

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pelabuhan Karangantu

Pelabuhan Perikanan Nusantara (PPN) Karangantu dibangun sejak tahun 1976, pelabuhan ini diresmikan oleh Keputusan Menteri Perikanan Nomor 311/Kpts/Org/5/1978 tanggal 25 Mei 1978 (Pelabuhan Perikanan Nusantara Karangantu, 2019). Pada sejak awal terbentuknya, Pelabuhan Karangantu merupakan sebuah desa pesisir Pantai tradisional yang berkembang oleh sekelompok masyarakat pemukiman yang tinggal di area muara Cibanten, dan PPN Karangantu berada di bagian utara Kota Serang, Kecamatan Kaseman, Provinsi Banten, Muara Cengkok yang terhubung langsung ke Pantai Utara Laut Jawa (Dinas Perhubungan Provinsin Banten, 2021).



Gambar 2.1 Pelabuhan Karangantu
(Sumber: Pusat Informasi Pelabuhan Perikanan)

Berkembangnya zaman, Karangantu tumbuh dan berkembang menjadi suatu pelabuhan nelayan yang cukup besar, dan berperan penting sebagai pusat kegiatan perikanan yang memasok Sebagian besar kebutuhan ikan di Provinsi Banten (Pelabuhan Perikanan Nusantara Karangantu, 2022). Secara umum perkembangan kegiatan operasional, pembangunan dan pengembangan PPN Karangantu tahun ini cukup signifikan, hal ini dapat dilihat dari capaian Indikator Kinerja Utama (IKU) dan daerah *fishing ground* PPN Karangantu berada pada WPP – RI (Wilayah Pengelolaan Perikanan –

Republik Indonesia) 712 (laut Jawa), WPP – RI 572 dan WPP – RI 711 (laut tuna) (Pelabuhan Perikanan Nusantara Karangantu, 2022). Menurut Pusat Informasi Pelabuhan Perikanan (PIPP), kapal yang terdata di Pelabuhan Karangantu pada tahun 2024 sebanyak 209 *unit*.

2.2 Kapal Nelayan

Kapal perikanan merupakan kapal, perahu, atau alat apung lain yang dipergunakan untuk melakukan penangkapan ikan, mendukung operasi penangkapan ikan, pembudidayaan ikan, pengangkutan ikan, pengolahan ikan, pelatihan perikanan, dan penelitian / eksplorasi perikanan (Ir. H. Djoko Tribawono, 2013). Kapal nelayan atau kapal perikanan merupakan kapal yang dipakai dalam usaha untuk mengangkut atau memperoleh ikan dan hasil laut lainnya serta segala kegiatan yang berhubungan dengan perikanan (Robertus C. Manengkey, 2023). Kapal nelayan merupakan salahsatu bagian dari *unit* untuk menangkap ikan dan memiliki peran yang cukup penting dalam menunjang keberhasilan operasional penangkapan ikan, berguna sebagai transportasi dari pelabuhan ke tempat penangkapan ikan, maupun sebagai tempat untuk menampung atau menyimpan ikan (Supriadi, Nurhayati, & Putri, 2019).



Gambar 2.2 Kapal Nelayan

(Sumber: (Suprayogi D. T., et al., 2022))

Indonesia memiliki jumlah kapal nelayan yang banyak, maka dari itu dengan jumlah tersebut pemerintah menertibkan kapal penangkapan ikan dengan cara mewajibkan kepada pemilik kapal penangkapan ikan agar mendaftarkan kapal kepada instansi terkait. Data ataupun informasi tentang

kapal penangkapan ikan yang penting diketahui salahsatunya yaitu data ukuran kapal, ukuran kapal yang dimaksud yaitu *gross tonnage* (GT). GT sangat berkaitan dengan pengelolaan perikanan tangkap, maka sebab itu data GT sangat diperlukan oleh pemerintah agar tepat dalam pengambilan Keputusan dalam pengelolaan perikanan tangkap (Supriadi, Nurhayati, & Putri, 2019).

Berbagai macam jenis armada yang digunakan oleh nelayan dalam penangkapan ikan, berdasarkan teknologi yang digunakan kapal penangkapan ikan dikelompokkan dalam tradisional serta *modern*. Kapal penangkapan ikan tradisional yaitu kapal yang masih menggunakan alat – alat tradisional, tidak bergantung dengan peralatan *modern*. Kapal tradisional tidak menggunakan mesin atau motor yang memiliki ukuran kurang dari 5 GT. Sedangkan kapal penangkapan ikan *modern* merupakan kapal yang menggunakan peralatan modern seperti mesin (motor), GPS untuk navigasi ke laut, dan *fish finders*, dan memiliki ukuran kapal lebih besar dari kapal tradisional (Axelius, Kumara, & Ariastina, 2022) .

