

## Perancangan Detail Engineering Design (DED) Dermaga Tipe Dolphin: Pendekatan Analisis Teknis dan Lingkungan

Dhiecho Mahar Dhiecha<sup>1,2</sup>, Ronald Sukwadi<sup>1,3\*</sup>

<sup>1</sup>Program Profesi Insinyur, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Indonesia Atma Jaya  
Jl. Jenderal Sudirman No. 51 Jakarta 12930

<sup>2</sup>PT. Cakrawala Bumi Khatulistiwa  
Jl. Aloe vera Kompleks Green Aurelia W.9, Pontianak, Kalimantan Barat

<sup>3</sup>Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Indonesia Atma Jaya  
Jl. Jenderal Sudirman No. 51 Jakarta 12930

| Article Info   | Abstract   |
|--|--|
| <p><i>Article history:</i></p> <p>Received<br/>14 Desember 2024</p> <p>Accepted<br/>19 Desember 2024</p> <p><i>Keywords:</i><br/>Detailed Engineering Design, Wharf, Dolphin</p> | <p><i>The preparation of a wharf Detail Engineering Design (DED) is an important step in infrastructure development to ensure the design meets operational needs, environmental conditions, and technical and safety standards. The design takes into account the pier's length, water depth, support structure, auxiliary equipment, and goods handling system, all of which are tailored to the specific type of vessel. We selected a dolphin-type pier/jetty as the optimal solution based on observations, field surveys, and topography-bathymetry analysis. The jetty area has a gentle land contour with steep riverbanks, while soil investigations showed a hard layer at a certain depth that supports the stability of the structure. The design included a jetty head with a 15 cm floor plate, 30 × 50 cm beams, and 40 cm diameter steel piles with N-SPT values of 40-60. We designed breasting and mooring dolphins with steel piles to enhance operational efficiency and stability. The design aims to guarantee the longevity of the construction and the operational sustainability of the wharf.</i></p> |

| Article Info  | Abstrak   |
|---|---|
| <p><i>Article history:</i></p> <p>Diterima<br/>14 Desember 2024</p> <p>Disetujui<br/>19 Desember 2024</p> <p><i>Kata Kunci:</i><br/>Detail Engineering Design, Dermaga, Dolphin</p> | <p>Penyusunan <i>Detail Engineering Design</i> (DED) dermaga merupakan langkah penting dalam pembangunan infrastruktur untuk memastikan desain memenuhi kebutuhan operasional, kondisi lingkungan, serta standar teknis dan keselamatan. Desain mencakup panjang dermaga, kedalaman perairan, struktur penopang, alat bantu, dan sistem penanganan barang sesuai jenis kapal. Berdasarkan observasi, survei lapangan, dan analisis topografi-batimetri, pier/jetty tipe dolphin dipilih sebagai solusi optimal. Kawasan dermaga memiliki kontur daratan landai dengan tepian sungai terjal, sementara investigasi tanah menunjukkan lapisan keras pada kedalaman tertentu yang mendukung stabilitas struktur. Desain meliputi jetty head dengan plat lantai 15 cm, balok 30 × 50 cm, serta tiang pancang baja berdiameter 40 cm dengan nilai N-SPT 40-60. <i>Breasting</i> dan <i>mooring dolphin</i> didesain menggunakan tiang pancang baja untuk meningkatkan efisiensi dan stabilitas operasional. Desain ini dirancang untuk menjamin daya tahan konstruksi dan keberlanjutan operasional dermaga.</p> |

\*Corresponding author. Ronald Sukwadi  
Email address: [ronald.sukwadi@atmajaya.ac.id](mailto:ronald.sukwadi@atmajaya.ac.id)

## 1. PENDAHULUAN

Dermaga Terminal Khusus (tersus) merupakan fasilitas infrastruktur strategis yang dirancang untuk melayani kebutuhan spesifik sektor industri tertentu, seperti energi, pertambangan dan manufaktur. Fungsinya yang terfokus pada pengangkutan barang curah, material berat atau produk industri memerlukan perencanaan yang matang agar mampu mendukung aktivitas operasional secara efisien, aman dan sesuai dengan standar teknis serta peraturan yang berlaku (Direktorat Jenderal Perhubungan Laut, 1984). Dermaga tersus adalah solusi infrastruktur yang strategis untuk mendukung kebutuhan distribusi perusahaan secara efisien dan efektif (PT. Cakrawala Bumi Khatulistiwa, 2024).

