

Analisis Tinggi Muka Air Kanal Bandara Kota Tarakan Akibat Pengaruh Pasang Surut Menggunakan HEC-RAS 6.0

Aswar Amiruddin¹⁾, Muhammad Roem²⁾, Rahmat Faizal³⁾
^{1, 2, 3)} Universitas Borneo Tarakan, Jalan Pantai Amal No. 1 Kota Tarakan
Email: aswaramir89@gmail.com¹⁾ muhamad.roem@borneo.ac.id²⁾,
rahmatfaizal@borneo.ac.id³⁾

DOI: <http://dx.doi.org/10.29103/tj.v13i2.868>

(Received: 02 January 2023 / Revised: 14 April 2023 / Accepted: 08 June 2023)

Abstrak

Banjir akibat air pasang atau banjir rob merupakan salah satu bencana yang sering terjadi di wilayah pesisir yang menggenangi bagian daratan di wilayah pesisir yang memiliki ketinggian (elevasi) lebih rendah dari muka air laut pasang tinggi. Kejadian banjir akibat pasang ini sudah memasuki area pemukiman penduduk di beberapa titik lokasi di Tarakan termasuk di sekitar kanal bandara Kota Tarakan. Berdasarkan pengamatan lapangan terdapat pemukiman warga di sisi kiri aliran kanal bandara Kota Tarakan, sehingga genangan mengganggu aktivitas warga. Berdasarkan permasalahan tersebut penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tinggi muka air pada penampang kanal bandara Kota Tarakan akibat pasang surut dan banjir rancangan periode ulang 5 dan 10 tahunan. Metode yang digunakan untuk menganalisis tinggi muka air kanal bandara Kota Tarakan yakni menggunakan *software HEC-RAS*. Berdasarkan hasil analisis tinggi muka air menggunakan *HEC-RAS* diperoleh tinggi muka air penampang kanal bandara Kota Tarakan akibat banjir 5 tahunan dan 10 tahunan yang terjadi bersamaan dengan pasang tertinggi (HHWL) diperoleh tinggi muka air pada penampang sta 0+100 – 1+000 sebesar 3,8 m dan penampang 1+100 – 1+500 sebesar 3,81 m. Dari hasil penelitian ini maka disarankan pemerintah membangun pengendalian banjir dengan membuat tanggul dengan elevasi +4,5 m dari datum muka air terendah (LLWL).

Kata kunci: *Banjir rancangan, HEC-RAS, pasang surut, tinggi muka air,*

Abstract

Floods caused by high tides or tidal floods are one of the disasters that often occur in coastal areas that inundate the mainland areas in coastal areas that have lower elevations than the high tide sea level. The occurrence of tidal floods has entered residential areas at several locations in Tarakan, including around the Tarakan City airport canal. Based on field observations, there are residential areas on the left side of the Tarakan City airport canal, so the inundation disturbs the activities of the residents. Based on this problem, this study aims to determine the water level in the section of the Tarakan City airport canal due to tidal floods and floods with a 5-year and 10-year return period. The method used to analyze the water level of the Tarakan City airport canal is by using the *HEC-RAS* software. Based on the analysis results of the water level using *HEC-RAS*, the water level in the Tarakan City airport canal section due to a 5-year and 10-year flood that occurs simultaneously with the highest tide (HHWL) was obtained the water level at the sta 0+100 - 1+000 section is 3,8 m and the section of 1+100 - 1+500 is 3,81 m. From the results of this study, it is recommended that the government build flood control by constructing embankments with an elevation of +4,5 m from the lowest water level datum (LLWL).

Keywords: *Flood design, HEC-RAS, tides, water level,*

1. Latar Belakang

Rob atau sering disebut juga sebagai banjir pasang laut merupakan banjir di wilayah pesisir dengan elevasi permukaan lahan lebih rendah dari tinggi muka pasang tertinggi (Dewi et al., 2018). Banjir rob adalah genangan air pada bagian daratan pesisir yang terjadi pada saat air laut dalam kondisi pasang (Sauda et al., 2019). Salah satu fenomena global penyebab banjir rob adalah bertambahnya elevasi muka air laut atau lebih dikenal *sea level rise* sehingga wilayah pesisir menjadi lebih rentan terjadi banjir rob. Berdasarkan data pengamatan *tide gauges* terjadi kenaikan sebesar 1,8 mm/thn selama 70 tahun terakhir, sedangkan menurut data satelit altimetri kenaikan permukaan laut yang terjadi sebesar $3,1 \pm 0,7$ mm/thn selama periode 1993- 2003 (Joesidawati, 2013)

