

<https://jocet.uho.ac.id/index.php/journal>

# Analisis Kelayakan Teknis Terminal Khusus Untuk Kebutuhan Pertambangan Batuan PT. Ayaskara Alam Nusantara

**Christian Benny Landimuru<sup>1</sup>, La Ode M. Nurrahmad Arsyad<sup>2</sup>, Try Sugiarto Soeparyanto<sup>3</sup>, Erich Nov Putra<sup>4</sup>**

Jurusan Teknik Sipil Program Studi Teknik Kelautan<sup>1</sup>, Jurusan Teknik Sipil Program Studi Teknik Sipil<sup>2,3</sup>

Koresponden\*, Email: *email@address.com* (font: Times New Roman 9 pt, italic)

Info Artikel	<i>Abstract (font: Times New Roman 9 pt, bold)</i>
<p>Diajukan Diperbaiki Disetujui</p> <p><i>Keywords: Specialty Terminals, Technical Feasibility, Marine Installations, Port Feasibility Study, Rock Mining</i></p> <p>Kata kunci: Terminal khusus, Kelayakan teknis, Fasilitas sisi laut, Studi kelayakan pelabuhan, Pertambangan batuan</p>	<p><i>This research discusses the identification of seaside facility needs and the technical feasibility of operating a special terminal (tersus) for pt ayaskara alam nusantara to support the company's operational activities in rock distribution. This study aims to determine the needs of the port's seaside facilities in the construction of the tersus for rock mining needs, and provide policy recommendations related to the feasibility of the technical operation of the tersus. The method used is a quantitative descriptive approach, with the analysis referring to the technical guidelines for port feasibility studies. The feasibility assessment is based on the matrix listed in the 2019 decision of the Director General of Maritime Transport. As a result, it was found that the sea side facilities planned for PT Ayaskara Alam Nusantara Tersus meet the applicable technical standards. In addition, the operation of this terminal is declared feasible with category A (very feasible to operate), but more attention needs to be paid to the depth of the dock pool that needs to be dredged to prevent ships from running aground when berthing. This study recommends that the feasibility study and technical adjustments be continued in the next phase.</i></p> <p><i>Penelitian ini membahas identifikasi kebutuhan fasilitas sisi laut dan kelayakan teknis pengoperasian terminal khusus (tersus) pt ayaskara alam nusantara untuk mendukung aktivitas operasional perusahaan dalam distribusi batuan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kebutuhan fasilitas sisi laut pelabuhan dalam pembangunan tersus untuk kebutuhan pertambangan batuan, dan memberikan rekomendasi kebijakan terkait kelayakan pengoperasian teknis tersus tersebut. Metode yang digunakan adalah pendekatan deskriptif kuantitatif, dengan analisis yang mengacu pada pedoman teknis studi kelayakan pelabuhan. Penilaian kelayakan didasarkan pada matriks yang tercantum dalam keputusan direktur jenderal perhubungan laut tahun 2019. Hasil penelitian menunjukkan bahwa fasilitas sisi laut yang direncanakan untuk tersus pt ayaskara alam nusantara memenuhi standar teknis yang berlaku. Selain itu, pengoperasian terminal ini dinyatakan layak dengan kategori A (sangat layak dioperasikan), namun perlu perhatian lebih pada kedalaman kolam dermaga yang harus dikeruk untuk mencegah kapal kandas saat sandar. Penelitian ini merekomendasikan untuk melanjutkan studi kelayakan dan penyesuaian teknis pada fase berikutnya.</i></p>

## I. PENDAHULUAN

Terminal Khusus PT Ayaskara Alam Nusantara berlokasi di pesisir Desa Tanjung Kabupaten Muna, Provinsi Sulawesi Tenggara, yang secara geografis berada pada perairan teluk lombe dan menghadap langsung ke Selat Buton di sebelah timur. Pengoperasian terminal ini dijadwalkan untuk dilaksanakan dalam waktu dekat. PT Ayaskara Alam Nusantara merupakan perusahaan yang beroperasi di sektor industri pertambangan, yang berencana akan melakukan penambangan dan pengelolaan batu gamping di Desa Walengkabola (Oempu) dan Desa Matano Oe (Tanjung), Kecamatan Tongkuno, Kabupaten Muna, Provinsi Sulawesi Tenggara.

Fasilitas yang memadai harus dirancang untuk melayani kapal besar untuk mengangkut batu gamping, dengan mempertimbangkan parameter seperti kondisi perairan dan operasional terminal khusus. Jika fasilitas sisi laut tidak memenuhi standar teknis yang diperlukan, hal ini dapat menyebabkan keterlambatan dalam proses pengiriman dan potensi terhadap kerugian. Kelayakan teknis biasanya erat kaitannya dengan aspek yang berhubungan dengan teknis pada pelaksanaan proyek contohnya seperti lokasi, fasilitas umum, tinggi bangunan, luas bangunan, dan tata ruang [1]. Pengkajian aspek teknis dalam penelitian kelayakan dimaksudkan untuk memberikan batasan garis besar parameter-parameter teknis yang berkaitan dengan perwujudan fisik dari pelaksanaan proyek sampai dengan pengoperasian.