Penyusunan *Detail Engineering Design* (DED) untuk dermaga tersus merupakan langkah krusial dalam proses pembangunan infrastruktur. DED berfungsi sebagai panduan teknis yang komprehensif untuk memastikan dermaga dirancang sesuai dengan kebutuhan spesifik pengguna, kondisi lingkungan setempat serta memenuhi persyaratan teknis dan keselamatan. Penyusunan DED juga bertujuan untuk meminimalkan risiko teknis, efisiensi biaya dan dampak lingkungan selama fase konstruksi dan operasional dermaga (Bertram & Schneekluth, 1998).

Kebutuhan akan dermaga tersus yang efisien semakin meningkat, seiring dengan pertumbuhan sektor industri yang memerlukan solusi logistik khusus untuk mendukung kelancaran rantai pasok. Selain itu, dermaga tersus berperan dalam mendukung percepatan pembangunan ekonomi daerah melalui optimalisasi pemanfaatan sumber daya alam dan pengembangan kawasan industri terpadu (Direktorat Jenderal Perhubungan Laut, 1984). Penyusunan DED yang terintegrasi menjadi pedoman pelaksanaan pembangunan dermaga tersus dapat berjalan dengan lancar, terukur dan mendukung pengoperasian dermaga secara optimal sesuai dengan tujuan yang diharapkan.

## 2. METODE KAJIAN

Kegiatan dimulai dengan survei pendahuluan dan pengumpulan data sekunder. Data tersebut diperoleh dengan melakukan observasi (peninjauan) dan wawancara mengenai kondisi fisik lokasi (kelayakan lokasi), kondisi sosial masyarakat sekitar, sejarah dan periode banjir, intensitas banjir yang pernah terjadi pada lokasi perencanaan. Selain itu, dilakukan juga studi lingkungan dan analisis kebutuhan operasional terminal untuk memastikan perencanaan sesuai dengan standar teknis dan regulasi yang berlaku.

Tahapan berikutnya adalah survei dan pemetaan lapangan guna memperoleh data primer, seperti fotogrametri, topografi, batimetri, dan investigasi geoteknik. Setelah itu, dilakukan proses desain teknis yang melibatkan pemodelan struktur dermaga, desain sistem akses jalan serta fasilitas pendukung lainnya. Pemodelan dilakukan dengan memanfaatkan perangkat lunak berbasis aplikasi untuk menjamin ketepatan desain. Rancangan ini juga mencakup pertimbangan efisiensi operasional, daya tahan infrastruktur, serta keberlanjutan lingkungan.

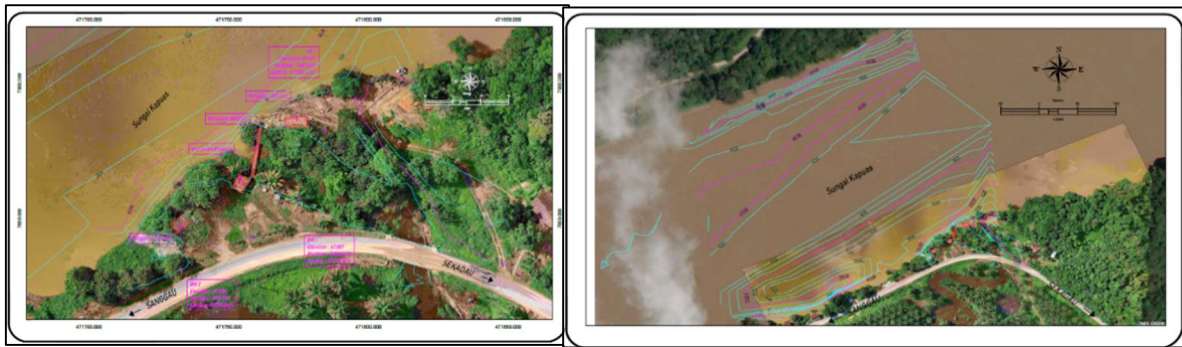
Hasil akhir dari penyusunan DED (*Detail Engineering Design*) ini berupa dokumen teknis yang mencakup gambar desain detail, spesifikasi teknis, estimasi biaya dan rencana pelaksanaan proyek.