Pada beberapa literatur, pesisir didefinisikan sebagai daerah pertemuan antara laut dan darat (Syafitri and Rochani, 2022). Wilayah darat daerah pesisir masih dipengaruhi pasang surut, badai dari laut dan tidak sedikit mengalami intrusi air laut (Zulaykha et al., 2015). Daerah pesisir di Indonesia, merupakan daerah yang cukup berkembang, dua pertiga kota-kota di Indonesia masuk pada kategori wilayah pesisir dan jumlah penduduk Indonesia yang bermukim di wilayah pesisir diperkirakan lebih dari 60% total penduduk Indonesia (Rahmanto and Susetyo, 2018). Salah satu kota pesisir di Indonesia Kota Tarakan. Kota Tarakan dikenal dengan sebutan kota Paguntaka atau kota yang berada pada pulau kecil yang sangat kental dengan wilayah pesisir (Wijaya and Juniwati, 2018).

Sebagai kota yang akrab dengan pesisir, Kota Tarakan rentan terhadap bencana hidrometeorologi salah satunya adalah genangan yang terjadi akibat air pasang (rob). Sebagaimana disebutkan oleh Harta, dkk tahun 2021 bahwa banjir rob banyak terjadi di wilayah pesisir yang memiliki elevasi daratan lebih rendah dari permukaan air laut (Harta et al., 2021). Lokasi penelitian kali ini juga merupakan daerah yang rawan terjadi genangan ketika terjadi air pasang bersamaan dengan intensitas hujan yang tinggi. Aktivitas masyarakat di sekitar terganggu ketika terjadi genangan akibat pasang tinggi karena satu-satunya akses jalan yang dilalui warga ikut tergenang. Sehingga perlu untuk dilakukan penelitian analisis tinggi muka air di kanal bandara Kota Tarakan akibat pengaruh pasang surut dan hujan intensitas tinggi ketika terjadi disaat yang bersamaan dengan tujuan untuk memperoleh nilai tinggi muka air di setiap penampang kanal bandara dan menjadi bahan evaluasi pemerintah setempat untuk merencanakan sistem pengendalian banjir di sekitar lokasi penelitian.

2. Metode Penelitian

2.1 Lokasi Penelitian

Objek penelitian ini adalah muara sungai/kanal bandara juwata Kota Tarakan, yang mana muara sungai atau kanal ini terhubung dengan saluran drainase yang berada di dalam Bandar Udara Juwata Kota Tarakan. Panjang kanal bandara yang dijadikan sebagai objek penelitian ini adalah 1500 meter dari mulut muara ke arah hulu. Objek penelitian terletak pada koordinat $3^{\circ}19'11,75''$ LU dan $117^{\circ}33'46,4''$ BT seperti diperlihatkan pada Gambar 1.

Berdasarkan pengamatan pada *citra google earth* seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1, dapat dilihat bahwa terdapat area pemukiman warga di sisi kiri aliran muara sungai/kanal bandara Kota Tarakan sehingga jika terjadi genangan air dapat mengganggu aktivitas warga di sekitar.



Gambar 1 Lokasi penelitian

2.2 Tahapan penelitian

Metode yang digunakan untuk menghitung tinggi muka air pada saluran pada penelitian ini adalah menggunakan *software* HEC-RAS 6.0 di mana penggunaannya telah banyak dilakukan pada penelitian-penelitian terdahulu seperti pengaruh pasang surut terhadap profil muka air banjir sungai musir Kota Palembang (Andayani and Marlina, 2022), analisis tinggi muka air daerah genangan banjir rob menggunakan HEC-RAS (Harta et al., 2021) serta penelitian karakteristik banjir menggunakan HEC-RAS 5 di Kota Palembang (Al Amin et al., 2018).

Tahapan penelitian dimulai dari mengumpulkan data-data pendukung analisis tinggi muka air menggunakan HEC-RAS, diantaranya: 1) Data curah hujan bulanan yang diperoleh dari Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika (BMKG) Kota Tarakan, 2) Data curah hujan harian yang diperoleh melalui portal layanan data online BMKG (<https://dataonline.bmkg.go.id/home>), 3) Data pasang surut bulan April 2021 yang diperoleh melalui Balai Layanan Jasa dan Produk Geospasial, Surveyor Pemetaan Penyelia Badan Informasi Geospasial (BIG), 4) Data topografi muara sungai/kanal bandara Kota Tarakan yang diperoleh melalui Dinas Pekerjaan Umum, Penataan Ruang, Perumahan dan Kawasan Permukiman Provinsi Kalimantan Utara dan 5) Data tutupan lahan yang diperoleh melalui portal GIS Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan.,

