



Studi Perencanaan Pelabuhan pada Struktur pada Terminal “Curah Kering” Kawasan Ekonomi Khusus (KEK) Sorong

Yohanes Kristian Sebatu

Institut Teknologi Nasional Malang

Vega Aditama

Institut Teknologi Nasional Malang

I Wayan Mundra

Institut Teknologi Nasional Malang

Alamat: Jl. Bendungan Sigura-gura No.2, Sumbersari, Kec. Lowokwaru, Kota Malang, Jawa Timur 65152, Indonesia

Korespondensi penulis: yohaneskristiansebatu@gmail.com

Abstract. *This final project discusses the planning for the development of the "Dry Bulk" terminal in the Special Economic Zone (SEZ) of Sorong to enhance the port's functions in supporting local economic activities. The research methods include hydro-oceanographic analysis, evaluation of the dock layout, and structural calculations. The data indicates a navigation channel depth of 12 meters LWS, an entrance channel length of 1,232 meters, and a width of 264 meters. The dock is planned to be 250 meters long and 30 meters wide for dry bulk vessels with a maximum capacity of 30,000 DWT. Load analysis shows vertical loads of 1.16 t/m² and 0.5 t/m², as well as a horizontal load due to ship impact of 91.5 tons. Structural calculations are performed using SAP 2000 software in accordance with SNI 2847-2019 standards. The development of the terminal is expected to improve port operational efficiency, support local economic growth, and establish it as a strategic distribution center in eastern Indonesia. This research is anticipated to serve as a reference for future port development.*

Keywords: *Port Development, Hydro-Oceanographic Analysis, Dock Layout, Navigation Channel Depth, Dock Loading.*

Abstrak. Tugas akhir ini membahas perencanaan pengembangan terminal "Curah Kering" di Kawasan Ekonomi Khusus (KEK) Sorong untuk meningkatkan fungsi pelabuhan dalam mendukung kegiatan ekonomi lokal. Metode penelitian meliputi analisis hidro-oceanografi, evaluasi layout dermaga, dan perhitungan struktur. Data menunjukkan kedalaman alur pelayaran 12 meter LWS, panjang alur masuk 1.232 meter, dan lebar 264 meter. Dermaga direncanakan sepanjang 250 meter dan lebar 30 meter untuk kapal curah kering dengan kapasitas maksimum 30.000 DWT. Analisis beban menunjukkan beban vertikal 1,16 t/m² dan 0,5 t/m², serta beban horizontal akibat tumbukan kapal sebesar 91,5 ton. Perhitungan struktur dilakukan dengan software SAP 2000 sesuai standar SNI 2847-2019. Pengembangan terminal diharapkan meningkatkan efisiensi operasional pelabuhan, mendukung pertumbuhan ekonomi lokal, dan menjadikannya pusat distribusi strategis di

wilayah timur Indonesia. Penelitian ini diharapkan menjadi referensi untuk pengembangan pelabuhan di masa mendatang

Kata Kunci: Pengembangan Pelabuhan, Analisis Hidro-Oceanografi, Layout Dermaga, Kedalaman Alur Pelayaran, Pembebanan Dermaga

LATAR BELAKANG

Menurut Peraturan Pemerintah No.69 Tahun 2001 Pasal 1 ayat 1, tentang Kepelabuhanan, pelabuhan adalah tempat yang terdiri dari daratan dan perairan disekitarnya dengan batas - batas tertentu sebagai tempat kegiatan pemerintahan dan kegiatan ekonomi yang dipergunakan sebagai tempat kapal bersandar, berlabuh, naik turun penumpang dan/atau bongkar muat barang yang dilengkapi dengan fasilitas keselamatan pelayaran dan kegiatan penunjang pelabuhan serta sebagai tempat perpindahan intra dan antar moda transportasi.

Berdasarkan keadaan eksisting bahwa pada kawasan KEK Sorong terdapat beberapa dermaga pelabuhan yang menunjang upaya pengembangan perekonomian di kawasan tersebut. Adapun pelabuhan tersebut terbagi atas 3 bagian yakni; Dermaga A Segmen 1 (terminal A), Dermaga A segmen 2 (terminal B), Dermaga B Segmen 1 (terminal C) dan Dermaga B Segmen 2 (terminal D dan E). Dengan adanya beberapa jenis kapal beserta fungsinya pada pelabuhan Arar, maka perlunya peningkatan status terminal Arar.