Berdasarkan Keputusan Menteri KKP (Kementrian Kelautan dan Perikanan) No: KEP. 02/MEN/2002. Di Indonesia, kapal penangkapan ikan dibagi menjadi beberapa kategori sebagai berikut:

1. Kapal Pukat Cincin (*Purse Seine*)

Kapal jenis ini memiliki kapasitas 30 s.d. 600 GT dengan muatan awak kapal 20 s.d. 35 orang. Kapal ini menggunakan alat pancing: pukat cincin (*purse seine*), pukat pantai (*beach seine*), dogol (*danish seine / boat seine*), payang (*danish seine / boat seine*).

2. Kapal Pukat Hela dan Garuk

Kapal dengan menggaruk atau menghela, kapal ini berukuran ≤ 300 GT. Kapal ini memiliki geladak kerja pada buritan kapal. Kapal ini menggunakan alat pancing: pukat ikan (*fish net*), pukat udang (*shrimp trawl*).

3. Kapal Jaring Angkat

Kapal ini untuk menarik perhatian ikan menggunakan lampu – lampu (*underwater fishing lamp*). Kapal ini menggunakan alat pancing: bagan tancap, bagan perahu, bouke ami, bagan rakit.

4. Kapal Jaring Insang

Kapal ini memiliki kapasitas ≤ 30 GT dengan 7 s.d. 12 awak kapal. Kapal ini memiliki ruang kemudi dan akomodasi dibagian belakang. Kapal ini menggunakan alat pancing: jarring insang hanyut, jarring insang lingkar, jarring klitik, jaring insang tetap, trammel net.

5. Kapal Pancing Joran

Kapal ini memiliki kapasitas 10 – 80 GT dengan 15 – 30 awak kapal, akomodasi dibagian buritan dan pemancingan dibagian Haluan. Kapal ini menggunakan alat pancing: huhate, *squid jigging*, pancing ulur, pancing tonda.

6. Kapal Tonda

Kapal ini memiliki kapasitas ≤ 15 GT dengan 5-7 awak kapal dengan geladak terbuka, menggunakan alat pancing.

7. Kapal Rawai

Kapal ini memiliki kapasitas 30 GT \leq dengan 10 s.d. 25 awak kapal, membutuhkan waktu 15 s.d. 60 hari untuk berlayar menangkap ikan, alat yang digunakan: rawai dasar/tetap, rawai tuna.

8. Perahu Jungkung, Kano

Kapal ini memiliki kapasitas ≤ 5 GT dengan alat pancing: jala lempar, sudu, tombak (Axelius, Kumara, & Ariastina, 2022).

2.3 *Lines Plan* Kapal

Lines Plan kapal adalah gambar rencana garis dari bentuk sebuah kapal. Dengan gambar *lines plan* ini dapat diketahui bentuk kapal yang direncanakan. *Lines plan* atau rencana garis merupakan langkah selanjutnya dalam proses merancang suatu kapal dengan berdasar pada data kapal yang diperoleh dari perancangan. Adapun tujuan dari pembuatan *lines plan* atau rencana garis adalah untuk mengetahui bentuk badan kapal terutama yang

berada dibawah garis air. Selain rencana garis pada bagian ini juga digambarkan karena yang tujuannya untuk mengetahui bentuk badan kapal yakni karakteristik dari badan kapal terutama yang berada dibawah garis air, dimana penggambaran ini dilakukan atas dasar garis air yang telah dibuat (J, Hadi, & Zaki, 2017).

Lines plan merupakan suatu gambar desain kapal yang sangat penting, dimana dari gambar *lines plan* ini akan sangat berpengaruh terhadap gambar-gambar desain kapal lainnya seperti rencana umum (*general arrangement*), konstruksi profil (*profil construction*), konstruksi melintang (*midship section*), stabilitas kapal (*stability calculation*) dan gambar-gambar lainnya. Yang lebih penting dari gambar *lines plan* ini adalah besarnya hambatan yang sangat bergantung pada bentuk lambung kapal. Dengan hambatan kapal yang kecil maka mesin kapal yang dibutuhkan juga akan semakin kecil, hal ini sangat sensitif dengan harga mesin yang akan dibeli serta biaya operasi selama kapal berlayar. Penggambaran rencana garis (*lines plan* kapal) dibuat dalam tiga dimensi sehingga untuk memperhatikan semua bentuk dari badan kapal secara tiga dimensi, maka pada penggambaran dibagi atas tiga bagian yaitu :

1. *Half Breadth Plan* Kapal (padangan atas)

Half breadth plan kapal atau dapat dikatakan rencana dari setengah lebar bagian yang ditinjau dari kapal, ini dapat diperoleh jika kapal dipotong kearah mendatar sepanjang badan kapal, dan gambar ini akan memperhatikan bentuk garis air untuk setiap kenaikan dari dasar.