Selanjutnya, data yang telah dikumpulkan dianalisis berdasarkan jenis datanya, dimulai dari melakukan koreksi terhadap data hujan harian portal layanan data online BMKG dengan data hujan bulanan yang diperoleh melalui BMKG Tarakan. Hal ini dilakukan karena terdapat beberapa perbedaan antara hasil rekapitulasi data hujan harian menjadi data hujan bulanan dari data online BMKG dan data hujan bulanan yang diperoleh melalui BMKG Kota Tarakan. Data hujan harian dari data online BMKG kemudian dianalisis menjadi data hujan bulanan untuk selanjutnya dilakukan koreksi terhadap data hujan bulanan BMKG Tarakan menggunakan metode koefisien korelasi (r) dan *root mean square error* (RMSE) yang persamaannya diperlihatkan pada persamaan (1) (Pratiwi and Santosa, 2021) dan persamaan (2) (Setiawati et al., 2020)

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (S_i - \bar{S})(G_i - \bar{G})}{(n-1) \times \sigma_S \times \sigma_G} \quad (1)$$

Keterangan:

- G = Data Curah permukaan (BMKG Tarakan)
- S = Data Curah satelit (data online BMKG)
- n = Banyak Data
- σ_G = Standar Deviasi data hujan permukaan (BMKG Tarakan)
- σ_S = Standar Deviasi data hujan satelit (data online BMKG)

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_1 - y_2)^2} \quad (2)$$

Keterangan:

- y_1 = Data AWS (data online BMKG)
- y_2 = Data manual (data BMKG Tarakan)
- n = jumlah data

Selanjutnya, data curah hujan dianalisis menggunakan analisis frekuensi yang dilakukan untuk memperoleh hubungan antara besarnya kejadian ekstrim terhadap frekuensi kejadian dengan menggunakan distribusi probabilitas sehingga diperoleh curah hujan rancangan untuk setiap periode ulang hujan yang pada penelitian ini digunakan periode ulang 5 dan 10 tahun. Analisis frekuensi membutuhkan beberapa parameter statistik diantaranya; rata-rata, standar deviasi, koefisien variasi, koefisien kemiringan, koefisien kurtosis, koefisien *reduksi mean* (Y_n), reduksi variasi (Y_t) dan reduksi standar deviasi (S_n) (Wesli, 2008). Beberapa fungsi distribusi kontinu yang sering digunakan dalam analisis frekuensi hidrologi seperti, distribusi Normal, Log normal, Gumbel, dan Log Pearson tipe III. Penentuan jenis fungsi distribusi kontinu yang digunakan menghitung hujan rancangan mengikuti Tabel 1 (Triatmodjo, 2010).

Tabel 1 Syarat batas statistik parameter distribusi

No.	Parameter Distribusi	Syarat Batas
1	Normal	$C_s \approx 0$ $C_k \approx 3$
2	Gumbel Type I	$C_s = 1,14$ $C_k = 5,4$
3	Log Normal	$C_s = 3C_v + C_v^3$ $C_k = C_v^8 + 6C_v^6 + 15C_v^4 + 16C_v^2 + 3$
4	Log Pearson Type III	Selain Nilai di atas

Debit banjir rancangan pada penelitian ini dihitung menggunakan metode rasional yang merupakan salah satu metode yang umum digunakan untuk menentukan laju aliran permukaan puncak. Parameter yang digunakan untuk menentukan debit rasional adalah koefisien aliran permukaan (C), intensitas hujan (I) dan luas daerah pengaliran (A). Koefisien pengaliran dan luas daerah pengaliran diperoleh melalui analisis spasial menggunakan data-data sekunder sedangkan intensitas dihitung menggunakan metode mononobe. Persamaan metode rasional mengikuti persamaan (3) (Suripin, 2004).

$$Q = 0,002778 C I A \quad (3)$$

Keterangan:

Q = debit banjir rancangan (m^3/dt)

C = koefisien pengaliran

I = intensitas curah hujan (mm/jam)

A = luas daerah pengaliran (ha)

Besaran intensitas hujan yang dapat dihitung dengan menggunakan beberapa metode, salah satunya adalah metode mononobe. Persamaan yang digunakan untuk menghitung intensitas mononobe mengikuti persamaan (4) (Wesli, 2008).

