

PENENTUAN NILAI AMBANG BATAS DALAM PRAKIRAAN POTENSI BANJIR PESISIR DI UTARA JAKARTA *DETERMINATION OF THRESHOLD VALUE IN ESTIMATING COASTAL FLOOD INUNDATION ON THE NORTH JAKARTA*

Iman^{1,*}, Arinda Rizky², Ardiyansah³, dan Wahyu Nugroho Pratama⁴

^{1,2,3,4} Stasiun Meteorologi Kelas I Maritim Tanjung Priok, Jalan Padamarang No. 4A
Pelabuhan Tanjung Priok, Kota Jakarta Utara, Kode Pos

*Email: iman4bmk@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini menganalisis ambang batas prakiraan banjir pesisir atau rob di wilayah pesisir utara Jakarta, terutama pada musim pasang maksimum di tahun 2023. Banjir pesisir atau rob terjadi akibat kombinasi fenomena pasang surut laut yang dipengaruhi oleh gravitasi bulan, matahari, serta faktor-faktor meteorologi lainnya seperti arah angin, kecepatan angin, dan tinggi gelombang. Data utama yang digunakan mencakup prediksi pasang surut dari Pushidros-AL, tinggi muka air dari Dinas Sumber Daya Air DKI Jakarta, serta data klimatologis dari BMKG. Hasil penelitian menunjukkan bahwa banjir pesisir lebih sering terjadi pada musim DJF (Desember, Januari, Februari) dan JJA (Juni, Juli, Agustus), dimana nilai prediksi pasang $\geq 1,0$ m dengan tinggi muka air (TMA) ≥ 220 cm dapat digunakan sebagai ambang batas untuk peringatan dini. Korelasi antara prediksi pasang dan observasi TMA menunjukkan nilai korelasi rata-rata sebesar 0,9, menandakan hubungan yang kuat antara keduanya. Selain itu, analisis data meteorologi menunjukkan bahwa angin baratan di musim DJF dan angin timuran di musim JJA berpengaruh terhadap peningkatan tinggi muka air laut, memperkuat potensi terjadinya banjir pesisir. Dengan temuan ini, penelitian memberikan rekomendasi terkait peringatan dini rob berbasis ambang batas prediksi pasang surut dan TMA untuk wilayah pesisir utara Jakarta.

Kata kunci: banjir pesisir, rob, pasang surut, prediksi pasang, tinggi muka air, peringatan dini

ABSTRACT

This study analyzes the threshold values for coastal flooding or tidal flood (rob) forecasts in the northern coastal area of Jakarta, particularly during the maximum tidal periods in 2023. Coastal flooding or rob occurs due to a combination of tidal phenomena influenced by the gravitational pull of the moon and the sun, as well as other meteorological factors such as wind direction, wind speed, and wave height. The primary data used include tidal predictions from Pushidros-AL, water level measurements from the Jakarta Provincial Water Resources Agency, and climatological data from BMKG. The study results show that coastal flooding is more frequent during the DJF (December, January, February) and JJA (June, July, August) seasons, where a tidal prediction of ≥ 1.0 m and water level (TMA) ≥ 220 cm can be used as the threshold for early warning. The correlation between tide predictions and TMA observations indicates an average correlation value of 0.9, signifying a strong relationship between the two. Furthermore, meteorological data analysis shows that westerly winds during DJF and easterly winds during JJA contribute to sea-level rise, increasing the potential for coastal flooding. Based on these findings, the study provides recommendations for early warning systems for tidal floods based on the threshold values of tidal predictions and TMA for the northern coastal region of Jakarta.