Lokasi Kegiatan di Desa Semuntai, Kecamatan Mukok, Kabupaten Sanggau, Provinsi Kalimantan Barat. Desa Semuntai berada di wilayah tengah Kabupaten Sanggau, dengan lanskap yang didominasi oleh dataran rendah dan perbukitan. Desa Semuntai dikelilingi oleh hutan tropis dan lahan pertanian, yang menjadi salah satu karakteristik utama wilayah di Kalimantan Barat. Desa Semuntai memiliki lokasi yang strategis di sepanjang jalur perairan, memanfaatkan akses sungai sebagai rute pengangkutan barang dan material.

Secara topografis, Desa Semuntai memiliki kontur yang relatif datar dengan beberapa kawasan yang lebih tinggi, yang mempengaruhi perencanaan dan pembangunan struktur dermaga serta fasilitas pelabuhan lainnya. Alur pelayaran yang ada di sekitar wilayah ini memiliki kedalaman yang cukup untuk mendukung kapal-kapal besar yang datang untuk melakukan kegiatan bongkar muat. Dengan dukungan infrastruktur yang baik, kawasan Desa Semuntai menjadi area yang mendukung untuk perencanaan dan pengembangan infrastruktur dermaga Terminal Khusus CPO.

- **Pengukuran Topografi dan bathimetri**

Hasil survei topografi mencakup peta kontur, profil tanah serta visualisasi detail permukaan wilayah yang akan digunakan untuk pembangunan dermaga. Informasi ini memberikan gambaran rinci tentang perubahan elevasi, area yang memerlukan pekerjaan tanah serta potensi risiko lingkungan seperti banjir atau erosi. Selain itu, survei ini juga membantu dalam menentukan posisi struktur utama dermaga, jalur akses transportasi, dan fasilitas pendukung lainnya dengan lebih presisi.