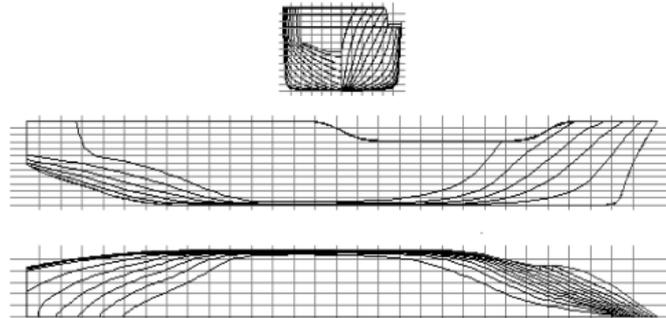
2. *Sheer Plan* Kapal (pandangan samping)

Sheer plan merupakan penampakan bentuk kapal jika kapal dipotong kearah tegak sepanjang badan kapal. Pada kurva ini diperlihatkan bentuk haluan dan buritan kapal, kanaan *deck* dan pagar. Garis tegak yang memotong kapal dapat diketahui apakah garis air yang direncanakan sudah cukup baik atau tidak.

3. *Body Plan*

Body plan merupakan bagian dari rencana garis yang memperlihatkan bentuk kapal jika kapal dipotong tegak melintang. Dari

gambar terlihat kelengkungan gading-gading (*station-station*). Kurva ini digambar satu sisi yang biasanya sisi kiri dari kapal tersebut. Bagian belakang dari *midship* digambar pada sisi kiri dari *center line*, bagian depan di sebelah kanan (J, Hadi, & Zaki, 2017).



Gambar 2.3 *Lines Plan* Kapal
(Sumber: (J, Hadi, & Zaki, 2017))

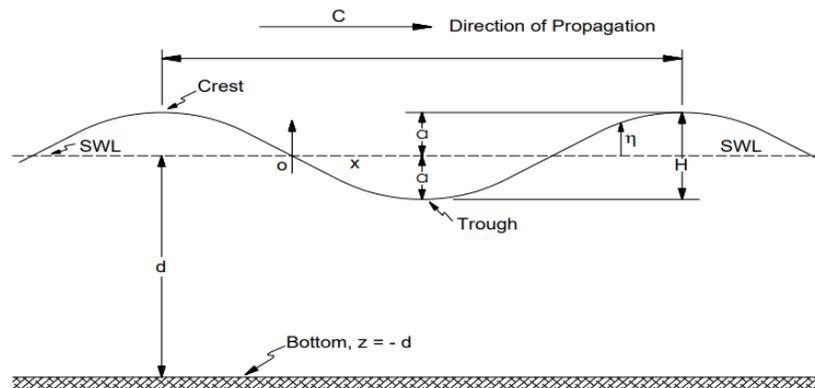
Gambar diatas merupakan penampakan dari potongan-potongan kapal yang terdiri dari tiga potongan yaitu :

1. Potongan melintang kapal secara vertikal yang disebut *Section*. Misalkan suatu kapal dipotong secara melintang dengan arah ke bawah atau vertikal. Pada pemotongan ini akan tampak dua dimensi yaitu dimensi tinggi (H) dan dimensi lebar (B).
2. Potongan memanjang kapal secara horizontal yang disebut *Water Line*. Misalkan suatu kapal dipotong secara memanjang dengan arah mendatar atau horizontal. pada potongan ini terlihat dua dimensi yaitu dimensi panjang (L) dan dimensi lebar (B).
3. Potongan memanjang kapal secara vertikal yang disebut *Buttock line*. Misalkan suatu kapal dipotong secara memanjang dengan arah ke bawah atau vertikal. Pada pemotongan ini terlihat dua dimensi yaitu dimensi panjang (L) dan dimensi tinggi (H) (J, Hadi, & Zaki, 2017).

2.4 Gelombang Air Laut

Gelombang merupakan proses gerakan naik dan turunnya molekul air laut, berbentuk puncak dan Lembah pada lapisan permukaan air laut. Gelombang bergerak dari tengah laut kearah Pantai. Penyebab terjadinya

gelombang secara alam dapat berasal karena adanya angin, karena terjadinya bencana gempa bumi (Karim & Muhammad, 2008). Gelombang ialah gerakan naik turun yang terdiri dari bukit dan lembah atau rapat dan renggang akibat adanya getaran suatu objek yang energinya dapat merambat pada suatu arah rambat (Wijaya, 2022).