Tujuan dari penelitian kelayakan teknis ini adalah untuk menjawab pertanyaan penelitian kebutuhan terkait fasilitas sisi laut pelabuhan serta menilai apakah pengoperasiannya layak untuk direalisasikan. Penilaian ini dikaitkan dengan tingkat keberhasilan yang ingin dicapai. Dengan demikian, penelitian ini berfungsi sebagai dasar dalam menentukan langkah-langkah strategis pengoperasian

pelabuhan. Pelaksanaan studi kelayakan pada pengembangan infrastruktur ini sangat penting untuk memastikan proyek pembangunan yang direncanakan layak dijalankan. Studi kelayakan juga berperan dalam meminimalkan potensi risiko kerugian [2].

Pelabuhan, sebagai infrastruktur transportasi laut, memiliki peran yang krusial dan strategis dalam mendukung pertumbuhan industri serta perdagangan. Selain itu, pelabuhan juga merupakan bagian penting dari rantai sistem transportasi dan logistik, yang memberikan kontribusi signifikan terhadap perekonomian dan pembangunan nasional [3]. Pelabuhan didefinisikan sebagai tempat yang meliputi daratan dan/atau perairan dengan batas-batas tertentu, yang digunakan untuk kegiatan pemerintahan, perusahaan, serta berfungsi sebagai tempat sandar kapal, kegiatan penumpang, dan/atau bongkar muat barang [4]. Pelabuhan ini mencakup berbagai fasilitas keselamatan dan keamanan pelayaran, serta mendukung aktivitas transportasi antarmoda

Beberapa alasan dapat menjelaskan mengapa pelabuhan disebut juga dengan terminal adalah karena pelabuhan dapat terdiri dari berbagai terminal, seperti contohnya terminal penumpang, terminal muatan curah kering, terminal curah cair, terminal petikemas, multiterminal, terminal ro-ro, dan lainnya [5]. Terminal khusus adalah terminal yang terletak di luar wilayah kerja dan wilayah kepentingan pelabuhan, merupakan bagian dari pelabuhan terdekat, dan berfungsi untuk melayani kebutuhan sendiri sesuai dengan fokus usahanya [6]. Operasional pelabuhan melibatkan berbagai indikator seperti arus barang, waktu pelayanan kapal, rasio pemakaian fasilitas dermaga, dan biaya bongkar muat barang untuk mengevaluasi efisiensi dan efektivitas operasional. Arus barang mencakup berbagai aspek seperti berth output, throughput, ship output, dan labo output, yang merupakan total tonase barang yang dibongkar dan dimuat di terminal dalam rentang waktu tertentu [7]

Untuk mendukung sektor prioritas pemerintah dalam membangun tol maritim dan mempererat konektivitas nusantara sebagai negara kepulauan, pelabuhan memegang peranan penting sebagai gerbang utama Indonesia [8]. Dalam konteks studi kelayakan teknis Terminal Khusus, yang merupakan pelabuhan yang digunakan untuk kepentingan sendiri sesuai dengan fokus usahanya untuk kebutuhan industri, tambang, atau perusahaan besar, Penilaian kelayakan teknis Mengacu pada Keputusan Direktur Jenderal Perhubungan Laut Nomor: KP.227/DJPL/2019 Tentang Pedoman Teknis Penyusunan Studi Kelayakan Pembangunan Pelabuhan

## II. METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif dengan tahapan analisis yang bertujuan untuk mengidentifikasi kebutuhan fasilitas sisi laut pelabuhan dan memberikan rekomendasi kebijakan terkait kelayakan pengoperasian teknis terminal. Rekomendasi kebijakan tersebut akan didasarkan pada hasil penilaian kelayakan yang merujuk pada matriks dalam Keputusan Direktur Jenderal Perhubungan Laut Tahun 2019 tentang Pedoman Teknis Penyusunan Studi Kelayakan Pembangunan Pelabuhan

## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

### III.1 Kondisi Hidrooseanografi

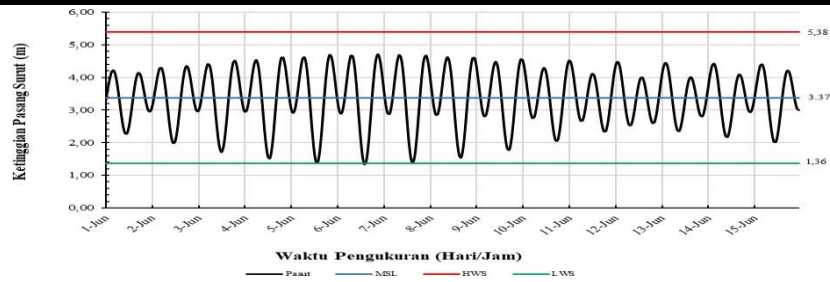
Data pasang surut yang diperoleh dari PT. Ayaskara Alam Nusantara selama 15 hari di lokasi pengamatan, dan dianalisis menggunakan metode admiralty, ditemukan konstanta harmonik pasang surut di lokasi terminal khusus. Konstanta harmonik ini dapat dilihat pada tabel berikut:

**Tabel 1.** Konstanta harmonik pasang surut

	Komponen Pasang Surut									
	S0	M2	S2	N2	K1	O1	M4	MS4	K2	P1
A (m)	3,4	0,94	0,3	0,22	0,34	0,22	0,006	0,002	0,08	0,11
g °		184	248,7	160,6	194,4	166,3	173,3	342,5	248,7	194,4
Formzahl	0.44	Tipe pasang surut campuran condong ke harian ganda								

Sumber: (Hasil pengolahan data PT. Ayaskara Alam Nusantara, 2024)

Berdasarkan tabel di atas, amplitudo (A) dari komponen pasang surut semi diurnal (M2) memiliki nilai yang lebih tinggi menunjukkan bahwa pasang surut di lokasi tersebut lebih dipengaruhi oleh gravitasi (gaya tarik) bulan dan bumi. Nilai bilangan Formzahl yang diperoleh adalah 0,44. Berdasarkan kriteria Courtier Range, nilai ini berada dalam rentang 0,26 – 1,50, yang mengindikasikan tipe pasang surut campuran dengan kecenderungan ke harian ganda (*mixed tide prevailing semidiurnal*). Variasi ketinggian pasang surut dan jenis pasang surut di lokasi pengamatan dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



**Gambar 1.** Grafik pasang surut 15 hari (1-15 Juni 2023)

Sumber : (Hasil pengolahan data PT. Ayaskara Alam Nusantara, 2024)

Tunggang pasang surut di lokasi pengamatan menggunakan datum referensi terhadap MSL (*mean sea level*) yang berarti kedalaman MSL adalah 0 (nol)

**Tabel 2.** Tungangan pasang surut

Elevasi Pasang Surut	Nilai (m)
HWS	5,38
MSL	3,37
LWS	1,36
Z <sub>0</sub>	2,21

Sumber: (Hasil pengolahan data PT. Ayaskara Alam Nusantara, 2024)

Air pasang tertinggi (HWS) mencapai 5,38 m dan air laut terendah (LWS) mencapai 1,36 m. Di lokasi pengamatan, nilai rata-rata muka laut (MSL) adalah 3,37 m, sedangkan nilai Z<sub>0</sub> (muka surutan) tercatat sebesar 2,21 m.

Kedalaman perairan berdasarkan pengukuran bathimetri pada rencana terminal khusus dan area sandar kapal berkisar dari kedalaman -10 m sampai -15 m. Selain itu morfologi dasar perairan di lokasi pengamatan, terutama di area Pelabuhan, tergolong sangat curam dengan kedalaman berkisar antara 10-20 meter. Kedalaman perairan di ujung rencana terminal khusus berkisar antara 10 meter dengan jarak sekitar ± 0-1 meter dari bibir pantai atau ujung rencana terminal tersebut

Pola pergerakan arus laut dari hasil pemodelan menunjukkan bahwa kecepatan arus pada Musim Barat saat pasang relatif lebih kuat, yaitu sebesar 0,008 m/s, dibandingkan dengan kecepatan arus pada Musim Barat saat surut yang sebesar 0,006 m/s. Sementara itu, rata-rata kecepatan arus pada Musim Timur saat pasang maupun surut relatif sama, yaitu 0,005 m/s

**Tabel 3.** Rata-rata kecepatan dan arah arus permusim di sekitar terminal khusus

Waktu Pengukuran	Kecepatan Arus (m/s)	Arah Arus
Musim Barat Menuju Pasang	0,008	Condong ke arah Barat Laut
Musim Barat Menuju Surut	0,006	Condong ke arah Tenggara
Musim Timur Menuju Pasang	0,005	Condong ke arah Barat Laut
Musim Timur Menuju Surut	0,005	Condong ke arah Tenggara

Sumber: (Hasil pengolahan data PT. Ayaskara Alam Nusantara, 2024)

Hasil menunjukkan bahwa arah arus, baik pada kondisi perairan menuju pasang pada Musim Barat maupun Musim Timur, cenderung mengarah ke Barat Daya. Sementara itu, pada kondisi perairan menuju surut, arah arus cenderung mengarah ke Timur Laut. Untuk Pemodelan gelombang pada penelitian ini dilakukan dengan memanfaatkan data kecepatan, durasi, dan arah angin di lokasi pengamatan. Dari hasil pemodelan ini, rata-rata tinggi gelombang untuk setiap musim dapat dilihat pada Tabel berikut.