Terminal yang di pilih untuk menjadi bahan kajian dalam penulisan tugas akhir ini yakni terminal dermaga E sebagai terminal curah kering dengan metode pengangkutan menggunakan cangoroo crane. Pelabuhan Curah Kering Arar KEK Sorong memiliki ukuran dermaga yang relatif kecil yakni sepanjang 100 m menyebabkan kapal dengan ukuran yang besar sulit masuk dan hal tersebut berpengaruh pada daya guna pelabuhan. Pada alur pelayaran pelabuhan ini, terdapat terumbu karang yang menyebabkan manuver kapal akan kurang aman, kolam pelabuhan yang kecil dapat memperlambat pergerakan /manuver kapal saat ingin bersandar dan saat ingin lepas sandaran dan menyebabkan kapal mesti berputar melalui alur pelayaran Selatan yang jaraknya lebih jauh, hal ini menyebabkan alur pelayaran kapal untuk tujuan Arar menjadi tidak efisien.



Gambar 1. Letak Eksisting Pelabuhan Curah Kering Kawasan Ekonomi Khusus (KEK) Sorong

METODE PENELITIAN

Data Perencanaan

Tabel 1. Data Perencanaan

Nama bangunan	Pelabuhan Curah Kering Sorong
Fungsi bangunan	Pelabuhan Curah Kering
Tinggi bangunan	m (Dermaga) m (Trestle)
Lebar bangunan	34,00 m (Dermaga) 10,00 m (Trestle)
Panjang bangunan	252,00 m (Dermaga) 405,00 m (Trestle)
Struktur bangunan	Beton Bertulang
Struktur pondasi	Tiang Pancang

Tabel 2. Data Perencanaan

Mutu beton	35 Mpa
Mutu baja ulir	420 Mpa
Mutu baja polos	280 Mpa
Mutu baja profil	ASTM A252
Kapal Rencana	Kapal Curah Kering
Kapasitas Angkut	20.000 DWT

Displacement (G)	25.0000 Ton
Panjang Total (Loa)	157 m
Panjang Garis Air (Lpp)	148 m
Lebar (B)	23 m
Draft Kapal	9,2 m

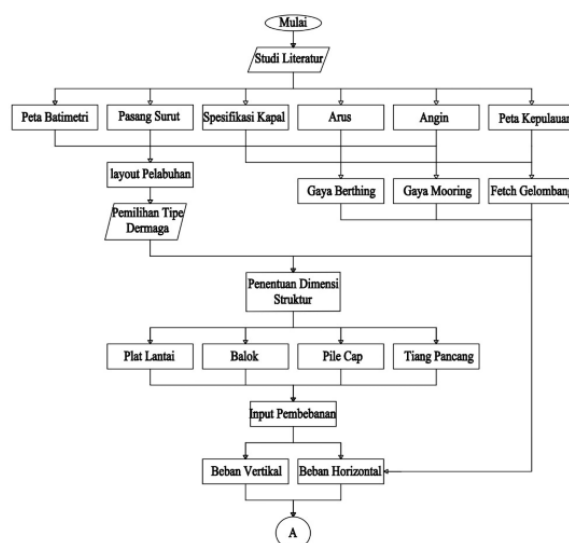
Analisa Struktur (Pemodelan Struktur)

Literatur-literatur yang digunakan sebagai pedoman perencanaan meliputi:

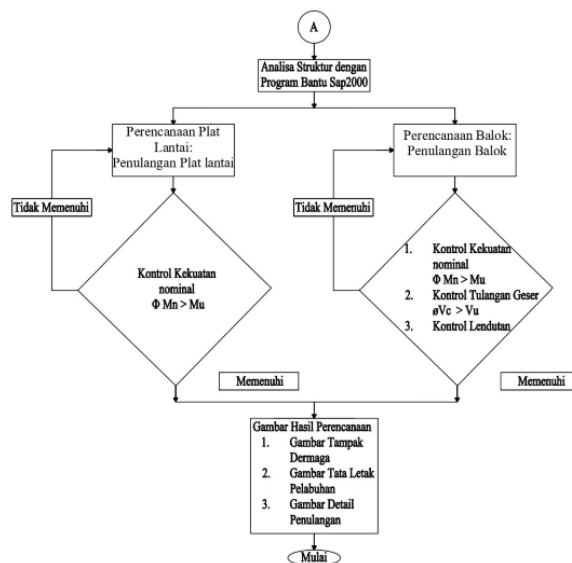
1. SNI 2847-2019 Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung.
2. SNI 1726-2020 Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Banngunan Gedung dan Non Gedung
3. SNI 1727-2020 Beban Minimum Untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain.
4. SNI 1725-2016 Standar utama yang secara khusus mengatur jenis beban dan kombinasi pembebanan pada jembatan, baik jembatan jalan raya maupun jembatan kereta api

Analisa Struktur (Pemodelan Struktur)

Untuk menghitung gaya-gaya dalam pada struktur Pelabuhan Curah Kering Kawasan Ekenomi Khusus (KEK) Sorong digunakan program bantu Sap2000 V.2.



Gambar 1. Diagram Alir Perencanaan Bagian 1



Gambar 2. Diagram Alir Perencanaan Bagian 2

HASIL DAN PEMBAHASAN

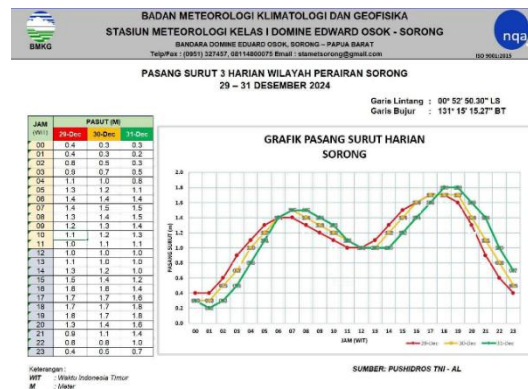
Dari hasil perhitungan didapatkan dimensi profil baja yang dibutuhkan adalah sebagai berikut:

Hasil Analisa Batimetri:

1. Pada Lokasi perencanaan trestle/struktur jembatan yang menghubungkan dermaga dengan daratan berada pada kedalaman 6,194 – 12,320 m LWS (low Water Spring) diukur dari tengah as perencanaan trestle sampai dermaga
2. Pada Lokasi perencanaan Dermaga berada pada kedalaman 10,390–13,190 m LWS (low Water Spring) diukur dari tengah as perencanaan dermaga
3. Pada Lokasi perencanaan Layout Pelayaran berada pada kedalaman mLWS (low Water Spring) diukur dari tengah as perencanaan dermaga

Data Arus

Menghindari pengaruh tekanan arus berarah tegak lurus (cross currents), agar kapal dapat bermanuver dengan cepat dan mudah. Kecepatan arus maksimum 3 knot (1.5 m/dt).

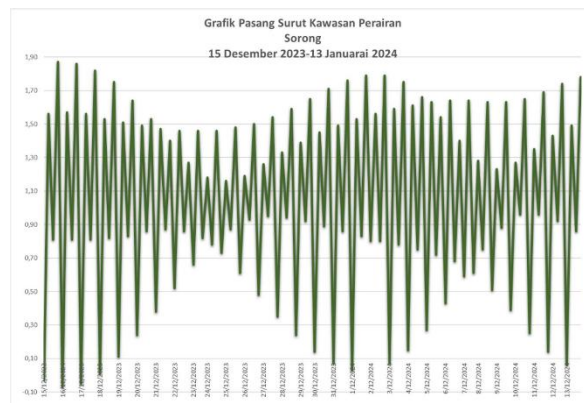


Gambar 3. Data Arus Laut Pelabuhan Kek Sorong

Data Pasang Surut

Data pasang surut yang dipergunakan diambil dari hasil Pasang surut di wilayah perairan Pelabuhan Kek Sorong yang didapat dari data BMKG, dari hasil pengamatan selama 30 hari didapatkan beda pasang surut = 1,87m