Gambar 2.4 Sketsa Definisi Gelombang

(Sumber: (Triatmodjo, 2012))

- μ = fluktuasi muka air terhadap muka air diam
- a = amplitude gelombang
- H = tinggi gelombang = $2a$
- L = panjang gelombang, yaitu jarak antara dua puncak gelombang yang berurutan.
- T = periode gelombang, yaitu interval waktu yang diperlukan oleh partikel air untuk kembali pada kedudukan yang sama dengan kedudukan semula.
- C = kecepatan rambat gelombang
- K = angka gelombang = $2\pi/L$
- σ = frekuensi gelombang = $2\pi/T$ (Ir. Alex Binilang, 2014)

Gelombang terdiri dari gelombang transversal dan longitudinal berdasarkan cara rambatnya. Gelombang transversal ialah gelombang yang bentuknya bukit dan lembah, sedangkan gelombang longitudinal berbentuk rapat dan renggangan. Gelombang ada yang merambat membutuhkan medium dan ada yang tidak. Gelombang yang merambat membutuhkan medium ialah gelombang air, gelombang bunyi, gelombang gempa, dll,

sedangkan gelombang yang merambat tidak membutuhkan medium ialah gelombang elektromagnetik seperti cahaya. Gelombang transversal yang merambat melalui medium yaitu gelombang fluida air. Gelombang dengan panjang yang lebih besar dari 20 kali kedalaman air ($L > 20 h$) disebut juga dengan gelombang panjang permukaan. Disebabkan perubahan level muka air laut dari efek langsung dari perubahan level air laut dan dihubungkan pada proses operasi di pantai, sebagai contoh tsunami, badai, gempa bumi dan vulkanologi yang berdampak pada pergerakan tanah (Wijaya, 2022).

2.5 Gelombang yang Dihasilkan Kapal

Gelombang yang terhasil dari pergerakan kapal melalui air menghasilkan dua jenis gelombang, gelombang yang pertama yaitu gelombang divergen yang bergerak keluar dengan sudut dari garis tengah perjalanan, dan yang kedua yaitu gelombang transversal yang bergerak keluar dari Buritan secara tegak lurus terhadap garis tengah perjalanan. Gelombang – gelombang tersebut dapat terlihat dari sisi atas kapal, seperti dari atas pesawat terbang, atau dari jembatan saat kapal melintasi bawahnya (Ghani & Rahim, 2008). Gelombang yang terhasil dari kapal tidak mengikuti pola gelombang regular, melainkan memiliki pola gelombang yang kompleks dan tidak teratur. Hal ini menandakan bahwa ketinggian gelombang yang berbeda – beda dapat terjadi selama periode waktu tertentu untuk suatu permukaan laut dengan jumlah energi tertentu. Metode statistik dapat mengukur ciri – ciri gelombang pada permukaan laut, yang merupakan dasar dari teori energi spektrum laut (Suprayogi, *The Effect of Tides and Vessel Parameters of Fishing Boat Generated Waves*, 2020).

Gelombang yang dihasilkan oleh kapal (*Ship Generated Waves* atau SGW) menjadi bidang penelitian yang penting. SGW dapat menyebabkan efek lingkungan seperti abrasi di pesisir, kerusakan tanaman air, gangguan terhadap endapan lumpur, juga mengganggu kapal yang sedang tersandar dipelabuhan, terlebih juga pada kapal kecil. Oleh sebab itu SGW terkadang dijadikan sebagai kriteria desain yang serupa dengan dimensi utama,

kecepatan, kapasitas muatan mati, jumlah penumpang, dan manuverabilitas kapal. (Suprayogi D. T., Yaakob, Adnan, Ghani, & Sheikh, 2014).

Energi total sistem gelombang adalah penjumlahannya energi kinetik dan energi potensialnya. Energi kinetiknya adalah itu bagian dari energi total karena kecepatan partikel air yang terkait dengan gerakan gelombang. Energi potensial adalah bagian energi yang dihasilkan dari suatu bagian massa fluida berada di atas palung: puncak gelombang. Menurut teori Airy, jika energi potensial ditentukan relatif terhadap SWL, dan semua gelombang disebarkan dalam arah yang sama, komponen energi potensial dan kinetik adalah sama, dan total energi gelombang dalam satu panjang gelombang per satuan lebar puncak dihitung menggunakan rumus (Macfarlane G. , 2012).

$$E = \frac{\rho \cdot g \cdot H^2}{8} \dots\dots\dots(2.2)$$

Densitas energi gelombang dapat dikalikan dengan panjang gelombang λ untuk memperoleh energi pada setiap panjang gelombang (per satuan lebar puncak gelombang) (Macfarlane G. , 2012):

$$E = \frac{\rho \cdot g \cdot H^2 \cdot \lambda}{8} \dots\dots\dots(2.3)$$

Untuk gelombang yang panjangnya kurang dari dua kali kedalaman air, asumsi ini dapat digunakan untuk menghubungkan panjang dan periode gelombang, hal ini sering terjadi pada gelombang angin ketika mempertimbangkan saluran air yang sangat terlindung, oleh karena itu panjang gelombang dapat ditentukan dari (Macfarlane G. , 2012):