**Tabel 4.** Rata-rata tinggi gelombang permusim di sekitar terminal khusus

Musim	Tinggi Rata-rata (m)
Barat	0,16
Timur	0,342
Peralihan 1	0,322
Peralihan 2	0,319

Sumber: (Hasil pengolahan data PT. Ayaskara Alam Nusantara, 2024)

Secara keseluruhan, tinggi gelombang di lokasi pengamatan tergolong rendah. Hal ini disebabkan oleh lokasi pengamatan yang berada di perairan Selat Buton di bagian Timur dan Teluk Lombe di bagian Selatan, bukan di laut lepas, sehingga pengaruh angin dan fetch tidak terlalu besar. Gelombang yang terbentuk di lokasi ini umumnya dipicu oleh angin dari arah Timur, Tenggara, Selatan, dan Barat Daya.

Selama Musim Timur, angin dominan berhembus dari arah Barat Barat Laut dengan kecepatan rata-rata 3,01 m/s. Pada Musim Pancaroba-1, arah angin tetap dominan dari Barat Barat Laut dengan kecepatan rata-rata 2,25 m/s. Selanjutnya, selama Musim Barat, angin berhembus terutama dari arah Timur dengan kecepatan rata-rata 2,29 m/s. Sedangkan pada Musim Pancaroba-2, yang terjadi sebelum memasuki Musim Timur, angin kembali dominan dari arah Barat Barat Laut dengan kecepatan rata-rata 2,75 m/s

### III.2 Operasional terminal khusus

Terminal khusus PT. Ayaskara Alam Nusantara direncanakan akan digunakan untuk bersandar kapal tongkang/berge sepanjang 300 kaki yang mampu membawa hingga 12.000 metrik ton. Berikut adalah spesifikasi tongkang/berge yang akan digunakan :

**Tabel 5.** Spesifikasi tongkang/berge

<i>Length Overall (LOA)</i>	91,44	Meter
<i>Breadth (B)</i>	24,38	Meter
<i>Depth</i>	5,4	Meter
<i>Max Draft</i>	5,3	Meter
<i>Gross register Tons (GRS)</i>	3145	Ton
DWT	12.000	Ton

Sumber: (PT. Ayaskara Alam Nusantara, 2024)

Berdasarkan perencanaan produksi batu gamping perusahaan untuk tahun pertama, estimasi volume adalah sekitar 2.161.184,62 metrik ton, sementara untuk tahun kedua hingga tahun ke-20, perkiraan volume meningkat menjadi sekitar 3.060.115,66 metrik ton per tahun. Frekuensi Kunjungan kapal per tahun dihitung dengan persamaan 1 seperti yang diterapkan oleh Lepinus *et.al* (2010). Dengan membagi total total produksi atau kuantitas dan kapasitas muatan kapal yang direncanakan PT Ayaskara Alam Nusantara. Berikut perhitungan yang dilakukan :

$$\begin{aligned}
 N_{Kapal} &= \frac{Q_n}{Demand} && \dots\dots(1) \\
 &= \frac{3.060.115.66}{12.000} \\
 &= 255 \text{ kapal/tahun}
 \end{aligned}$$

Frekuensi Kedatangan kapal/hari :

$$N_{Kapal} = \frac{255}{365} = 0,70 \text{ Kapal/Hari}$$

Dimana:

- $N_{kapal}$  = Jumlah kapal yang dibutuhkan per tahun.
- $Q_n$  = Total produksi atau kuantitas yang perlu diangkut dalam satu tahun 3.060.115.66 Ton.
- Demand* = Kapasitas muatan rata-rata satu kapal atau permintaan muatan per kapal 12.000 DWT.

Dari perhitungan berdasarkan rencana produksi batu gamping PT Ayaskara Alam Nusantara yang memiliki target produksi tahunan yang direncanakan sebesar 3.060.115,66 Metrik Ton per tahun, dan dengan kapasitas kapal tongkang sebesar 12.000 ton serta jangka waktu operasi yang direncanakan selama 20 tahun, diperkirakan bahwa frekuensi kedatangan kapal akan mencapai 255 kapal/tahun atau sekitar 0,70 kapal/hari.

### III.2 Kebutuhan fasilitas sisi laut pelabuhan

Analisis kebutuhan fasilitas sisi laut pelabuhan merupakan langkah penting dalam memastikan kelayakan teknis terminal khusus, perhitungan fasilitas sisi laut pelabuhan seperti dermaga, alur pelayaran, area labuh, dan kolam pelabuhan. Sebelum melakukan perhitungan terhadap panjang dermaga terlebih dahulu dihitung jumlah maksimum kapal yang dapat bersandar pada dermaga dengan sistem memanjang  $180^0$  berdasarkan persamaan (2) seperti perhitungan yang diterapkan oleh Arief, A. (2021) :

$$L = (2 \times a) + (n \times LOA) + ((n - 1) \times b) \quad \dots\dots(2)$$

$$300 = (2 \times 0,5) + (n \times 91,44) + ((n - 1) \times 0,5)$$

$$\frac{300 - 0,5}{91,44} = 3,28 \text{ atau } 3 \text{ kapal sandar sekaligus}$$

Dimana:

- L = Panjang dermaga (300 meter)
- LOA = Panjang kapal (91,44 meter)
- n = Jumlah kapal sandar sekaligus(3 Kapal)
- a = Jarak antara kapal dengan sudut dermaga (0,5)
- b = Jarak antara kapal dan kapal adalah (0,5 meter)

Perhitungan panjang dermaga dihitung berdasarkan persamaan (3) dengan kriteria seperti yang termuat dalam Desain Standar untuk Pelabuhan di Indonesia Tahun Tahun 1984. Berikut perhitungan yang dilakukan :

$$PD = LOA \times 10 \% \quad \dots\dots(3)$$

$$PD = 91,44 \times 10 \% = 100,58 \text{ meter}$$

$$= PD \times 3 = 301,75 \text{ meter}$$

Dimana :

- PD = Panjang dermaga
- LOA = Panjang kapal (91,44 meter)

Selain perhitungan diatas sebagai pembanding panjang dermaga dapat dihitung dengan persamaan (4) dengan standar IMO (*International Maritime Organization*) seperti diberikan dalam buku Bambang Triadmodjo 2010 :

$$L_p = n \times LOA + (n + 1) \times 10\% \times LOA \quad \dots\dots(4)$$

$$L_p = 3 \times 91,44 + (3 + 1) \times 10\% \times 91,44$$

$$L_p = 311 \text{ meter}$$

Hasil analisa menunjukkan kebutuhan dermaga yang sesuai dengan perencanaan Terminal Khusus PT. Ayaskara Alam Nusantara untuk kapal dengan panjang 300 feet atau 91,44 meter adalah dermaga dengan jenis sejajar dengan garis pantai (wharf/quay), jumlah maksimum kapal sandar sekaligus adalah 3 kapal dengan panjang dermaga ± 300 meter. Untuk menghitung lebar dermaga terlebih dahulu menentukan lebar apron menggunakan persamaan (5) seperti yang diterapkan oleh Al-Basyar (2016) mengacu pada *Standard Design Criteria for Ports in Indonesia, 1984*, dengan mempertimbangkan penggunaan peralatan bongkar muat portal crane dan ruang tambahan. Adapun perhitungan yang dilakukan sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 a &= 2 \times \text{lebar portal crane} + 2 && \dots\dots(5) \\
 &= 2 \times 10,5 + 2 \\
 &= 23 \text{ meter}
 \end{aligned}$$

Dimana :  
 Lebar portal crane = 10,5 meter  
 Ruang tambahan = 2 meter

Pehitungan lebar dermaga juga dapat menggunakan persamaan (6) seperti yang diberikan oleh Triatmodjo (2010) dengan mempertimbangkan lebar apron, lebar gudang, lebar jalan. Berikut persamaan untuk menghitung kebutuhan lebar dermaga yang diberikan:

$$\begin{aligned}
 d &= L_p - 2e && \dots\dots(6) \\
 &= 300 - (2 \times 8) \\
 &= 284 \text{ meter} \\
 b &= 3A / (d - 2e) && \dots\dots(6.1) \\
 &= 3 \times 6000 / (284 - 2 \times 8) \\
 &= 67 \text{ meter}
 \end{aligned}$$

Maka lebar minimum dermaga adalah :  
 = L apron + L Gudang + L jalan  
 = 23 + 67 + 8  
 = 98 meter

Dimana :  
 A = Luas gudang rencana (6000m<sup>2</sup>)  
 L<sub>p</sub> = Panjang dermaga (300 meter)  
 B = Lebar gudang (67 meter)  
 A = Lebar apron rencana (23 meter)  
 E = Lebar jalan berdasarkan kriteria yang diberikan  
 Triatmodjo (2010) adalah (minimal 8 meter)

Elevasi dermaga dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan (7) seperti yang termuat dalam Kriteria Desain Standar untuk Pelabuhan di Indonesia Tahun tahun 1984. dengan menjumlahkan elevasi HWS dan kedalaman perairan rencana. Adapun perhitungan sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 ED &= \text{Elevasi HWS} + 1,5 && \dots\dots(7) \\
 &= 5,38 + 1,5 \\
 &= 6,88 \text{ meter dari LWS}
 \end{aligned}$$

Dimana :  
 Kondisi pasang tertinggi (HWS) : 5,38 meter  
 Kedalaman perairan rencana = 1,5 meter

Berdasarkan hasil perhitungan, diperoleh lebar apron sebesar 23 meter, lebar minimum dermaga dengan mempertimbangkan gudang penumpukan material dan jalan adalah sebesar 98 meter, serta elevasi dermaga yang mencapai 6,88 meter di atas *Low Water Spring* (LWS). Perhitungan lebar alur berdasarkan pada pada Juknis Penyusunan RIP. Tahun 2014 dalam Keputusan Direktorat Jendral Perhubungan Laut Tahun 2017. Mengacu pada Tabel 7 mengenai kriteria lebar alur (i) sebagai berikut ini :