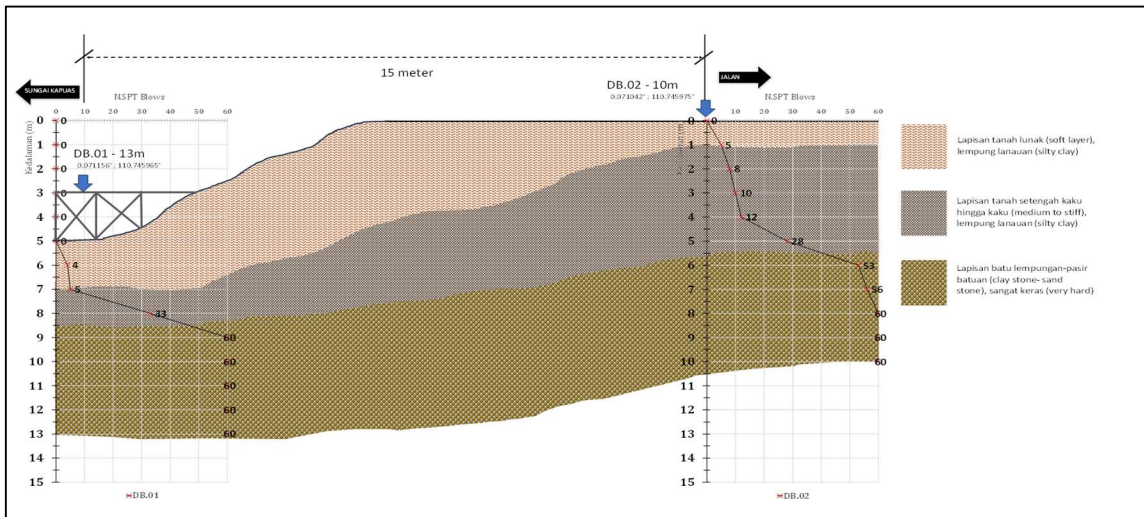


**Gambar 1.**

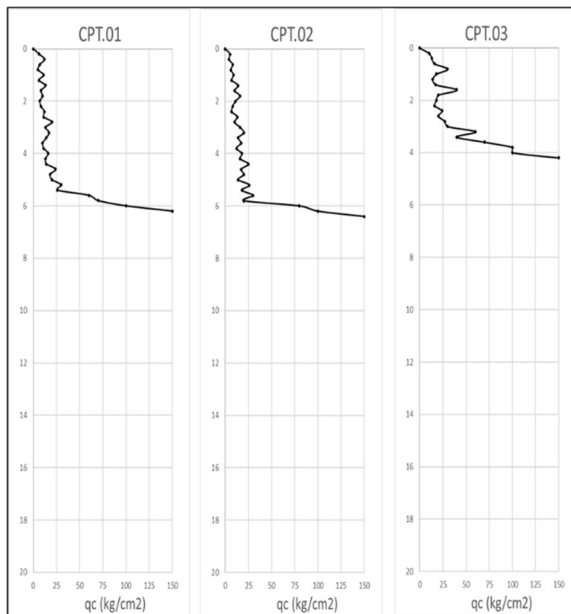
Peta Topografi dan Bathimetri Lokasi Perencanaan  
(Sumber: PT. Cakrawala Bumi Khatulistiwa, 2024)

- **Soil Investigation**

Soil investigation dilakukan untuk memberikan pemahaman yang lebih mendalam mengenai kondisi geoteknik di lokasi proyek. Soil investigation mengidentifikasi sifat fisik dan mekanik tanah yang ada di bawah permukaan, yang meliputi kedalaman, komposisi tanah, daya dukung dan potensi permasalahan geoteknik lainnya. Data yang diperoleh digunakan sebagai dasar dalam perancangan pondasi dan struktur dermaga pada dermaga Terminal Khusus, serta untuk memastikan bahwa desain yang dihasilkan dapat menjamin stabilitas dan keamanan konstruksi dalam jangka panjang.



**Gambar 2.**  
 Statigrafi Tanah Uji SPT Lokasi Rencana Dermaga Terminal Khusus  
 (Sumber: PT. Cakrawala Bumi Khatulistiwa, 2024)



**Gambar 3.**  
 Hasil Uji CPT Lokasi Rencana Dermaga Terminal Khusus  
 (Sumber: PT. Cakrawala Bumi Khatulistiwa, 2024)

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

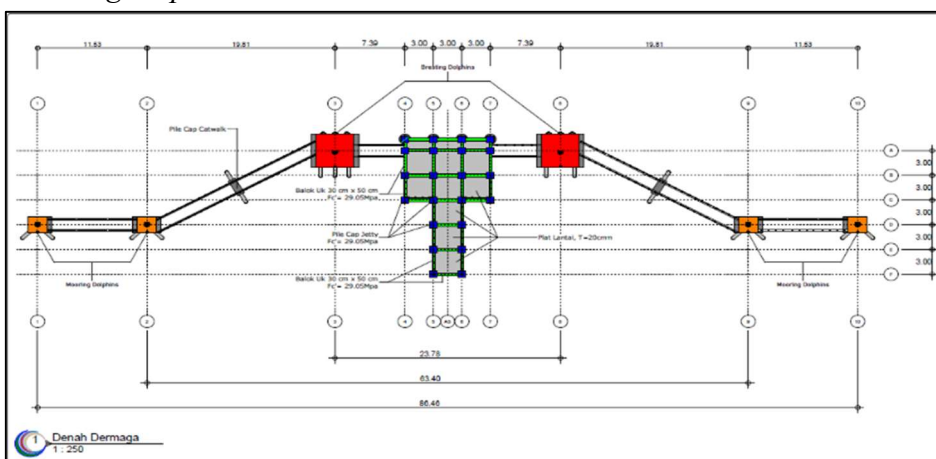
Standar perencanaan dermaga merupakan pedoman teknis yang digunakan untuk merancang, membangun dan mengoperasikan fasilitas dermaga yang aman, efisien dan sesuai dengan kebutuhan logistik dan operasional. Dalam perencanaan dermaga, berbagai faktor teknis dan keselamatan harus diperhitungkan, termasuk kedalaman perairan, kapasitas kapal yang akan dilayani, serta kekuatan struktural untuk menopang beban dari kegiatan bongkar muat.