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t_c} \right)^{\frac{2}{3}} \quad (4)$$

Keterangan:

I = Intensitas hujan (mm/jam)

R_{24} = Curah hujan maksimum dalam 24 jam (mm)

t_c = Durasi (lamanya) hujan (menit) atau (jam)

Time Concentration (T_c) sendiri diperoleh dengan menggunakan rumus *Kirpich* seperti yang ditunjukkan oleh persamaan (5) (Natakusumah et al., 2011).

$$T_c = 0.01947 \left(\frac{L^{0.77}}{S^{0.835}} \right) \quad (5)$$

Keterangan:

L = Panjang sungai (km)

S = Kemiringan sungai (%)

Data elevasi muka air pasang tertinggi (HHWL) diperoleh melalui analisis data pasang surut menggunakan metode kuadrat terkecil (*least square*) persamaan (6). Penggunaan metode ini telah banyak dilakukan dan memberikan hasil yang baik dengan tingkat kesalahan yang kecil. Bilangan *formzahl* perairan teluk Jakarta menggunakan *least square* berkisar antara 3,78 – 4,65 sedangkan menggunakan metode *admiralty* 2,67 hingga 3,69 (Dina ‘Amalina et al., 2019). Selisih nilai amplitudo dan komponen harmonik metode *admiralty* dan *least square* tidak jauh berbeda (Prayogo, 2021). Hasil pengolahan pasang surut pada stasiun Malahayati yang diolah dengan metode *Admiralty*, *Least Square* dan *Fast Fourier Transform* menunjukkan bahwa hasil yang tidak jauh berbeda. Perbedaan nilai *Formzhal* yaitu kurang dari 0,02 sedangkan perbedaan nilai Amplitudo masing-masing komponen pasang surut kurang dari 0,1 meter (Ichsari et al., 2020). Persamaan pasang surut metode *least square* mengikuti persamaan (6)

$$\eta(t) = S_0 + \sum_{i=1}^N A_i \cos(\omega_i t - P_i) \quad (6)$$

Keterangan:

$\omega_i = 2\pi/T_i$, T_i merupakan periode komponen

P_i = Fase ke- i

$\eta(t)$ = Elevasi pasang surut (fungsi waktu)

A_i = Amplitudo ke- i

S_0 = *Mean Sea Level*

T = waktu

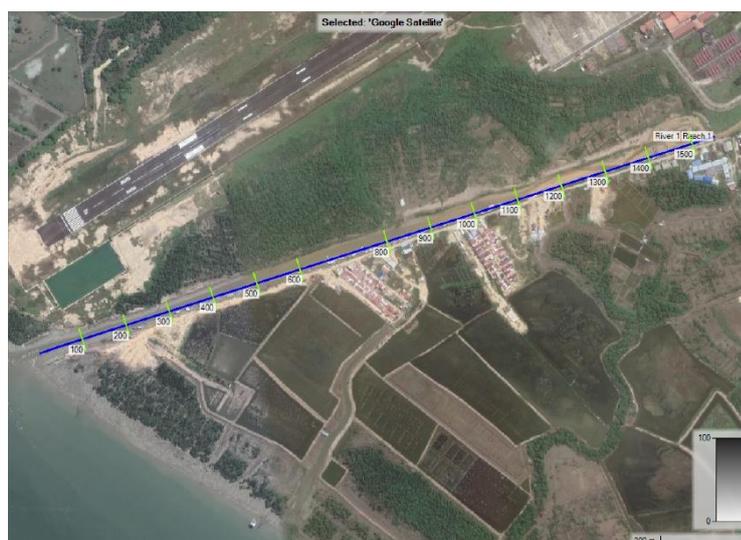
N = Jumlah Komponen

Secara prinsip, metode *least square* digunakan untuk meminimalkan persamaan elevasi pasang surut dan menghasilkan persamaan simultan. Persamaan simultan tersebut kemudian dipecahkan menggunakan analisis numerik untuk mendapatkan konstanta pasang surut. Terdapat 9 konstanta harmonik pasang surut yang umum digunakan untuk memprediksi pasang surut dan dapat ditemukan pada Tabel 2 untuk menentukan konstanta pasut yang digunakan (Triatmodjo, 2008).

Tabel 2 Komponen utama pasang surut

No	Symbol	Keterangan
0	Z0	<i>Mean sea level</i>
1	M2	Komponen utama semidiurnal bulan
2	S2	Komponen utama semidiurnal matahari
3	N2	Komponen bulan akibat variasi bulanan jarak bumi-bulan
4	K2	Komponen matahari akibat perubahan deklinasi jarak matahari-bulan
5	K1	Komponen matahari-bulan
6	O1	Komponen utama diurnal bulan
7	P1	Komponen utama diurnal matahari
8	M4	Komponen bulan
9	MS4	Komponen matahari-bulan

Selanjutnya data debit banjir rancangan dan data elevasi muka air saat pasang tertinggi atau (HHWL) digunakan untuk pemodelan tinggi muka air kanal bandara Kota Tarakan menggunakan HEC-RAS. Pemodelan HEC-RAS dimulai dari peniruan geometrik saluran. Peniruan geometrik saluran diperoleh dengan mengolah data sekunder berupa koordinat xyz hasil pengukuran topografi. Selanjutnya HEC-RAS menganalisis data xyz penampang kanal lalu menirukan geometri penampang tersebut dengan membagi saluran menjadi 14 profil melintang dengan jarak antar penampang saluran sebesar 100 m seperti diperlihatkan pada Gambar 2.