Keywords: coastal flooding, tidal flood, tides, tidal prediction, water level, early warning

1. Pendahuluan

Indonesia merupakan negara maritim yang mempunyai perairan luas yang terdiri dari gugusan kepulauan sehingga banyak wilayah yang berbatasan langsung dengan perairan atau yang biasa disebut dengan wilayah pesisir. Lingkungan pesisir merupakan lingkungan yang sangat dinamis dengan berbagai penggunaan lahan yang sangat kompleks [1] [4] [5]. Indonesia sebagai negara kepulauan mempunyai daerah pesisir yang sangat strategis yang dapat dioptimalkan untuk mendukung pelaksanaan pembangunan. Banyak perkotaan dan kawasan strategis di Indonesia yang terletak di kawasan pesisir, salah satunya adalah DKI Jakarta. Namun demikian, disisi lain, kawasan pesisir juga merupakan kawasan yang sangat rawan untuk terkena bencana seperti banjir pesisir atau rob, tsunami, dan gelombang badai (*storm surge*) yang dapat mengancam masyarakat sekitar pesisir.

Kenaikan tinggi muka laut yang menyebabkan meluapnya air laut dinamakan rob. Beberapa faktor yang dapat menyebabkan naiknya tinggi muka laut yaitu astronomi, meteorologi, dan tektonik. Namun faktor yang paling berpengaruh terhadap tinggi muka laut adalah pasang surut. Interaksi antara pasang surut dan tinggi gelombang mengakibatkan pasang air laut yang signifikan dengan tinggi melebihi batas normal pasang maksimum bulanan. Kedua faktor ini mengakibatkan banjir dalam skala besar dengan area genangan yang lebih luas [7].

Kenaikan muka air laut akibat pasang merupakan fenomena alam biasa dan bisa diprediksi. Kejadian pasang surut tersebut akibat pergerakan matahari, bumi, bulan, dan benda-benda langit lainnya. Gelombang

pasang akibat kenaikan muka air laut disebabkan oleh pasang surut, disamping itu juga diakibatkan oleh faktor-faktor lain seperti dorongan air, *swell* (gelombang yang ditimbulkan dari jarak jauh), dan badai tropis yang merupakan fenomena yang sering terjadi di laut. Gabungan atau interaksi dari itu semua menimbulkan anomali muka air laut yang menyebabkan banjir rob [8].

Beberapa ahli/pakar menyebutkan bahwa banjir akibat pasang air laut ini telah memberikan dampak negatif terhadap kawasan pemukiman pesisir. Dampak banjir akibat pasang air laut telah merubah fisik lingkungan dan memberikan tekanan terhadap masyarakat, bangunan, dan infrastruktur pemukiman yang ada di kawasan tersebut. Kawasan pesisir di utara Jakarta merupakan salah satu pusat pertumbuhan ekonomi dan industri yang mempunyai pengaruh besar terhadap perekonomian Jakarta secara keseluruhan dan bahkan secara nasional. Dengan adanya fenomena kenaikan muka air laut diperkirakan genangan banjir pesisir akan semakin meluas yang pada akhirnya mengakibatkan kerugian dan kerusakan yang besar di kawasan pesisir [13].

Banjir ini sering kali terjadi pada saat pasang laut tinggi, yang dipengaruhi oleh gravitasi bulan dan matahari. Selain itu, curah hujan tinggi yang terjadi di daratan dapat memperparah banjir rob karena memperlambat aliran air menuju laut, menyebabkan genangan yang lebih lama di wilayah pesisir [3].

Dengan adanya fenomena banjir pesisir atau rob, diperlukan adanya penelitian untuk dapat menentukan nilai ambang batas yang menjadi rujukan atau acuan dalam pembuatan peringatan dini potensi banjir pesisir/rob di utara Jakarta.

2. Landasan Teori

2.1. Banjir Pesisir (Rob)

Banjir rob merupakan genangan air pada bagian daratan pantai yang terjadi pada saat air laut pasang. Banjir rob menggenangi bagian daratan pantai atau tempat yang lebih rendah dari muka air laut pasang tinggi (*high water level*) [11]. Banjir rob menjadi ancaman yang terjadi pada hampir setiap datangnya musim penghujan di daerah pesisir pantai. Bencana ini memberi dampak pada kehidupan masyarakat yang tinggal di wilayah pesisir. Tidak hanya berdampak pada kerusakan infrastruktur dan sarana wilayah, namun juga pada sosial dan ekonomi masyarakat setempat [9].