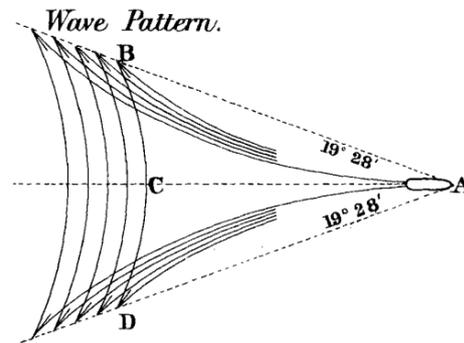
$$\lambda = \frac{g \cdot T^2}{2\pi} \dots\dots\dots(2.4)$$

jadi, energi gelombang pada setiap panjang gelombang (persatuan lebar puncak gelombang) dapat dihitung menggunakan (Macfarlane G. , 2012):

$$E = \frac{\rho \cdot g^2 \cdot H^2 \cdot T^2}{16\pi} \dots\dots\dots(2.5)$$

Setiap kapal yang beroperasi di air pasti akan menghasilkan gelombang, gelombang yang dihasilkan oleh kapal ini dapat dikatakan dengan Pola Gelombang Kelvin, penamaan ini disesuaikan dengan nama salahsatu orang yang merumuskan teori kapal yaitu Lord Kelvin, awal mula berkembangnya teori gelombang yang terhasil oleh kapal dimulai dengan

Lord Kelvin menggambarkan pola gelombang tipikal seperti pada gambar dibawah ini, beliau menyimpulkan bahwa terdapat sudut yang sama dari dua garis lurus yang ditarik dari ujung depan kapal dan miring ke belakang sebesar $19^{\circ}28'$ (Thomson, 1887).



Gambar 2.5 Kelvin Wave Pattern

(Sumber: (Thomson, 1887))

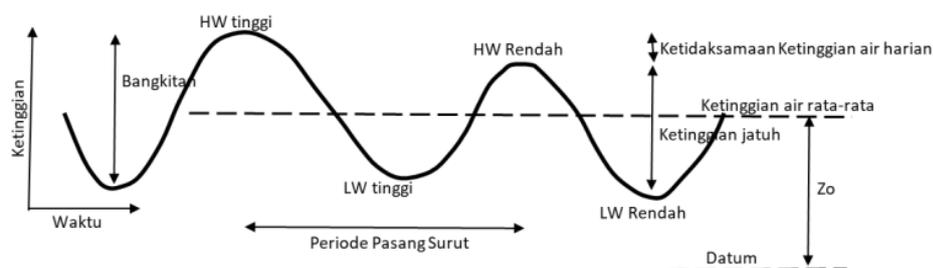
2.6 Pasang Surut

Pasang surut merupakan suatu gerakan naik turunnya permukaan air laut, dimana amplitudo dan juga fasenya berhubungan langsung dengan gaya geofisika yang periodik, yaitu gaya yang ditimbulkan oleh gerak reguler benda – benda angkasa seperti bumi, bulan dan matahari. Bentuk pasang surut yang terjadi diberbagai daerah tidak sama. Disuatu daerah dalam satu hari dapat terjadi satu kali atau dua kali pasang surut (Karim & Muhammad, 2008), secara umum ada empat tipe pasang surut sebagai berikut:

1. Pasang surut harian ganda (*semi diurnal tide*)
2. Pasang surut harian tunggal (*diurnal tide*)
3. Pasang surut campuran condong keharian ganda (*mixed tide prevailing semi diurnal*)
4. Pasang surut campuran condong keharian tunggal (*mixed tide prevailing diurnal*) (Karim & Muhammad, 2008).

Pada wilayah pantai dan laut terdapat siklus pasang dan surutnya muka air, hal ini dikenal sebagai pasang vertikal astronomik. Kondisi pasang ialah gelombang panjang dengan periode 12 jam pada wilayah lepas. Di beberapa lokasi kejadian pasang memiliki periode dominan 24 jam. Puncak dan lembah gelombang (dengan panjang beberapa ratus kilometer) disebut dengan pasang

tinggi atau *high water* (HW) dan surut atau *Low Water* (LW). Tinggi gelombang disebut dengan rentang pasang surut. Kejadian pasang berturut-turut memiliki perbedaan rentang pasang surutnya disebabkan perambatan gelombang pasang dibentuk dengan gerakan yang kompleks dari bumi (perputaran bumi mengelilingi matahari dan berputar pada sumbunya) dan perputaran bulan mengelilingi bumi. Lebih dari itu, perambatan gelombang pasang surut disebabkan oleh penurunan muka air pada area laut lepas yang memiliki perbedaan terhadap area pantai, gesekan dasar laut, pemantulan serta deformasi yang terjadi membuat perbedaan kecepatan rambat gelombang (Wijaya, 2022).