**Tabel 6.** Kriteria lebar alur

Panjang Alur	Kondisi Navigasi	Lebar Alur	Analisis	Hasil Perhitungan
2 – jalur relatif panjang, alur lurus	I Kapal dengan Frekuensi tinggi	7 B + 30 M	7 X 24,38 + 30 M	200,66 M
	II Kapal dengan Frekuensi rendah	4 B + 30 M	4 X 24,38 + 30 M	127,52 M
2 – Jalur, alur membelok/menikung	III Kapal dengan Frekuensi tinggi	9 B + 30 M	9 X 24,38 + 30 M	249,42 M
	IV Kapal dengan Frekuensi rendah	5 B + 30 M	5 X 24,38 + 30 M	176,28 M

Dimana : B = Lebar kapal rencana maksimum = 24,38 Meter

Alur pelayaran I minimal adalah 200,66 meter, lebar alur pelayaran II minimal adalah 127,52 meter, lebar alur pelayaran III minimal adalah 249,42 meter, dan lebar alur pelayaran IV minimal adalah 176,28 meter. Kedalaman alur pelayaran di dalam pelabuhan dihitung menggunakan persamaan (8) seperti yang termuat dalam Keputusan Direktorat Jendral Perhubungan Laut Tahun 2017. Perhitungan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 d &= 1,10 D && \text{.....(8)} \\
 &= 1,10 \times 5,40 \\
 &= 5,83 \text{ meter}
 \end{aligned}$$

Dimana :

- d = Kedalaman alur
- D = Full load draft kapal (5,30 meter)

Alur di luar pelabuhan dihitung dengan persamaan (9) seperti yang termuat dalam Keputusan Direktorat Jendral Perhubungan Laut Tahun 2017. Perhitungan sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 d &= D + D' - 0,1 H && \text{.....(9)} \\
 &= 5,30 + 0,05 - 0,1 \times 0,40 \\
 &= 5,31 \text{ meter}
 \end{aligned}$$

Dimana:

- D = Kedalaman alur
- D = Full load draft kapal (5,30 meter)
- D' = Clearance for ship squat and trim (0,05 meter)
- H = Tinggi gelombang diluar pelabuhan (0,40 meter)

Berdasarkan hasil perhitungan, untuk kedalaman alur pelayaran di luar pelabuhan minimal -5,31 meter, dan di dalam Pelabuhan -5,83 meter.

Perhitungan kedalaman area labuh adalah dengan menggunakan persamaan (10) seperti yang termuat dalam Keputusan Direktorat Jendral Perhubungan Laut Tahun 2017. Perhitungan sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 D &= d + 1 && \text{.....(10)} \\
 &= 5,30 + 1 \\
 &= 6,30 \text{ meter}
 \end{aligned}$$

Dimana :  
 $d = Draft\ max\ (5,30\ meter)$

Perhitungan radius perairan tempat area labuh menggunakan persamaan (11) seperti yang termuat dalam Keputusan Direktorat Jendral Perhubungan Laut Tahun 2017. Perhitungan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} R &= L + 6D + 30\ meter && \dots\dots(11) \\ &= 91,44 + 6 \times 6,30 + 30 \\ &= 159,24\ meter \end{aligned}$$

Dimana :  
 $L = Panjang\ kapal\ (LOA)\ (91,44\ meter)$   
 $D = Kedalaman\ perairan\ (6,30\ meter)$

Perhitungan luasan perairan tempat area labuh adalah menggunakan persamaan (12) seperti yang termuat dalam Keputusan Direktorat Jendral Perhubungan Laut Tahun 2017. Perhitungan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} A &= \pi R^2 && \dots\dots(12) \\ &= 3,14 \times \left(\frac{159,24}{2}\right)^2 \\ &= 19.905,53\ m^2\ \text{atau}\ 1,99\ Ha \end{aligned}$$

Dimana:  
 $A = Luas\ perairan\ tempat\ area\ labuh\ (159,24\ meter)$   
 $\pi = 3,14$

Berdasarkan perhitungan di atas, kedalaman area labuh yang dibutuhkan minimal adalah 6,30 meter dari (LWS), luasan perairan tempat area labuh atau diameter area labuh adalah sebesar 159,24 meter dan luas area labuh yang diperoleh adalah sebesar 1,99 hektar.

Pendekatan dalam perhitungan luasan kolam untuk tempat sandar kapal, menggunakan persamaan (13) seperti yang termuat dalam Keputusan Direktorat Jendral Perhubungan Laut Tahun 2017. Perhitungan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} A &= (1,8)L \times (1,5)L && \dots\dots(13) \\ &= (1,8) \times 91,44 \times (1,5) \times 91,44 \\ &= 22.575,44\ \text{atau}\ 2,26\ Ha \end{aligned}$$

Direncanakan akan di operasikan sebanyak tiga (3) unit area sandar kapal sekaligus :

$$\begin{aligned} &= A \times 3 \\ &= 22,575 \times 3 \\ &= 67.726, 32\ m^2\ \text{atau}\ 6,77\ Ha \end{aligned}$$

Dimana:  
 $A = Luas\ perairan\ untuk\ tempat\ sandar\ per\ satu\ kapal$   
 $L = Panjang\ kapal\ (91,44\ meter)$