Gambar 2 Posisi stasiun penampang melintang kanal bandara Kota Tarakan

Gambar 2 memberikan penamaan masing-masing penampang dimulai dari sta 0+100 untuk penampang jarak 100 meter dari mulut muara sampai dengan sta 1+500 untuk penampang jarak 1500 meter dari mulut muara.

Selanjutnya, Perhitungan tinggi muka air pada penelitian ini menggunakan asumsi kondisi aliran *steady* atau aliran yang kecepatan dan arahnya konstan pada setiap titik di dalam aliran, hal ini dikarenakan dicoba menghitung tinggi muka air akibat pengaruh pasang tertinggi (HHWL) dan debit puncak banjir 5 tahunan dan 10 tahunan olehnya, simulasi HEC-RAS ini menggunakan asumsi sebagai berikut: a. debit puncak 5 tahunan dan HHWL, dan b. debit puncak 10 tahunan dan HHWL.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Karakteristik Daerah Tangkapan

Karakteristik daerah tangkapan yang menjadi parameter pada perhitungan banjir rancangan metode rasional adalah luas daerah tangkapan dan jenis tutupan lahan yang berpengaruh terhadap limpasan kanal bandara Kota Tarakan. Luas DAS penelitian kali ini adalah 682,72 ha. Sedangkan kondisi tutupan lahan lokasi penelitian diperlihatkan pada Tabel 3.

Tabel 3 Persentase penggunaan lahan lokasi penelitian

Tutupan Lahan	Luas (km ²)	Persentase (%)
Bandara/Pelabuhan	1,2475	18,2727
Pemukiman	2,9046	42,5448
Pertanian Lahan Kering	1,1253	16,4824
Belukar	1,549777	22,7002
Total	6,8272	100

Berdasarkan Tabel 3 diperoleh informasi bahwa pada daerah tangkapan hujan kanal/sungai bandara terdapat beberapa jenis penggunaan lahan pada lokasi DAS bandar udara yakni, tambak, mangrove, bandar udara, pemukiman, pertanian lahan kering dan belukar. Untuk penggunaan lahan yang berpengaruh terhadap pengaliran pada aliran sungai kanal bandara yaitu bandar udara, pemukiman, pertanian lahan kering dan belukar. Data penggunaan lahan Tabel 3 kemudian diinterpretasi diperoleh nilai koefisien limpasan (C) sebesar 0,373.

3.2 Hujan Rancangan

Berdasarkan hasil uji korelasi antara data hujan online BMKG dan data hujan bulanan yang diperoleh langsung pada BMKG Kota Tarakan diperoleh nilai koefisien korelasi (r) sebesar 0,8457 dan RMSE sebesar 73,11 mm. Berdasarkan tingkat keeratan yang disampaikan oleh Krisnayanti et al., 2020 nilai koefisien korelasi (r) 7,5-9,0 memiliki tingkat keeratan yang sangat kuat (Krisnayanti et al., 2020). Sehingga data hujan harian dari database online BMKG dapat digunakan untuk analisis hujan rancangan pada penelitian ini. Hasil rekapitulasi data hujan harian maksimum tahun 2011–2020 diperlihatkan pada Tabel 4.

Tabel 4 Hujan harian maksimum tahun 2011-2020 Kota Tarakan

Tahun	Curah Hujan (mm)
2011	114,6
2012	137,5
2013	117,4
2014	117,4
2015	103,6
2016	135,8
2017	157,2
2018	115,8
2019	132
2020	130,4

Nilai pada Tabel 4 selanjutnya dianalisis menggunakan persamaan statistik dasar dan diperoleh hasil koefisien skewnes (Cs) adalah 0,64331, koefisien kurtois (Cv) adalah 0,12223 dan koefisien variasi (Ck) adalah 4,40038. Hasil analisis parameter statistik dasar kemudian dicocokkan dengan parameter pada Tabel 1 dan disimpulkan untuk analisis frekuensi hujan dilakukan dengan metode log person tipe III. Data hujan Tabel 4 selanjutnya diurut dari data yang terbesar menjadi kecil kemudian diubah menjadi nilai log seperti diperlihatkan pada Tabel 5.