Kawasan pesisir merupakan dataran rendah yang elevasi muka tanahnya sama dengan elevasi air laut pasang rata-rata (*mean sea level*) dan menjadi tempat bermuaranya sungai-sungai sehingga kawasan ini rentan terhadap peningkatan muka air laut. Kenaikan permukaan air laut (*sea level rise*) asal mulanya merupakan serangkaian dari proses pasang surut air laut. Ketinggian air laut yang melebihi topografi di daratan menyebabkan naiknya air laut ke daratan, kejadian ini dikenal dengan peristiwa alam banjir akibat pasang surut air laut atau disebut juga sebagai banjir rob [2].

2.2. Pasang Surut

Pasang surut mempunyai hubungan yang erat terhadap pengaruh gaya gravitasi benda-benda langit khususnya bulan dan matahari. Pasang surut (*pasut*) merupakan salah satu gejala alam yang tampak nyata di laut, yakni suatu gerakan vertikal (naik turunnya air laut secara teratur dan berulang-ulang) dari seluruh partikel massa air laut dari permukaan sampai bagian terdalam dari dasar laut [12]. Gerakan tersebut

disebabkan oleh pengaruh gravitasi (gaya tarik menarik) antara bumi dan bulan, bumi dan matahari, atau bumi dengan bulan dan matahari. Gelombang-gelombang laut yang paling panjang adalah yang berhubungan dengan pasang surut dan dikarakterisasi oleh naik dan turunnya permukaan laut yang berirama setelah periode beberapa jam. Pasang naik biasanya disebut sebagai aliran/*flow* (atau *flood*), sedangkan pasang turun dinamakan surut (*ebb*) [10].

Pasang surut purnama (*spring tide*) terjadi ketika bumi, bulan, dan matahari berada dalam suatu garis lurus. Pada saat tersebut terjadi pasang tinggi yang sangat tinggi dan pasang rendah yang sangat rendah. Pasang surut purnama ini terjadi dua kali setiap bulan, yakni pada saat bulan baru dan bulan purnama (*full moon*). Sedangkan pasang surut perbani (*neap tide*) terjadi ketika bumi, bulan, dan matahari membentuk sudut tegak lurus, yakni saat bulan membentuk sudut 90° dengan bumi. Pada saat tersebut terjadi pasang tinggi yang rendah dan pasang rendah yang tinggi. Pasang surut perbani ini terjadi dua kali, yaitu pada saat bulan $1/4$ dan $3/4$ [6].

3. Data dan Metode Penelitian

Lokasi yang digunakan dalam penelitian ini yaitu di pesisir utara Jakarta yang secara astronomis terletak pada titik koordinat $5^\circ 54' 18''$ sampai $6^\circ 17' 60''$ LS dan $106^\circ 39'$ sampai $107^\circ 2' 60''$ BT. Waktu penelitian yang dipilih dalam penelitian ini adalah pada saat terjadi banjir pesisir saat pasang maksimum periode tahun 2023.

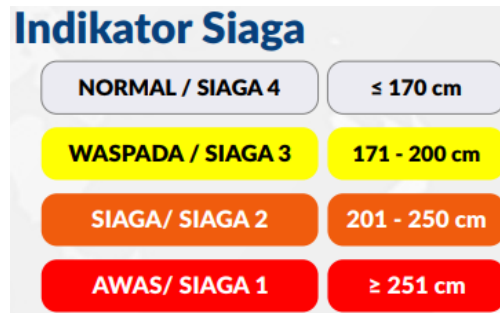
Data yang digunakan dalam penentuan nilai ambang batas untuk prakiraan banjir pesisir di utara Jakarta ini menggunakan beberapa

parameter meteorologi maritim yang saling berhubungan meliputi:

1. Data Prediksi Pasang Surut dari Pushidros - TNI AL
2. Data Tinggi Muka Air (TMA) Pintu Pasar Ikan - Laut dari Dinas Sumber Daya Air Provinsi DKI Jakarta
3. Data Klimatologis Arah dan Kecepatan Angin serta Tinggi Gelombang dari OFS BMKG periode tahun 2001-2020.