Berikut ini adalah beberapa standar yang digunakan sebagai referensi dalam perencanaan Dermaga Terminal Khusus.

- Kriteria Perencanaan Standar untuk Pelabuhan di Indonesia (Direktorat Jenderal Perhubungan Laut, 1984).
- *United Nations Conference on Trade and Development Japan Standard for Pons and Harbours* (U.N.C.T.A.D., n.d.)
- Rekomendasi Struktur Bangunan Pantai (EAU, 1980)
- *Recommended Practice for Planning Designing and Constructing Fixed Offshore Platforms-Working Stress Design* (API, 2007).
- *Permanent International Association of Navigation Congresses.*
- *The International Association of Ports and Harbors.*
- *Ship Design for Efficiency and Economy* (Bertram & Schneekluth, 1998)
- Perencanaan Beton Bertulang (SNI 03-2847-2019., 2019).
- Tata Cara Perencanaan Struktur Baja (SNI 03-1729-2020., 2020).
- Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa (SNI 03-1726-2019., 2019).

Perencanaan struktur dermaga merupakan proses merancang dan membangun dermaga yang mampu menahan beban dari kapal yang bersandar serta aktivitas bongkar muat barang. Struktur dermaga harus dirancang dengan mempertimbangkan berbagai faktor teknis dan operasional untuk memastikan keberlanjutan dan keselamatan operasional. Rencana struktur dermaga berupa struktur *Jetty Head*, *Trestle*, *Breasting Dolphin* dan *Mooring Dolphin*.

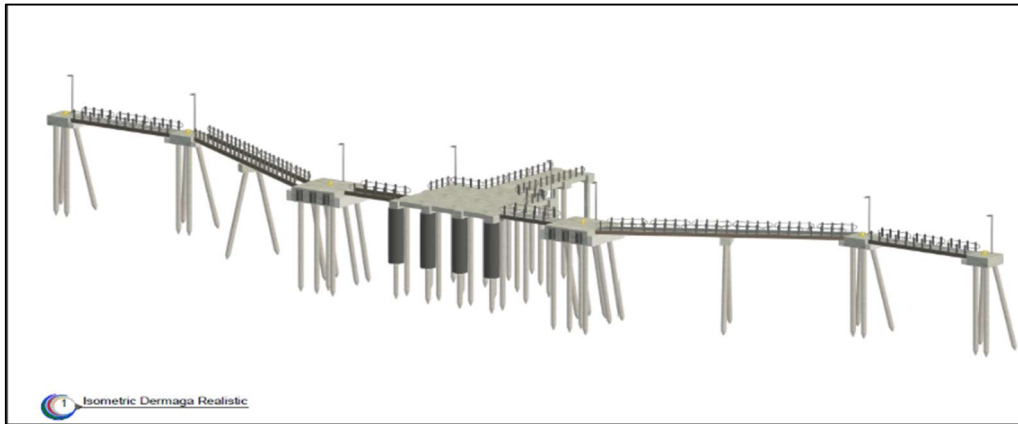
Dimensi *jetty head* dan *mooring dolphin* ditentukan dari kebutuhan minimal kapal atau tongkang yang direncanakan dapat berlabuh di dua *breasting dolphin*. Ukuran *jetty head* dan *breasting* diperoleh dari hasil hitungan panjang dan lebar *jetty head* dan *breasting dolphin* serta elevasi minimal lantai *jetty head*. Panjang total *jetty head* dan *breasting dolphin* dipengaruhi oleh panjang kapal yang berlabuh serta menambat di *jetty head* dan *breasting dolphin*.