Tabel 5 Nilai log xi dan log xi-log x rata-rata dari nilai data hujan

No	Tahun	Curah Hujan (mm)	log xi	logxi-xlograta2
1	2017	157,2	2,1965	0,0983429758
2	2012	137,5	2,1383	0,0401931323
3	2016	135,8	2,1329	0,0347902041
4	2019	132	2,1206	0,0224643653
5	2020	130,4	2,1153	0,0171680255
6	2013	117,4	2,0697	-0,0284414690
7	2014	117,4	2,0697	-0,0284414690
8	2018	115,8	2,0637	-0,0344010065
9	2011	114,6	2,0592	-0,0389249482
10	2015	103,6	2,0154	-0,0827498105
log x rata-rata			2,0981	0,0000000000

Data Tabel 5 kemudian digunakan menghitung koefisien skewness (cs) dari data logaritma x untuk menentukan nilai koefisien distribusi log pearson III. Nilai cs yang diperoleh pada penelitian ini adalah 0,3551 yang selanjutnya digunakan untuk menentukan koefisien distribusi dari masing-masing periode ulang hujan rencana untuk memperoleh nilai hujan rencana. Hasil analisis hujan rancangan metode log pearson III dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6 Hujan rancangan metode log pearson III

T	Log X_{rata2}	KTr	Sd	Log X_T	X_T (mm)
5	2,0981	0,8196	0,0521	2,1408	138,3049
10	2,0981	1,3134	0,0521	2,1666	146,7510

3.3 Intensitas hujan dan debit banjir rancangan

Analisis intensitas hujan dilakukan untuk memperoleh gambaran distribusi hujan selama terjadinya hujan lebat, sehingga diperlukan besaran waktu durasi hujan lebat. Faradiba, 2021 menggambarkan grafik intensitas hujan pada jurnal *Analysis of Intensity, Duration, and Frequency Rain Daily of Java Island Using Mononobe Method*, pada grafik intensitas hujan terlihat bahwa pada sumbu x merupakan durasi hujan dengan satuan jam yang bernilai 8 yang berarti durasi hujan pada analisis intensitas hujan yang digunakan adalah 8 jam (Faradiba, 2021). Berdasarkan analisis intensitas hujan mononobe diperoleh intensitas hujan lokasi penelitian sebesar 11,987 mm untuk periode 5 tahunan dan 12,719 mm untuk periode ulang 10 tahunan.

Selanjutnya, debit banjir rancangan dianalisis menggunakan metode rasional seperti pada persamaan (3) dengan parameter luas daerah tangkapan air yang berpengaruh terhadap pengaliran kanal bandara, koefisien limpasan (C) dan intensitas hujan. Luas daerah tangkapan penelitian sebesar 698,5 ha dan koefisien limpasan (C) sebesar 0,3625. Dengan menggunakan intensitas hujan 11,987 mm diperoleh banjir rancangan metode rasional (Q_P) untuk periode ulang 5 tahunan sebesar 8,241 m³/detik dan intensitas hujan 12,719 mm diperoleh banjir rancangan metode rasional (Q_P) periode 10 tahun sebesar 8,744 m³/detik.

3.4 Hasil analisis pasang surut

Berdasarkan analisis pasang surut terhadap data pasang surut tanggal 01 April 2022 jam 00.00 WITA sampai dengan 15 April jam 23.00 WITA menggunakan metode *least square* diperoleh bilangan *formzahl* (F) untuk perairan Tarakan adalah 0,248 dengan jenis pasang surut semidiurnal. Adapun konstanta harmonik yang diperoleh dari analisis least square adalah dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7 Amplitudo konstanta harmonik

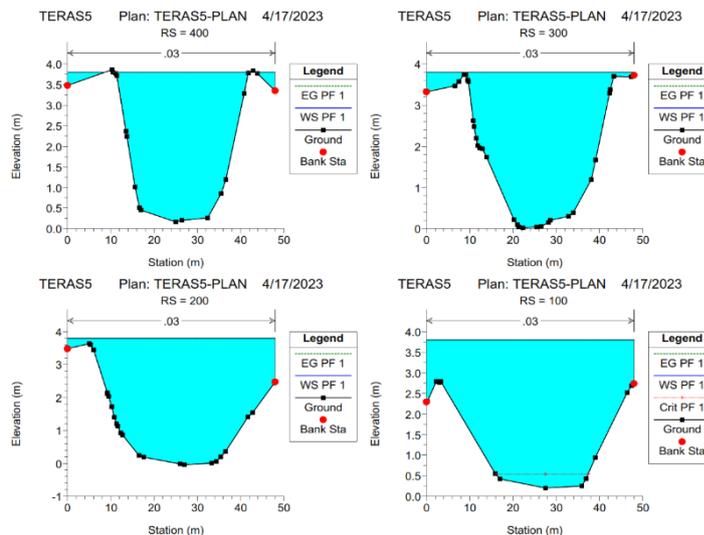
Konstanta pasut	Amplitudo (cm)
S0	1,837
M2	0,857
S2	0,412
N2	0,136
K1	0,179
M4	0,014
O1	0,149
P1	0,122
K2	0,353
MS4	0,034
S2	0,415