Pengolahan data untuk memperoleh nilai ambang batas tinggi muka laut dimulai dengan mengumpulkan data prediksi pasang surut Pushidros-AL dan Tinggi Muka Air (TMA) Pintu Pasar Ikan dari Dinas Sumber Daya Air Provinsi DKI Jakarta selama periode tahun 2023 yang kemudian diklasifikasikan menjadi 4 musim yaitu DJF (Desember, Januari, Februari), MAM (Maret, April, Mei), JJA (Juni, Juli, Agustus), dan SON (September, Oktober, November) untuk melihat pola pasang surut dan hubungannya dengan kondisi meteorologi menggunakan data klimatologis gelombang dan angin selama 20 tahun di pesisir utara Jakarta.

Selain itu dilakukan juga pengumpulan data kejadian banjir pesisir di wilayah utara Jakarta untuk menentukan waktu terjadinya pasang maksimum yang berdampak pada terjadinya banjir pesisir. Selanjutnya membandingkan data prediksi pasang surut dengan *monitoring* data tinggi muka air Pintu Pasar Ikan sesuai indikator siaga yang bersumber dari Dinas Sumber Daya Air Provinsi DKI Jakarta sebagai berikut:



Gambar 1. Indikator siaga tinggi muka air Pintu Pasar Ikan dari Dinas Sumber Daya Air Provinsi DKI Jakarta.

Dinas Sumber Daya Air Provinsi DKI Jakarta menyediakan data Tinggi Muka Air (TMA) yang merupakan hasil pengukuran tinggi muka air secara langsung melalui alat otomatis yang divalidasi Petugas Jaga. Data TMA tersebut kemudian digunakan untuk verifikasi terhadap data prediksi pasang surut dalam penelitian ini. Persamaan korelasi Pearson digunakan dalam penelitian ini dengan formula sebagai berikut :

$$r_{xy} = \frac{n \sum XY - \sum X \sum Y}{\sqrt{[n \sum X^2 - (\sum X)^2][n \sum Y^2 - (\sum Y)^2]}}$$

Keterangan:

n : jumlah sampel

X, Y : variabel yang akan dikorelasikan

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Nilai Ambang Batas Tinggi Muka Air

Dari hasil kombinasi nilai prakiraan pasang surut yang dibatasi mulai nilai 0.8 m ke atas (Sumber: Pushidros-AL) dan data tinggi muka air yang di batasi mulai 180 cm ke atas (Sumber: Dinas Sumber Daya Air Provinsi DKI Jakarta di Pintu Pasar Ikan) didapat hasil seperti dalam Tabel 1.1. Hasil kombinasi juga dibagi dalam 4 musim, yaitu DJF (Desember, Januari, Februari), MAM (Maret, April, Mei), JJA (Juni, Juli, Agustus), dan SON (September, Oktober, November) dengan hasil dapat dilihat

pada Tabel 1.2, Tabel 1.3, Tabel 1.4, dan Tabel 1.5.

Tabel 1.1. Perbandingan jumlah nilai prakiraan pasang dan TMA observasi tahun 2023.

TAHUN 2023					
TMA (SDA/BPBD)	PREDIKSI PASANG (PUSHIDROS)				
	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2
180 - 200	463	184	17	2	0
201 - 210	345	292	96	14	0
211 - 220	148	298	169	56	5
221 - 230	42	99	148	116	29
231 - 240	9	32	52	64	32
241 - 250	1	2	7	21	12
>= 251	0	0	2	1	1