1. Tipe pasangan surut di perairan Arar adalah Semi Diurnal
2. Beda pasangan suurt sebesar 1,87 m diatas m LWS
3. Elevasi HWS (High Water Spring) pada
4. + 1,87 mLWS.
5. Elevasi MSL (Mean Sea Level) pada + 1,06 mLWS.
6. Elevasi LWS (Low Water Spring) pada -0.07 mLWS



Gambar 4. Grafik Pasang Surut Laut Pelabuhan Kek Sorong

Data Fetcth Gelombang

Dari data rekap fetch (Tabel 2.10 -2.15) tersebut didapat perhitungan tinggi gelombang maksimal pada periode adalah 0,27 meter. dan didapatkan data rata-rata gelombang sesuai BMKG tertinggi adalah 1,1 meter sehingga dalam perencanaan menggunakan tinggi gelombang maksimal 1,15 meter

Data Tanah

Data tanah yang dipakai digunakan untuk membuat asumsi kedalaman tanah oleh karena kurangnya data tanah (N-SPT) sehingga pada perencanaan ini pancang direncanakan pada kedalaman tanpa adanya daya dukung tanah. Data tanah yang digunakan bersumber dari jurnal Asriadi, dkk yang berjudul “Land Subsidence Investigation And Handling Methods (Case Study: Building Of BPJS Ketenagaan Kerjaan Sorong City South West Papuaprovince)”. Data penelitian diambil dari Lokasi yang berjarak 17,423 meter dari Lokasi perencanaan dermaga. Adapun data tanah yang diperoleh adalah sebagai berikut:

No Test	Depth (m)	Qc/Qr (Kg/Cm2)	JHP/TSF (Kg/Cm)
S1	5.00	250	117
S2	8.00	250	1442

Gambar 5. Data Tanah

1. Tanah sangat lunak, $QC < 5 \text{ kg/cm}^2$, lunak, $QC = 5-10 \text{ kg/cm}^2$
2. tanah padat, $QC = 10-20 \text{ kg/cm}^2$; kenyal, $QC = 20-40 \text{ kg/cm}^2$;sangat kenyal, $QC = 40-80 \text{ kg/cm}^2$; keras, $QC = 80-150 \text{ kg/cm}^2$

Hasil Perencanaan

1. Evaluasi Layout Pelabuhan dan Perairan

a. Evaluasi Layout Pelabuhan

- 1) Dead Weight Tonnage (DWT) : $G = 30.000 \text{ DWT}$
- 2) Lenght Overail (Loa): $Loa = 176 \text{ m}$
- 3) Beam (B): $B = 26,1 \text{ m}$
- 4) Loaded Draft: $D = 10,3 \text{ m}$

b. Evaluasi Layout Perairan

- 1) Kebutuhan Lebar Alur $L = 264 \text{ m}$
- 2) Kebutuhan Kedalaman Perairan $H = 12 \text{ m}$
- 3) Kebutuhan Panjang Alur (Stopping Distance) $L = 1,232 \text{ m}$
- 4) Kebutuhan Kolam Putar (Turning Basin) $Db = 352 \text{ m}$
- 5) Luasan Kolan Dermaga (Basin)
 $P = 220 \text{ m}$
 $L = 32,625 \text{ m}$

2. Dimensi Struktur

- a. Dimensi balok induk = 700 mm x 1400 mm
- b. Dimensi balok anak = 700 mm x 1000 mm
- c. Dimensi Pile cap 1 = 200 mm x 200 mm x 100 mm
- d. Dimensi Pile cap 2 = 200 mm x 400 mm x 100 mm
- e. Dimensi Tiang Pancang (diameter x tebal) = 1190 mm x 19 mm

3. Pembebanan Struktur

Untuk berat sendiri struktur, meliputi balok, kolom dan pelat sudah dihitung dengan perintah selfweight pada program bantu Sap2000 V.21

Dengan Rincian sebagai berikut:

4. Beban Vertikal

- a. Beban Berat Sendiri Konstruksi (Beban Merata): 1,16 t/m²
- b. Beban Hidup Merata: 5,05 t/m²
- c. Beban Bergerak
 - 1) Beban Terbagi Rata (BTR) : BTR = 47,8 kN/m²
 - 2) Beban Garis Terpusat (BGT) BGT = 63,7 kN/m²
- d. Beban Truk Muatan Curah Kering
- e. Beban Crane