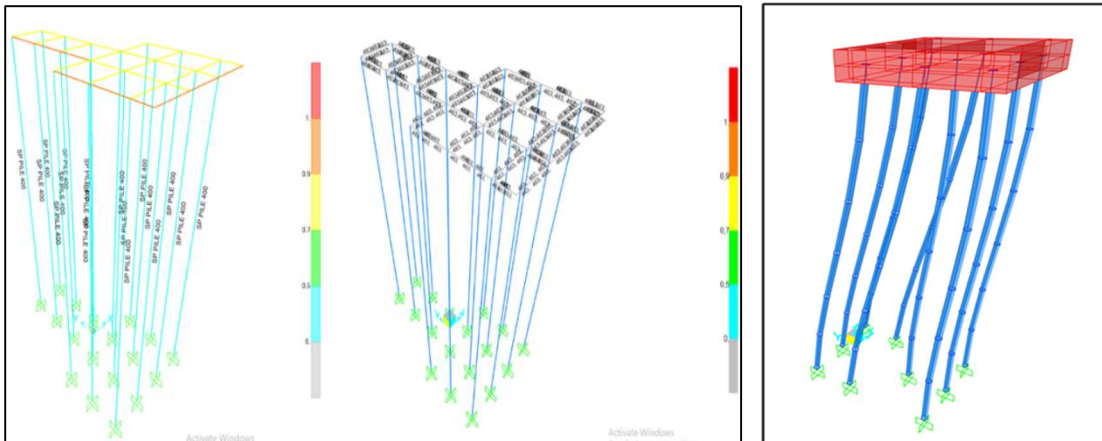
**Gambar 4.**

Denah Dermaga Terminal Khusus CPO

(Sumber: PT. Cakrawala Bumi Khatulistiwa, 2024)



**Gambar 5.**  
Visualisasi 3D Dermaga Terminal Khusus CPO  
(Sumber: PT. Cakrawala Bumi Khatulistiwa, 2024)



**Gambar 6.**  
Model Analisis Struktur *Jetty Head* dan *Breasting Dolphin*  
(Sumber: PT. Cakrawala Bumi Khatulistiwa, 2024)

#### 4. KESIMPULAN DAN SARAN

Dermaga terminal khusus ini akan menjadi bagian dari rencana pengembangan jangka panjang pelabuhan, yang tidak hanya bertujuan untuk memenuhi kebutuhan saat ini, tetapi juga mengantisipasi peningkatan volume lalu lintas barang di masa depan. Berikut beberapa kesimpulan yang dapat diambil dari hasil perancangan:

- Perencanaan dermaga terminal khusus diperlukan untuk mendukung kegiatan pelabuhan yang spesifik, seperti pengelolaan proses pengangkutan hasil produksi minyak kelapa sawit secara lebih efisien.
- Perencanaan desain dermaga mencakup berbagai aspek penting seperti panjang dermaga, kedalaman perairan (draft), struktur penopang (pile), alat bantu (conveyor) dan sistem penanganan barang lainnya. Setiap elemen desain tersebut disesuaikan dengan jenis kapal yang akan berlabuh dan aktivitas dermaga serta jenis barang yang akan ditangani.