Gambar 2.6 Kurva Pasang Surut

(Sumber: (Wijaya, 2022))

Faktor lingkungan yang dapat mempengaruhi gelombang yang terhasil oleh kapal di sungai terutama di area muara salahsatunya ialah pasang surut. Efek dari pasang surut sangatlah relevan dengan laut, karna kondisi ini terjadi pada setiap hari, fenomena ini dapat menyebabkan kedalaman air, lebar, serta kecepatan arus yang berubah – ubah di sungai selama kondisi pasang surut naik dan turun. Sungai didaerah muara dapat dikatakan sebagai area terbatas karena lebar dan kedalaman air terbatas, juga dipadati dengan aktivitas – aktivitas seperti nelayan yang sedang melakukan bongkar muat, parkir kapal, berlayar masuk dan keluar pelabuhan, oleh karena itu dengan tingginya kepadatan lalulintas di daerah sungai ini maka pasang dan surut sangat signifikan menjadi faktor yang mempengaruhi gelombang yang dihasilkan oleh kapal (Suprayogi D. T., Yaakob, Ismail, Sudrajat, & Adnan, 2023).

Penanggalan hijriah atau biasa disebut sebagai penanggalan Islam adalah sistem penanggalan yang menggunakan pergerakan bulan sebagai

acuannya (*lunar planet*). Penanggalan hijriah dimulai ketika terbenamnya matahari atau saat terbitnya bulan setiap hari, kalender hijriah juga memperhatikan tanda – tanda alam dalam peredaran bulan. Didalam ilmu oseanografi, pergerakan bulan mempengaruhi dinamika pasang surut. Pasang surut diartikan sebagai naik dan turunnya muka air laut secara periodic yang disebabkan oleh gaya tarik benda-benda angkasa yaitu bumi, bulan, dan matahari (Rizqi, Putri, & Mandang, 2021).

2.7 Abrasi

Abrasi adalah fenomena terjadinya pengikisan garis pantai yang disebabkan oleh gerusan air laut. Gerusan ini dikarenakan permukaan air laut mengalami kenaikan, naiknya permukaan air laut ini disebabkan mencairnya daerah kutub akibat pemanasan global. Pesisir pantai merupakan daerah peralihan laut dan darat. Kondisi wilayah pesisir tersebut terdapat berbagai aktivitas dan peristiwa alam yang terjadi di daratan seperti aktivitas di persawahan, Pembangunan tambak dan erosi banjir yang pada akhirnya akan memberi dampak ekosistem pantai. Peristiwa alam di laut seperti pasang surut air laut, gelombang badai dan sebagainya. Pantai dapat dikatakan terjadi abarasi jika angkutan sedimen terjadi ke titik yang lebih besar bila dibandingkan dengan jumlah sedimen yang terangkut ke luar dari titik tersebut. Berbagai daerah mengalami peningkatan abrasi. Abrasi merupakan terkikisnya daratan yang diakibatkan peristiwa pasang surut, arus dan gelombang laut. Menurun dan tergenangnya permukaan tanah disebabkan oleh pemadatan daratan, sehingga garis pantai mengalami perubahan (Ervianto, 2021).



Gambar 2.7 Abrasi

(Sumber: (Ervianto, 2021))

Penyebab terjadinya abrasi menurut penelitian terdahulu menyebutkan bahwa abrasi terjadi jika jumlah sedimen yang diangkut oleh laut jumlahnya lebih besar dari jumlah sedimen yang diendapkan sehingga dengan demikian hal tersebut menyebabkan garis pantai akan menjadi semakin mundur. Abrasi akan menyebabkan terjadinya kemunduran posisi garis pantai dari kedudukan semula (mengarah ke darat). Tingkat Abrasi ini secara langsung ikut merubah garis pantai dan lingkungan sekitarnya yang berakibat hilangnya pepohonan, rusaknya pemukiman warga, rusaknya akses publik seperti jalan dan jembatan serta menyebabkan kerugian secara material (L, Lekatompessy, & Maturbongs, 2021).