Perhitungan kebutuhan luas kolam pelabuhan menggunakan persamaan (14) seperti yang termuat dalam Keputusan Direktorat Jendral Perhubungan Laut Tahun 2017. Perhitungan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} A &= A\ Kolam\ Putar + A\ Sandar\ Kapal && \dots\dots(14) \\ &= 2,63 + 2,26 \\ &= 4,89\ Ha \end{aligned}$$

Dimana:  
 $A = Luas\ Kolam\ Putar\ (3,14 \times 91,44^2 = 26.254,40\ \text{atau}\ 2,63\ Ha)$   
 $A = Luas\ Sandar\ Kapal\ (1,8) \times 91,44 \times (1,5) \times 91,44 = 22.575,44\ \text{atau}\ 2,26\ Ha)$



Kedalaman kolam putar dapat dihitung dengan persamaan (15) dan persamaan (16) seperti yang diberikan oleh Kramadibrata (2002) dalam bukunya dan Zainal (2018), sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 D &= d + 1 && \dots\dots(15) \\
 &= 5,30 + 1 \\
 &= 6,30 \text{ meter}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 D &= d + Vs \times C && \dots\dots(16) \\
 &= 5,30 + 0,5 \times 1 \\
 &= 6,80 \text{ meter}
 \end{aligned}$$

Dimana:

- D = kedalaman kolam pelabuhan (ditinjau dari muka air surut terendah)
- d = draft kapal terbesar saat keadaan muat penuh (*full load*) (5,30)
- C = *keel clearance* (jarak aman kapal) = (0,5 – 1 meter)
- Vs = gerakan vertikal kapal akibat gelombang (*Vgel*) dan *squat* (ayunan kapal vertikal) = toleransi maksimal (0,5 meter)

Perhitungan luas kolam putar (turning basin) menggunakan persamaan (17) seperti yang termuat dalam Keputusan Direktorat Jendral Perhubungan Laut Tahun 2017 Perhitungan sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 A &= \pi R^2 && \dots\dots(17) \\
 &= 3,14 \times 91,44^2 \\
 &= 26.254,40 \text{ m}^2 \text{ atau } 2,63 \text{ Ha}
 \end{aligned}$$

Dimana :

- A = Luas kolam putar (m<sup>2</sup>)
- π = 3,14
- R = Jari-jari kolam putar (91,44 meter)
- D = Diameter areal kolam putar dengan tunda = 2 × L (182,88 meter)
- L = Panjang kapal (LOA) (91,44 meter)

Berdasarkan perhitungan di atas, luas kolam pelabuhan adalah 4,89 hektar dengan kedalaman kolam putar berkisar -6,30 sampai -6,80 meter, sedangkan kedalaman perairan berdasarkan peta bathimetri berkisar antara -10 meter sampai -100 meter, kondisi yang sangat aman untuk kapal berlabuh dan melakukan olah gerak kapal. Kebutuhan diameter kolam putar untuk bermanuver sangat bervariasi tergantung jenis kapal bahkan pada setiap unit kapal dalam satu jenis, dengan panjang kapal (LOA) yang direncanakan sebesar 91,44 meter, maka luas area kolam putar terminal khusus yang diperlukan minimal 2,63 hektar.

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan, bobot kriteria kelayakan ditetapkan untuk memberikan rekomendasi kebijakan terkait kelayakan pengoperasian teknis, yang disesuaikan dengan penilaian dalam penelitian ini. Penilaian ini didasarkan pada matriks dalam Keputusan Direktur Jenderal Perhubungan Laut Tahun 2019 tentang Pedoman Teknis Penyusunan Studi Kelayakan Pembangunan Pelabuhan. Hasilnya menunjukkan nilai batas kelulusan total sesuai kriteria yang tercantum dalam tabel berikut :

Tabel 7. Kriteria sub unsur penilaian

No	Status Kelayakan	Passing Grade	Keterangan
1	Sangat layak dioperasikan	> 90	Untuk prioritas dilanjutkan ke studi berikutnya
2	Layak dioperasikan	80 - 90	Dapat dilanjutkan ke studi berikutnya (dengan pengecualian sudah selesai permasalahannya)
3	Tidak layak dioperasikan kecuali permasalahan yang menjadi penyebab ketidaklayakan terselesaikan	60 – 79,9	Tidak dilanjutkan kecuali sudah selesai permasalahannya
4	Tidak layak dioperasikan	< 60	Tidak dilanjutkan dengan studi berikutnya

Sumber: (Keputusan Direktur Jenderal Perhubungan Laut Tahun, (2019) Tentang Pedoman Teknis Penyusunan Studi Kelayakan Pembangunan Pelabuhan

Dengan skor subtotal sebesar 91 dan persentase 91%, status kelayakan pengoperasian teknis pelabuhan berada pada kategori A (sangat layak dioperasikan), yang berarti pelabuhan dapat dilanjutkan ke studi berikutnya sesuai dengan pedoman Keputusan Direktur Jenderal Perhubungan Laut Tahun 2019.