- Berdasarkan hasil observasi, survei pendahuluan, dan survei pemetaan lapangan, disimpulkan bahwa desain dermaga yang paling sesuai untuk kebutuhan operasional Dermaga Terminal Khusus CPO adalah jenis pier / jetty tipe dolphin. Jenis ini dipilih karena mampu memberikan fleksibilitas dan efisiensi dalam mendukung aktivitas bongkar muat barang, khususnya untuk pengelolaan hasil produksi minyak kelapa sawit.
- Berdasarkan hasil analisis data pemetaan topografi dan batimetri, kawasan Dermaga Terminal Khusus CPO memiliki tipikal kontur topografi daratan yang relatif landai, dan memiliki tipikal kontur topografi tepian sungai yang cukup terjal.
- Berdasarkan hasil analisis investigasi tanah di lapangan melalui uji SPT, diperoleh nilai N-SPT 60 pada titik uji DB.01 pada kedalaman 8 hingga 13 meter lapisan batu lempungan – pasir batuan, dan nilai N-SPT 60 pada titik uji DB.02 pada kedalaman 5 hingga 10 meter lapisan batu lempungan – pasir batuan.
- Berdasarkan hasil analisis investigasi tanah di lapangan melalui uji CPT (sondir ringan kapasitas 2,5 ton), diperoleh hasil yang relatif seragam di titik CPT.01 dan CPT.02 lapisan tanah keras didapatkan di kedalaman 6,00 hingga 6,40 meter, titik tersebut merupakan satu hamparan. Sedangkan titik CPT.03 terletak di sebelah utara dengan jarak dari CPT.02 sejauh 57 meter, diperoleh lapisan tanah keras pada kedalaman 4,20 meter.
- Berdasarkan hasil analisis perhitungan struktur perencanaan dermaga dolphin, diperoleh dimensi jetty head dengan tebal plat lantai direncanakan sebesar 15 cm, adapun untuk ukuran panjang dan lebar jetty head masing-masing adalah 9 dan 7,5 meter.
- Balok pada struktur dermaga dirancang untuk mendukung dan memperkuat keseluruhan konstruksi, termasuk bagian-bagian yang menerima beban dari kapal yang bersandar serta kegiatan bongkar muat. Dalam perencanaan ini, balok memanjang dan melintang memiliki dimensi yang direncanakan sebesar  $30 \times 50$  cm, memastikan stabilitas dan daya tahan dermaga terhadap berbagai beban operasional.
- Tiang pancang pada desain jetty dirancang untuk menopang struktur dermaga secara kokoh, dengan ukuran yang disesuaikan terhadap beban yang diterima. Pada perencanaan ini, digunakan tiang pancang baja berdiameter 40 cm yang dipasang hingga mencapai lapisan tanah keras dengan nilai N-SPT 40-60, memastikan stabilitas dan daya dukung optimal untuk aktivitas dermaga.
- Dimensi breasting dolphin direncanakan dengan ukuran  $4 \times 4 \times 1,5$  m, menggunakan 9 tiang pancang baja (steel pipe pile) yang digunakan untuk menopang struktur breasting dolphin. Tiang pancang baja berdiameter 40 cm dan dipasang mencapai lapisan tanah keras (N-SPT = 40-60).
- Dimensi mooring dolphin direncanakan dengan ukuran  $2 \times 2 \times 1$  m, menggunakan 4 tiang pancang baja (steel pipe pile) yang digunakan untuk menopang struktur mooring dolphin. Tiang pancang baja berdiameter 40 cm dan dipasang mencapai lapisan tanah keras (N-SPT = 40-60).

## 5. DAFTAR PUSTAKA

1. API. (2007). *Recommended Practice for Planning, Designing and Constructing Fixed Offshore Platforms-Working Stress Design (21st ed.)*. Washington, D.C.: American Petroleum Institute.
2. Bertram, V., & Schneekluth, H. (1998). *Ship Design for Efficiency and Economy (2nd ed.)*. Oxford: Butterworth-Heinemann.
3. Direktorat Jenderal Perhubungan Laut. (1984). *Kriteria Perencanaan Standar untuk Pelabuhan di Indonesia*. Jakarta: Departemen Perhubungan.
4. EAU. (1980). *Rekomendasi untuk Struktur Bangunan Pantai*, Edisi 4.
5. PT. Cakrawala Bumi Khatulistiwa (2024). *Laporan Akhir Penyusunan Detail Engineering Desain (DED) Terminal Khusus CPO PT. Multi Prima Entakai Kecamatan Mukok, Kabupaten Sanggau, Provinsi Kalimantan Barat*.
6. SNI 03-2847-2019. (2019). *Perencanaan Beton Bertulang*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
7. SNI 03-1729-2020. (2020). *Tata Cara Perencanaan Struktur Baja*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
8. SNI 03-1726-2019. (2019). *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
9. U.N.C.T.A.D.. (n.d.). *Japan Standard for Ports and Harbours*. United Nations Conference on Trade and Development.