Dari tabel 1.1 di atas dapat disimpulkan bahwa Tinggi Muka Air (TMA) ≥ 251 cm (Indikator Siaga: Awas/Siaga 1) terjadi pada Prediksi Pasang 1.0 – 1.2 m. Nilai Prediksi 1.0 m dapat dipertimbangkan sebagai indikator awal atau nilai ambang dalam menentukan potensi banjir pesisir/rob berupa Kalender Potensi Rob. Dua TMA yang paling banyak kombinasinya dengan Prediksi Pasang 1.0 m yaitu TMA 211 – 220 cm dan 221 – 230 cm (atau kalau disatukan menjadi TMA 211 – 230 cm). Jika diambil nilai tengah dari TMA 211 – 230 cm yaitu TMA 220 cm maka nilai tersebut dapat dipertimbangkan juga sebagai nilai ambang untuk menentukan waktu peringatan dini banjir pesisir diterbitkan.

Dari perbandingan nilai kombinasi TMA dan Prediksi Pasang pada 4 musim dalam Tabel 1.2, 1.3, 1.4, dan 1.5 dapat disimpulkan bahwa TMA ≥ 221 cm dengan Prediksi Pasang 1.0 - 1.2 m pada musim DJF dan JJA lebih sering terjadi dibandingkan musim MAM dan SON. Dengan demikian potensi banjir pesisir berpotensi lebih tinggi di bulan-bulan musim DJF dan JJA.

Tabel 1.2. Perbandingan jumlah nilai prakiraan pasang dan TMA observasi musim DJF tahun 2023.

DJF - 2023					
TMA (SDA/BPBD)	PREDIKSI PASANG (PUSHIDROS)				
	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2
180 - 200	123	75	13	2	0
201 - 210	59	56	36	7	0
211 - 220	25	66	52	27	1
221 - 230	6	12	37	41	16
231 - 240	1	4	11	22	15
241 - 250	0	0	2	7	4
>= 251	0	0	0	1	1

Tabel 1.3. Perbandingan jumlah nilai prakiraan pasang dan TMA observasi musim MAM tahun 2023

MAM - 2023					
TMA (SDA/BPBD)	PREDIKSI PASANG (PUSHIDROS)				
	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2
180 - 200	108	43	1	0	0
201 - 210	106	64	19	0	0
211 - 220	48	79	28	2	0
221 - 230	17	38	28	13	0
231 - 240	6	15	16	13	0
241 - 250	0	0	0	0	0
>= 251	0	0	0	0	0

Tabel 1.4. Perbandingan jumlah nilai prakiraan pasang dan TMA observasi musim JJA tahun 2023.

JJA - 2023					
TMA (SDA/BPBD)	PREDIKSI PASANG (PUSHIDROS)				
	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2
180 - 200	83	21	1	0	0
201 - 210	89	88	25	5	0
211 - 220	40	79	57	21	4
221 - 230	10	28	57	42	12
231 - 240	2	13	23	38	23
241 - 250	0	0	0	0	0
>= 251	0	0	1	0	0

Tabel 1.5. Perbandingan jumlah nilai prakiraan pasang dan TMA observasi musim SON tahun 2023.

SON - 2023					
TMA (SDA/BPBD)	PREDIKSI PASANG (PUSHIDROS)				
	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2
180 - 200	149	45	2	0	0
201 - 210	91	84	16	2	0
211 - 220	35	74	32	6	0
221 - 230	9	21	27	20	1
231 - 240	1	2	8	5	2
241 - 250	0	0	0	0	0
>= 251	0	0	0	0	0

Produk Peringatan Dini Banjir Rob yang dikeluarkan selama Tahun 2023 diambil sebagai contoh sampel dalam menguji dan menentukan nilai ambang batas TMA. Dari produk tersebut, diambil TMA tertinggi pada hari produk diterbitkan, TMA tertinggi hari pertama produk berlaku dan TMA tertinggi selama periode berlakunya produk tersebut. Berdasarkan perbandingan dengan data prediksi pasangannya didapat data sebagai berikut pada Tabel 1.6.

Tabel 1.6. Perbandingan jumlah nilai prakiraan pasang dan TMA observasi maksimum periode masa berlaku produk peringatan dini banjir rob tahun 2023.