Hasil analisis menunjukkan bahwa seluruh fasilitas sisi laut pelabuhan, termasuk dermaga, alur pelayaran, area labuh, area sandar kapal, dan kolam pelabuhan, telah memenuhi kriteria kelayakan teknis sesuai dengan peraturan nasional dan standar internasional. Fasilitas ini dirancang untuk mendukung operasional terminal khusus dengan aman dan efisien, termasuk melayani kapal berukuran besar. Beberapa penyesuaian, seperti pengerukan kolam pelabuhan, diperlukan untuk memastikan keamanan dan kelancaran manuver kapal.

Wilayah perairan di lokasi terminal memiliki pasang surut semidiurnal dengan *High Water Spring* (HWS) 5,38 meter, *Mean Sea Level* (MSL) 3,37 meter, dan *Low Water Spring* (LWS) 1,36 meter. Meskipun kedalaman laut memadai untuk kapal besar, pengerukan kolam dermaga diperlukan untuk menghindari risiko kandas. Arus, gelombang, dan kecepatan angin di lokasi terminal berada dalam batas aman dan tidak berdampak signifikan pada operasional pelabuhan. Spesifikasi fasilitas seperti dermaga, alur pelayaran, area labuh, dan kolam pelabuhan telah memenuhi standar kelayakan teknis, dengan nilai total kelayakan mencapai 91% berdasarkan Keputusan Direktur Jenderal Perhubungan Laut Tahun 2019. Pelabuhan dinyatakan layak secara teknis untuk operasional, dengan catatan permasalahan pengerukan kolam dermaga dapat diatasi.

#### IV. KESIMPULAN

Berdasarkan pengolahan dan analisis data yang telah dilaksanakan, peneliti menyimpulkan beberapa temuan signifikan sebagai berikut :

1. Hasil penelitian menunjukkan kebutuhan fasilitas sisi laut pelabuhan yang direncanakan untuk kebutuhan pertambangan batuan Terminal Khusus PT. Ayaskara Alam Nusantara memenuhi standar teknis.
2. Pengoperasian Terminal Khusus PT. Ayaskara Alam Nusantara untuk kebutuhan pertambangan batuan dinyatakan layak dioperasikan dan berada pada kategori A (Sangat Layak Dioperasikan) dan Untuk prioritas dilanjutkan ke studi berikutnya, dengan catatan Permasalahan terkait dengan kedalaman kolam dermaga pelabuhan, perlu dilakukan pengerukan agar kapal tidak kandas saat sandar ke dermaga.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] I. Soeharto, Manajemen Proyek Dari Konseptual Sampai Operasional, 2nd Ed. Ciracas, Jakarta: Erlangga, 1999. Doi: 10.3938/Jkps. 60.674.
- [2] Z. Zakia, M. Safriani, D. Masrura, D. Febrianti, and I. Yuri Salena, "A Feasibility Study of The Bubon Port to Improve Maritime Affairs in West Aceh District," *Int. J. Eng. Sci. Inf. Technol.*, vol. 3, no. 1, pp. 28–35, 2023, doi: 10.52088/ijesty.v3i1.412
- [3] A. A. Putra and S. Djalante, "Pengaruh Infrastruktur Dalam Meningkatkan Penemuan Vektor," *J. Ilm. Media Eng.*, vol. 6, no. 1, pp. 433–443, 2016.
- [4] "Undang-Undang Nomor 17 Tahun 2008 Tentang Pelayaran."
- [5] A. Djamaluddin, Desain Rekayasa Perencanaan Pelabuhan. Makassar: Unhas Press, 2023.
- [6] "Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 52 Tahun 2021 Tentang Terminal Khusus Dan Terminal Untuk Kepentingan Sendiri."
- [7] M. Nur Khaerat Nur, Hasmar Halim, A. M. S. Miswar Tumpu, Irwan Gani, And R. K. Andi Isdyanto, Perancangan Pelabuhan Laut. Makassar: Yayasan Kita Menulis, 2021.

- [8] S. Hamzah, A. Abdurahman, R. Saputra, and E. Aprianti, "Development of new port in Minahasa Utara: A-pre feasibility study," *AIP Conf. Proc.*, vol. 1903, no. November 2017, 2017, doi: 10.1063/1.5011581.
- [9] D. N. Ria and U. H. Umar, "Analysis of Feasibility Study of Construction and Operation of Special Terminals PT. Nan Indah Mutiara Shipyard menghasilkan perkembangan yang cukup banyak permasalahan pada tahap persiapan Tinjauan Pustaka Target dari penelitian ialah Menganalisis Studi," vol. 1, no. 5, pp. 516–526, 2023, doi: 10.37253/leader.v1i5.9034.
- [10] "Keputusan Direktur Jenderal Perhubungan Laut Nomor: KP. 227/DJPL/2019 Tentang Pedoman Teknis Penyusunan Studi Kelayakan Pembangunan Pelabuhan."

AUTHORS