Hasil elevasi muka air pasut dengan datum referensi LLWL adalah sebagai berikut: Elevasi muka air tertinggi (HHWL) adalah 3,883 m dan elevasi muka air rerata (MSL) adalah 2,024 m. Nilai HHWL selanjutnya digunakan melakukan pemodelan tinggi muka kanal bandara Kota Tarakan menggunakan HEC-RAS 6.0

3.5 Hasil pemodelan HEC-RAS

Pemodelan tinggi muka air kanal bandara Kota Tarakan kali ini menggunakan *software* HEC-RAS 6.0. pemodelan menggunakan asumsi kondisi aliran merupakan aliran steady dengan kondisi: a. debit banjir 5 tahunan dan kondisi muka air tertinggi (HHWL) dan b) debit banjir 10 tahunan dan kondisi muka air tertinggi (HHWL).

Dari hasil analisis HEC-RAS terhadap skenario a diperoleh tinggi muka air pada penampang kanal bandara Kota Tarakan yakni berkisar antara 3,8 m – 3,81 m sehingga elevasi lahan di bawah 3,8 m akan terjadi genangan. Dari hasil plot profil diperoleh penampang yang mengalami genangan akibat kondisi HHWL dan banjir 5 tahunan berada pada sta 0+100 – sta 0+600 seperti terlihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Tinggi muka air pada penampang sta 0+100 – sta 0+400

Sedangkan hasil analisis skenario b diperoleh tinggi muka air penampang kanal bandara Kota Tarakan sama seperti pada skenario a dengan tinggi muka air pada penampang berkisar antara 3,8 m – 3,81 m dengan posisi penampang yang tergenang air pasang yakni penampang sta 0+000 – sta 0+400 seperti diperlihatkan pada Gambar 4.

Berdasarkan hasil analisis tersebut, dapat disimpulkan bahwa dimensi penampang yang ada saat ini tidak dapat menampung kondisi aliran banjir 5 tahunan dan 10 tahunan yang terjadi bersamaan dengan kejadian pasang tinggi (HHWL), sehingga hal ini perlu menjadi perhatian pemerintah Kota Tarakan untuk melakukan upaya pencegahan dengan membuat tanggul pengaman banjir dengan elevasi + 4.5 m dengan datum referensi air surut terendah atau *Lowest Low Water Level* (LLWL).

4. Kesimpulan dan Saran

Dari hasil analisis penelitian menggunakan HEC-RAS dapat disimpulkan bahwa tinggi muka air pada penampang kanal bandara Kota Tarakan akibat pengaruh banjir 5 tahunan dan 10 tahunan yang terjadi bersamaan dengan kondisi pasang tertinggi (HHWL) adalah 3,80 m pada penampang sta 0+100 sampai dengan 1+000, sedangkan pada penampang sta 1+100 sampai dengan sta 1+500 tinggi muka air adalah 3,81 m. Perlu adanya upaya dari pemerintah setempat untuk mengendalikan terjadinya banjir rob, salah satunya adalah membuat tanggul banjir dengan elevasi puncak tanggu 4,5 m dari datum muka air terendah (LLWL).

4.1 Saran

Berdasarkan hasil penelitian maka pemerintah Kota Tarakan perlu mempertimbangkan adanya pengaruh dari pasang surut dan kenaikan muka air laut dalam hal perencanaan pengendalian banjir rob di sekitar kanal Bandara Kota Tarakan. Dalam hal penggunaan data metode, maka disarankan untuk menggunakan data-data topografi yang memiliki tingkat akurasi tinggi serta merekomendasikan penggunaan *software* HEC-RAS dalam perencanaan pengendalian banjir rob di sekitar lokasi kanal Bandara Kota Tarakan.

Ucapan Terima Kasih

Penelitian ini terlaksana dengan baik berkat bantuan beberapa pihak diantaranya: Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat (LP2M) UBT yang membiayai penelitian artikel ini. Badan Informasi Geospasial (BIG) yang memberikan dukungan data pasang surut stasiun Tarakan. Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika (BMKG) Tarakan yang memberikan dukungan data hujan bulanan tahun 2011-2021. Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya atas dukungan yang diberikan.