TMA Maks. saat PD ISSUED, PD Hari 1, PD Hari Maks.					
TMA (SDA/BPBD)	PREDIKSI PASANG (PUSHIDROS)				
	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2
180 - 200	0	0	5	0	0
201 - 210	0	0	12	3	0
211 - 220	0	0	29	13	1
221 - 230	1	3	35	29	5
231 - 240	0	3	17	21	11
241 - 250	0	0	1	9	3
>= 251	0	0	0	1	1

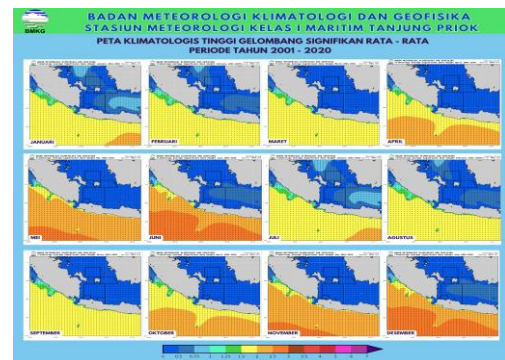
Berdasarkan Tabel 1.6 di atas menunjukkan nilai prediksi pasang pada saat terjadinya banjir pesisir/rob. Secara umum puncak pasang maksimum berkisar antara 1.0 meter sampai 1.2 meter dan bersamaan dengan adanya fase bulan baru maupun fase bulan purnama dimana pada fase bulan tersebut dapat terjadi pasang surut purnama (spring tide).

Selain itu pada saat terjadi fase bulan baru atau fase bulan purnama yang bersamaan dengan *perigee* (jarak terdekat bulan ke bumi) dapat menimbulkan pembangkit pasang surut diatas normal dan berpotensi menyebabkan terjadinya peningkatan ketinggian pasang air laut maksimum. Kenaikan tinggi muka laut tersebut dapat menyebabkan potensi terjadinya banjir pesisir/rob.

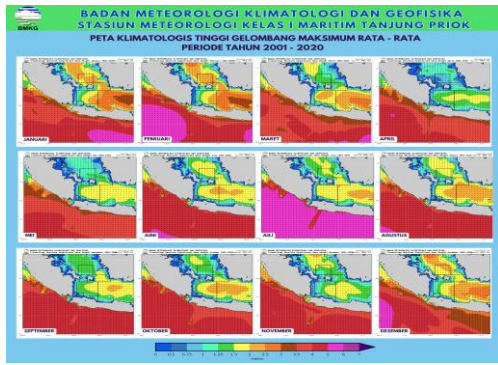
Berdasarkan tabel 1.6 dapat diketahui bahwa nilai prediksi rata-rata pasang surut minimum yang dapat menyebabkan banjir pesisir/rob adalah 1.0 meter dimana dengan nilai prediksi pasang surut tersebut TMA mencapai 220 cm. Nilai tersebut dapat digunakan sebagai *threshold* atau ambang batas, dimana pada saat prediksi pasang surut sama atau melampaui nilai tersebut perlu dipertimbangkan untuk mengeluarkan peringatan dini banjir pesisir atau Rob di wilayah pesisir utara Jakarta.

4.2 Kondisi Meteorologi

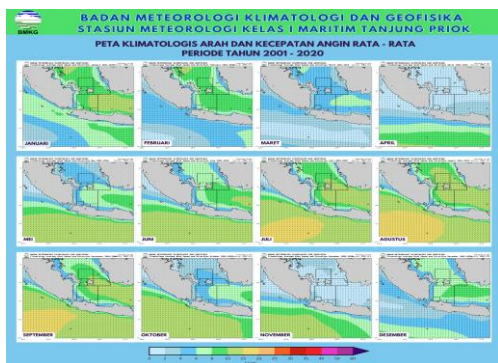
Berdasarkan analisis data klimatologis tinggi gelombang periode tahun 2001 - 2020 di wilayah perairan utara Jakarta pada Gambar 2 dan Gambar 3, secara umum tinggi muka laut pada musim DJF dan JJA menunjukkan potensi peningkatan yang menyebabkan Tinggi Muka Air laut berada di atas Tinggi Muka Air laut rata-rata (MSL/*mean sea level*).



