak lama. Hal ini mengakibatkan masyarakat sudah terbiasa dan tidak ada pilihan lain untuk menerima banjir rob sebagai fenomena harian (Asrofi *et al.* 2017). Menurut Haloho & Purnaweni (2020), dampak banjir rob ini meliputi aspek ekonomi, infrastruktur, serta sosial. Banjir rob sangat mempengaruhi perekonomian pada Kecamatan Sayung yaitu lahan tambak serta pertanian yang dimiliki masyarakat sudah tergenang banjir rob. Jalanan pada Kecamatan Sayung juga sering tergenang oleh banjir rob sehingga tidak bisa dilewati. Sedangkan dampak sosial banjir rob adalah terganggunya aktivitas masyarakat seperti kegiatan pembelajaran serta keseharian untuk berkegiatan dan bekerja.

KESIMPULAN

Perairan Sayung, Demak memiliki tipe pasut campuran condong harian ganda, dengan nilai Formzahl sebesar 0,6183. Hasil pengolahan spasial, terjadi banjir rob di Kecamatan Sayung pada bulan Maret 2023 seluas 1.266,52 hektar, dimana lahan yang tergenang memiliki topografi lebih rendah dari selisih 56,7 cm antara HHWL dan MSL. Hal ini dipengaruhi oleh penurunan muka tanah sebesar 7–21 cm/tahun pada tahun 2021–2023 dan kenaikan muka air laut sebesar 7,5 cm/tahun pada tahun 2013–2022.

DAFTAR PUSTAKA

- Asrofi, A. Ritohardoyo, S., & Hadmoko, D.S. 2017. Strategi Adaptasi Masyarakat Pesisir Dalam Penanganan Bencana Banjir Rob Dan Implikasinya Terhadap Ketahanan Wilayah (Studi Di Desa Bedono Kecamatan Sayung Kabupaten Demak Jawa Tengah). *Jurnal Ketahanan Nasional*, 23(2): 125-144.
- Dwiakram, N., Amarrohman, F. J., & Prasetyo, Y. 2020. Studi Penurunan Muka Tanah Menggunakan Dinsar Tahun 2017-2020 (Studi Kasus: Pesisir Kecamatan Sayung, Demak). *Jurnal Geodesi Undip*, 10(1): 269-276.
- Haloho, E. H. & Purnaweni, H. 2020. Adaptasi Masyarakat Desa Bedono Terhadap Banjir Rob di Kecamatan Sayung, Kabupaten Demak, Jawa Tengah. *Journal of Public Policy and Management Review*, 9(4): 150-158. <https://doi.org/10.14710/jppmr.v9i4.28997>.
- Hernoza, F., Susilo, B., & Erlansari, A. 2020. Pemetaan Daerah Rawan Banjir Menggunakan Penginderaan Jauh Dengan Metode Normalized Difference Vegetation Index, Normalized Difference Water Index Dan Simple Additive Weighting (Studi Kasus: Kota Bengkulu). *Rekursif: Jurnal Informatika*, 8(2):144-152. <https://doi.org/10.33369/rekursif.v8i2.10562>
- Hidayat, T. A., Helmi, M., Widada, S., Satriadi, A., Setiyono, H., Ismanto, A., & Yusuf, M. 2020. Pengolahan Data Satelit Sentinel-1 dan Pasut untuk Mengkaji Area Genangan Akibat Banjir Pasang di Kecamatan Sayung, Kabupaten Demak. *Indonesian Journal of Oceanography*, 2(4): 306-312.
- Jayusman, I., & Shavab, O. A. K. 2020. Studi Deskriptif kuantitatif tentang aktivitas belajar mahasiswa dengan menggunakan media pembelajaran edmodo dalam pembelajaran sejarah. *Jurnal artefak*, 7(1).
- Kresteva, G. D., Rochaddi, B., & Satriadi, A. 2014. Studi Kenaikan Muka Air Laut di Perairan Kendal. *Journal of Oceanography*, 3(4): 535-539.
- Muskananfolo. M.R., Supriharyono, & Febrianto, S. 2020. Spatio-temporal analysis of shoreline change along the coast of Sayung Demak, Indonesia using Digital Shoreline Analysis System. *Elsevier: Regional Studies in Marine Science*. p.34.
- Ongkosongo, O. S. R. 1989. *Penerapan Pengetahuan dan Data Pasang-Surut Dalam Pasang-Surut*, Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi-LIPI. Jakarta : pp.241-254.
- Prayoga, T., & Barus, L. S. 2021. Analisis Penentuan Pembangunan Dermaga Berdasarkan Analisis Citra Sentinel 2A di Perairan Delta Wulan Kota Pesisir Demak. *Jurnal Indonesia Sosial Teknologi*, 2(11): 2069-2081.
- Rahmawan, L. E., Yuwono, B. D., & Awaluddin, M. 2016. Survei Pemantauan Deformasi Muka Tanah Kawasan Pesisir Menggunakan Metode Pengukuran GPS Di Kabupaten Demak Tahun 2016 (Studi Kasus: Pesisir Kecamatan Sayung, Demak). *Jurnal Geodesi Undip*, 5(4): 44-55.
- Ramadhani, Y. P., Praktiko, I. & Suryono, C. A. 2021. Perubahan Garis Pantai Menggunakan Citra Satelit Landsat di Pesisir Kecamatan Sayung, Kabupaten Demak. *Journal of Marine Research*, 10(2): 299-305. <https://doi.org/10.14710/jmr.v10i2.30468>.

- Riyanti, A. H., Suryanto, A., & Ain, C. 2018. Dinamika Perubahan Garis Pantai Di Pesisir Desa Surodadi Kecamatan Sayung Dengan Menggunakan Citra Satelit. *Management of Aquatic Resources Journal*, 6(4): 433-441.
- Salsabila, A. Q., & Prasetyo, Y. 2020. Analisis Penurunan Muka Tanah (Pmt) Menggunakan Metode Differential Interferometry Synthetic Aperture Radar (Dinsar). (Studi Kasus: Pesisir Kabupaten Demak). *Jurnal Geodesi Undip*, 10(1): 233-240.
- Sasmito, B. 2020. Analisis Perubahan Garis Pantai Akibat Kenaikan Muka Air Laut Pantai Kabupaten Demak. *Elipsoida: Jurnal Geodesi dan Geomatika*, 3(02): 178-184.
- Utami, W. S., Subardjo, P., & Helmi, M. 2017. Studi perubahan garis pantai akibat kenaikan muka air laut di Kecamatan Sayung, Kabupaten Demak. *Journal of Oceanography*, 6(1): 281-287.
- Wirawan, A. R., Yuwono, B. D., & Sabri, L. M. 2019. Pengamatan penurunan muka tanah Kota Semarang metode survei GNSS tahun 2018. *Jurnal Geodesi Undip*, 8(1): 418-427.