Daftar Kepustakaan

- Dewi, R.C., Hakim, O.S., Siadari, E.L., 2018. Pemodelan MIKE21 Dalam Kejadian Banjir Rob Menjelang Gerhana Bulan Di Pesisir Semarang. *J. Meteorol. Klimatol. Dan Geofis.* 5, 46–52. <https://doi.org/10.36754/jmkg.v5i3.74>
- Dina ‘Amalina, A., Atmodjo, W., Setiyo Pranowo, W., 2019. Karakteristik Pasang Surut di Teluk Jakarta Berdasarkan Data 253 Bulan. *J. Ris. Jkt.* 12, 25–36. <https://doi.org/10.37439/jurnaldrd.v12i1.7>
- Faradiba, 2021. Analysis of Intensity, Duration, and Frequency Rain Daily of Java Island Using Mononobe Method. *J. Phys. Conf. Ser.* 1783, 012107. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1783/1/012107>
- Ichsari, L.F., Handoyo, G., Setiyono, H., Ismanto, A., Marwoto, J., Yusuf, M., Rifai, A., 2020. Studi Komparasi Hasil Pengolahan Pasang Surut Dengan 3 Metode (Admiralty, Least Square Dan Fast Fourier Transform) Di Pelabuhan Malahayati, Banda Aceh. *Indones. J. Oceanogr.* 2, 121–128. <https://doi.org/10.14710/ijoce.v2i2.7985>

- Joetidawati, M.I., 2013. Kajian Perubahan Iklim Dan Kenaikan Muka Air laut Di Kawasan Pesisir (Studi Kasus : Kabupaten Tuban). *Ekologia* 13.
- Krisnayanti, D.S., Welkis, D.F.B., Hepy, F.M., Legono, D., 2020. Evaluasi Kesesuaian Data Tropical Rainfall Measuring Mission (TRMM) dengan Data Pos Hujan Pada Das Temef di Kabupaten Timor Tengah Selatan. *J. Sumber Daya Air* 16, 51–62. <https://doi.org/10.32679/jsda.v16i1.646>
- Natakusumah, D.K., Hatmoko, W., Harlan, D., 2011. Prosedur Umum Perhitungan Hidrograf Satuan Sintetis dengan Cara ITB dan Beberapa Contoh Penerapannya. *J. Tek. Sipil* 18, 251. <https://doi.org/10.5614/jts.2011.18.3.6>
- Pratiwi, Z.N., Santosa, P.B., 2021. Pemodelan dan Visualisasi Genangan Banjir untuk Mitigasi Bencana di Kali Kasin, Kelurahan Bareng, Kota Malang. *J. Geospatial Inf. Sci. Eng.* 4.
- Prayogo, L.M., 2021. Metode Kuadrat Terkecil Untuk Analisis Konstanta Harmonik Pasang Surut Air Laut Di Pulau Gili Raja, Kabupaten Sumenep, Madura. *Pena Akuatika J. Ilm. Perikan. Dan Kelaut.* 20. <https://doi.org/10.31941/penaakuatika.v20i1.1233>
- Rahmanto, M.R., Susetyo, C., 2018. Pemodelan Spasial Genangan Banjir Akibat Gelombang Pasang di Wilayah Pesisir Kota Mataram. *J. Tek. ITS* 7, 33–37. <https://doi.org/10.12962/j23373539.v7i1.28908>
- Sauda, R.H., Nugraha, A.L., Hani'ah, 2019. Kajian Pemetaan Kerentanan Banjir ROB Di Kabupaten Pekalongan. *J. Geod. Undip* 8.
- Setiawati, F.Z., Soraya, Syf.N., Siswanto, Wandayantolis, 2020. Analisis Bias Data Observasi Paralel Di Stasiun Klimatologi Mempawah-Kalimantan Barat. *J. Meteorol. Dan Geofis.* 20.
- Suripin, 2004. *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. Andi Publisher, Yogyakarta.
- Syafitri, A.W., Rochani, A., 2022. Analisis Penyebab Banjir Rob di Kawasan Pesisir Studi Kasus: Jakarta Utara, Semarang Timur, Kabupaten Brebes, Pekalongan. *J. Kaji. Ruang* 1, 16. <https://doi.org/10.30659/jkr.v1i1.19975>
- Triatmodjo, B., 2010. *Hidrologi Terapan*. Beta Offset.
- Triatmodjo, B., 2008. *Teknik Pantai*. Beta Offset, Yogyakarta.
- Wesli, 2008. *Drainase Perkotaan*. Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Wijaya, S., Juniwati, A., 2018. Rusun Nelayan di Tarakan. *EDIMENSI Arsit.* VI, 1–8.
- Zulaykha, S., Subardjo, P., Atmodjo, W., 2015. Pemetaan Daerah Yang Tergenang Banjir Pasang Akibat Pasang Surut Air Laut Di Pesisir Kota Tegal. *J. Oseanografi* 4.