Gambar 2. Peta Klimatologis Tinggi Gelombang Signifikan Rata-rata Periode Tahun 2001-2020.



Gambar 3. Peta Klimatologis Tinggi Gelombang Maksimum Rata-rata Periode Tahun 2001-2020.



Gambar 4. Peta Klimatologis Arah dan Kecepatan Angin Rata-rata Periode Tahun 2001-2020.

Berdasarkan Gambar 4 analisis data klimatologis arah dan kecepatan angin permukaan periode tahun 2001-2020 juga menunjukkan angin yang persisten dominan dari arah baratan pada periode DJF dan angin timuran pada periode JJA dengan kecepatan 6 - 20 Knots yang berpengaruh terhadap peningkatan kenaikan tinggi muka air laut dan dorongan air dari laut ke daratan yang terjadi di perairan utara Jakarta. Hal ini yang menjadi salah satu faktor frekuensi kejadian banjir pesisir lebih sering terjadi menjelang akhir dan awal tahun serta di pertengahan tahun. Dengan kondisi demikian, peringatan dini banjir pesisir/rob sudah bisa dikeluarkan berdasarkan prediksi pasang surut yang sudah melebihi *threshold* / ambang batas dan didukung dengan adanya

parameter-parameter meteorologis lainnya yang cukup signifikan di wilayah pesisir utara Jakarta.

4.3 Verifikasi Prediksi Pasang Surut

Berikut merupakan hasil verifikasi perbandingan nilai prakiraan pasang surut dari Pushidros-AL dan data tinggi muka air Dinas Sumber Daya Air Provinsi DKI Jakarta di Pintu Pasar Ikan. Verifikasi dilakukan secara bulanan dan selama periode peringatan dini potensi banjir pesisir pada tahun 2023.

Tabel 1.7. Hasil verifikasi prakiraan pasang surut dan TMA observasi tahun 2023.

TAHUN 2023

BULAN	KORELASI	
	BULANAN	PERDIN.
JAN	0.93	0.95
FEB	0.90	0.96
MAR	0.87	-
APR	0.86	-
MEI	0.87	0.94
JUN	0.94	0.96
JUL	0.94	0.94
AGS	0.92	0.96
SEP	0.90	-
OKT	0.91	-
NOV	0.95	0.96
DES	0.95	0.96

Berdasarkan tabel 1.7 secara umum hasil verifikasi perbandingan nilai prakiraan pasang surut dan tinggi muka air selama tahun 2023 baik secara bulanan maupun selama periode peringatan dini banjir pesisir memberikan hasil yang baik antara data prediksi pasang surut dengan data tinggi muka air observasi didapatkan hubungan yang kuat dimana korelasinya bernilai rata-rata 0.9. Dengan demikian, data tinggi muka air bisa dijadikan sebagai salah

satu acuan dalam membuat prakiraan potensi banjir pesisir atau peringatan dini Rob.

5. Kesimpulan

Berdasarkan analisis dan studi kasus pada penelitian ini dapat disimpulkan sebagai berikut:

- Data tinggi muka air (TMA) bisa dijadikan sebagai salah satu acuan dalam membuat prakiraan potensi banjir pesisir atau peringatan dini Rob karena berkorelasi kuat dengan nilai rata-rata 0,9.
- Nilai Prediksi Pasang 1.0 m dapat dipertimbangkan sebagai indikator awal atau nilai ambang dalam menentukan potensi banjir pesisir/rob yang dapat berupa Kalender Potensi Rob.
- Nilai TMA 220 cm dapat dipertimbangkan sebagai nilai ambang kapan peringatan dini banjir pesisir diterbitkan.
- TMA \geq 221 cm dengan Prediksi Pasang 1.0 – 1.2 m pada musim DJF dan JJA lebih sering terjadi dibandingkan musim MAM dan SON. Dengan demikian potensi banjir pesisir berpotensi lebih tinggi di bulan-bulan musim DJF dan JJA.
- Analisis Data Klimatologis Tinggi Gelombang periode tahun 2001-2020 di wilayah perairan utara Jakarta, secara umum tinggi muka laut pada musim DJF dan JJA menunjukkan potensi peningkatan yang menyebabkan tinggi muka laut berada di atas tinggi muka laut rata-rata (MSL/mean sea level).
- Analisis Data Klimatologis Arah dan Kecepatan Angin Permukaan periode tahun 2001-2020 menunjukkan angin yang persisten dominan dari arah baratan pada musim DJF dan angin timuran pada musim JJA dengan kecepatan 6 -

20 knots yang dapat berpengaruh terhadap peningkatan kenaikan tinggi muka air laut dan dorongan air dari laut ke daratan yang terjadi di perairan utara Jakarta. Hal ini yang menjadi salah satu faktor frekuensi kejadian banjir pesisir lebih sering terjadi menjelang akhir dan awal tahun serta di pertengahan tahun.

Daftar Pustaka

- [1] Aerts, J., Bowman, M., Dircke, P., Major, D., dan Marfai, M.A., 2009, *Connecting Delta Cities, About Global Coastal Cities and Future Chalanges*, VU University Press, Amsterdam, The Netherlands.
- [2] Imaduddina, A. H. dan Widodo, W. H. S., 2017, *Pemodelan Bahaya Bencana Banjir Rob di Kawasan Pesisir Kota Surabaya*, *Spectra*, Vol. XV, No. 30, 45-56.
- [3] Maharani, D., 2018, *Fenomena Banjir Rob di Indonesia: Studi Kasus Pantai Utara Jawa*, *Jurnal Geografi*, 14(2), 78-89.
- [4] Marfai, M.A. dan King, L., 2008, *Tidal inundation mapping under enhanced land subsidence in Semarang, Central Java Indonesia*, *Environmental Geology*, 55, 1507-1518.
- [5] Marfai, M.A., 2011, *The hazard of coastal erosion in Central Java Indonesia: an overview*, *GEOGRAFIA, Malaysia Journal of Society and Space*, Vol. 7, No. 3, 1 – 9.
- [6] Musrifin, 2012, *Analisis dan Tipe Pasang Surut Perairan Pulau Jemur Riau*, *Berkala Perikanan Terubuk*, Vol. 40, No. 1, 101-108.
- [7] Ramdhani, A., 2009, *Pemanfaatan Model Wavewatch*

III dan OTIS untuk Estimasi Potensi Rob Jakarta Utara, Universitas Indonesia, Jakarta.

- [8] Rahayu, I., 2009, *Identifikasi Kejadian Banjir Rob (Pasang) di DAS Sunter pada 9-13 Januari 2008*, Departemen Geofisika dan Meteorologi, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- [9] Sauda, R.H., Nugraha, A.L., dan Hani'ah, 2019, Kajian Pemetaan Kerentanan Banjir Rob di Kabupaten Pekalongan, *Jurnal Geodesi Undip*, Vol. 8, No. 1.
- [10] Supangat, A., 2000, *Pengantar Oseanografi*, Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- [11] Supriharjo, Dewi, R., dan Rangga, C.K., 2013, Mitigasi Bencana Banjir Rob di Jakarta Utara, *Jurnal Teknik POMITS*, Surabaya.
- [12] Surinati, D., 2007, Pasang Surut dan Energinya, *Oseana*, Vol. XXXII, No. 1, 15-22, ISSN 0216-1877.
- [13] Ward, P.J., Marfai, M.A., Yulianto, F., Hizbaron, D.R., dan Aerts, J.C.J.H., 2010, Coastal inundation and damage exposure estimation: a case study for Jakarta, *Natural Hazards*, Springer, DOI 10.1007/s11069-010-9599-1.