2.8 Aturan Gelombang yang Dihasilkan Oleh Kapal yang Diijinkan

Beberapa aturan tentang gelombang yang dihasilkan oleh kapal telah dikembangkan, aturan ini bertujuan untuk menerapkan kriteria seperti klasifikasi kecepatan, tinggi gelombang, dan juga batas energi gelombang. Beberapa kriteria tersebut didapat berdasarkan pengukuran dilapangan dengan menggunakan beberapa jenis kapal. Beberapa negara seperti Australia, Denmark, dan AS sudah melakukannya memiliki standar gelombang yang dihasilkan oleh kapal maksimum pada suatu wilayah tertentu (Bradbury, 2005b).

1. *Denmark – Danish Maritime Authority (DMA)*

Pada kondisi air tenang dengan kedalaman air 3 m, tinggi gelombang yang diijinkan yaitu (H_h) kriteria dirumuskan sebagai berikut (DMA, 1997) (Macfarlane G. , 2012).

$$H_h \leq 0,5 \sqrt{\frac{4,5}{T_h}} \dots \dots \dots (2.6)$$

Dimana T_h merupakan periode gelombang rata-rata yang dihasilkan dari gelombang periodic panjang yang diukur dalam hitungan detik. Aturan tinggi gelombang panjang dengan frekuensi gelombang rata-rata 9 detik oleh karena itu tidak boleh melebihi dari 0,35 m bila diukur di air sedalam 3 m dan air tenang.

2. *United States – Wahington State Ferries (WSF)*

Tinggi gelombang maksimal yang diijinkan oleh WSF adalah (Bennasai, 2013)

$$H_{max} \leq 0,28 \text{ m} \dots \dots \dots (2.7)$$

Dengan periode rata-rata gelombang T_{ww} dihubungkan dengan rapat energi $E = 2450 \text{ J/m}$, oleh rumus berikut:

$$E = 1961.H^2_{300}.T^2_{ww} \dots \dots \dots (2.8)$$

3. *Australian River*

Di Australlia ada beberapa penelitian tentang gelombang yang dihasilkan oleh kapal di Sungai, dirumuskan dengan tiga kriteria yaitu, kriteria energi, kriteria garis air berdasarkan periode, dan batas kecepatan kapal.

a. *Noosa River Criteria*

Kriteria energi: energi per meter panjang puncak gelombang maksimum harus kurang dari 60 J/m (Macfarlane & Cox, 2004).

$$1961H^2_m.T^2_m \leq 60 \text{ J/m} \dots \dots \dots (2.9)$$

Kriteria garis air berdasarkan periode jika sebuah kapal memiliki panjang garis air kurang dari $5,2$ maka kecepatannya dapat lebih besar dari $3,04\sqrt{L}$ untuk mendapatkan kriteria energi yang besar dan sesuai, sedangkan untuk panjang kapal lebih dari $5,2 \text{ m}$ panjang garis harus dibatasi pada kecepatan kurang dari $3,04\sqrt{L}$ untuk memenuhi kriteria energi. Batas kecepatan pada kriteria ini yang direkomendasikan adalah 5 Knot untuk diterapkan di sepanjang Sungai yang akan membatasi energi gelombang. Selain itu juga Sungai Noosa memiliki tepian tanah yang padat dengan vegetasi tepi Sungai.

b. *Brisbane River Criteria*

Untuk Sungai Brisbane, energi per meter panjang puncak gelombang maksimum harus kurang dari 180 J/m (Macfarlane & Cox, 2004).

$$1961H^2_m.T^2_m \leq 180 \text{ J/m} \dots \dots \dots (2.10)$$

Dimana H_m = Ketinggian maksimum gelombang dalam meter

T_m = Periode maksimum gelombang dalam detik

Kriteria Sungai Brisbane yaitu berpasir dan berlumpur seperti Pantai, kondisi sungai ini sudah dilakukan banyak pembangunan oleh manusia.

c. *Gordon River Criteria*

Sungai Gordon merupakan salahsatu Sungai di Tasmania, Australia, Sungai ini mempunyai kriteria gelombang yang dihasilkan oleh kapal berdasarkan tinggi gelombang maksimum. Untuk operasi normal dalam manajemen zona satu, direkomendasikan tinggi gelombang maksimum hanya 75 mm. sungai ini memiliki persamaan untuk menatur konsep gelombang yang sesuai dengan periodenya, sebagai berikut.

$$H_{max} \leq 70 \sqrt{\frac{1}{TH_{max}}} \dots \dots \dots (2.11)$$

Aturan ini juga berlaku untuk Sebagian kecil wilayah yang memiliki sensitivitas tinggi air yang sangat rentan jika ketinggian air lebih rendah dari 0,4 m. nilai yang sesuai yaitu nilai tinggi gelombang maksimum 30 mm dan periode 1,2 detik (Bradbury, 2005b).

(Macfarlane & Cox, 2004) menjelaskan bahwa kriteria gelombang yang dihasilkan oleh kapal di Sungai tidak boleh hanya mempertimbangkan energinya, tetapi kriteria seperti periode gelombang dan batas kecepatan juga perlu dipertimbangkan. Energi maksimum yang diusulkan di Sungai Noosa adalah 60 J/m dan di Sungai Brisbane adalah 180 J/m. kepadatan energi Sungai Noosa lebih rendah dibandingkan Sungai Brisbane, dikarenakan Sungai Noosa memiliki kondisi lebih alami dibandingkan Sungai Brisbane. Sungai Noosa memiliki vegetasi berupa Hutan Melaleuca, sementara Sungai Brisbane dekat Kota Brisbane terbuka ke Teluk Moreton di Pelabuhan Brisbane, yang memiliki aktivitas antropogenik seperti penebangan vegetasi tepi Sungai, kondisi pasang surut juga terjadi di Sungai Brisbane.

Di Pelabuhan Karangantu tepatnya di Muara, memiliki tipe garis Pantai yang pasir berlumpur, Kawasan ini juga berada di dekat Kota Serang, kawasan memiliki banyak aktivitas antropogenik seperti pembangunan dan

pengembangan tempat wisata rekreasi, pembangunan dan pengembangan UMKM di sekitar kawasan, tidak memiliki vegetasi tepi Sungai, kawasan ini juga mengalami pasang surut. Jadi terdapat kesamaan antara Pelabuhan Karangantu atau Sungai Cibanten tepatnya di Muara pelabuhan dengan Sungai Brisbane, oleh karena itu, kriteria yang dimiliki oleh Sungai Brisbane dapat dianggap layak dilakukan di Pelabuhan Karangantu untuk dapat memberikan batas kecepatan kapal dan gelombang yang dihasilkan di kawasan Pelabuhan Karangantu.

2.9 Penelitian Terdahulu

Penelitian ini dimulai dengan studi literatur, ada beberapa penelitian terdahulu yang dijadikan referensi oleh penulis untuk melakukan penelitian gelombang yang terhasil oleh operasional kapal nelayan di Pelabuhan Karangantu, sebagai berikut.

1. (Suprayogi D. T., et al., 2022)

Penelitian ini berjudul *Speed Limit Determination of Fishing Boats in Confined Water Based on Ship Generated Waves*, pada penelitian ini membahas tentang pembatasan kecepatan kapal yang diizinkan pada daerah Sungai Mersing. Karena salah satu parameter kapal yang mempengaruhi gelombang yang dihasilkan merupakan kecepatan kapal, gelombang yang dihasilkan oleh kapal dapat menyebabkan abrasi, gangguan pada perahu – perahu, dan dampak buruk lainnya. Penelitian ini dilakukan dengan dua kapal nelayan dengan beberapa kondisi, seperti pasang dan surut. Kecepatan kapal yang diizinkan pada penelitian ini yaitu 5 Knot agar menghasilkan gelombang yang efisien.

2. (Tavakoli, Shaghghi, Mancini, Luca, & Dashtimanesh, 2022)

Penelitian ini berjudul *Wake Waves of a Planing Boat*, penelitian ini membahas tentang gelombang yang dihasilkan oleh pergerakan stabil dari lambung kapal, penelitian ini di analisa melalui uji tangki penarik dengan kapal yang dioperasikan dengan kecepatan tinggi. Pengambilan data pada penelitian ini menggunakan 4 buah *Probe* untuk merekam

gelombang yang dihasilkan. Gelombang yang dianalisa yaitu gelombang divergent dan transversal.

3. (Jamaluddin, 2010)

Penelitian ini berjudul *Wave Pattern* dan Interaksi Hambatan Gelombang pada Kapal Lambung Ganda. Penelitian ini membahas tentang pola gelombang yang dihasilkan oleh lambung kapal ganda dengan jarak lambung yang bervariasi. Pola atau karakteristik gelombang yang dihasilkan dipengaruhi oleh perubahan jarak antara lambung, semakin besar jarak antara lambung, maka semakin kecil gelombang yang dihasilkan kedua lambung tersebut.

Berdasarkan beberapa penelitian terdahulu diatas, maka penulis membuat penelitian ini yaitu Studi Karakteristik Gelombang yang Dihasilkan Dari Operasional Kapal Nelayan di Pelabuhan Karangantu, bertujuan untuk mengetahui bentuk kapal nelayan yang dioperasikan di Pelabuhan Karangantu, dan juga untuk mengetahui energi gelombang yang dihasilkan oleh kapal nelayan di Pelabuhan Karangantu, guna untuk menghindari penurunan luasan pada daerah pesisir Karangantu yang disebabkan oleh abrasi, salah satu penyebab abrasi ialah gelombang yang dihasilkan oleh kapal.