Diperoleh momen maksimum sebesar 420 tonm yang terjadi pada radius 10 m, dan berat sendiri crane adalah 165 ton. Untuk menghitung beban pada masing – masin pad crane di hitung dengan cara mekanika teknik. dengan diperoleh nilai:

- a. RAV = 11,761 ton/m (beban dibagi perluasan pad crane)
- b. RBV = 6,988 ton (beban dibagi perluasan pad crane)

5. Beban Horizontal

- a. Beban Tumbukan Kapal (Berthing) P = 91,5 ton-m

Pemilihan Tipe Fender

- 1) Energi = 91,5 ton-m ($> E_f = 92,4$ ton-m)
 - 2) Reaksi = 127,8 ton (sebagai gaya horizontal)
 - 3) Diameter = 2 m
- b. Beban Tambat (Mooring)
 - 1) Gaya Tarik Kapal
$$V = Pa \sin \alpha = 150 \times \sin 45^\circ = 106,07 \text{ t}$$
$$H = Pa \cos \alpha = 150 \times \cos 45^\circ = 106,07 \text{ t}$$

$$T = H \cos \beta = 106,07 \times 45 \cos 45^\circ = 75 \text{ t}$$

$$N = H \sin \beta = 106,07 \times \sin 45^\circ = 75 \text{ t}$$

2) Gaya tarik akibat arus : $P_c = 64,9393 \text{ t}$

Gaya tarik akibat angin : $P_w = 88,64 \text{ t}$

Pemilihan Tipe Boulder

Boulder / Bollard Type BR-150

Kapasitas tarik (T) = 150 ton

Dimensi : A = 600 mm

Pelat Bolulder (LRFD)

Tebal (t) = 10 cm

Panjang (P) = B = 100 cm

Lebar (L) = C = 81 cm

Mutu Baja = BJ 41

Teg. Putus min (p u f) = 4100 kg/cm²

Teg. Leleh min (f_{yp}) = 2500 kg/cm²

Diameter = 2 ½ In (4 buah)

Mutu Baja = BJ 41

Teg. Putus min (p u f) = 4100 kg/cm²

Teg. Leleh min (f_{yp}) = 2500 kg/cm²

Gambar 6. Pelat Bolulder (LRFD)

Gambar 7. Baut LRFD

- Teg. Tekan ijin ($\sigma'b$) = 0,33 $\sigma'bk$ = 115,5 kg/cm²

- Teg. Geser ijin (τ_b) = 0,54 $\tau'bk$ = 10,102 kg/cm²

Gambar 8. Dasar Pondasi dan Beton

Berikut adalah kombinasi pembebanan pada dermaga saat kondisi Ultimate :

- 1,3 DL + 1,8 LL
- 1,3 DL + 1,8 LL + 1,0 EV
- 1,3 DL + 1,8 LL + 1,0 EV + 1,8 C
- 1,3 DL + 1,8 LL + 1,0 EV + 1,8 C + 1,3 Berthing
- 1,3 DL + 1,8 LL + 1,0 EV + 1,8 C + 1,3 Mooring
- 1,3 DL + 1,8 LL + 1,0 EV + 1,8 C + 1,3 Berthing + 1,3 Mooring

Gambar 9. Kombinasi Pembebanan

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perencanaan struktur atas Dermaga Curah Kering di Kawasan Ekonomi Khusus (KEK) Sorong serta struktur bawah pondasi tiang pancang yang mengacu pada SNI 2847:2019 dan SNI 1726:2019 dengan bantuan program SAP2000 V.21, diperoleh kesimpulan bahwa dermaga direncanakan menggunakan tipe jetty berdasarkan analisis data oseanografi dan spesifikasi kapal. Dermaga memiliki dimensi panjang 250 m dan lebar 30 m, dengan trestle sepanjang 405 m dan lebar 10 m. Alur pelayaran direncanakan dengan kedalaman 12 m LWS, meliputi alur masuk sepanjang 1.232 m dengan lebar 264 m, kolam putar berdiameter 352 m, serta kolam dermaga

dengan panjang 220 m dan lebar 32,625 m. Hasil analisis pembebanan menunjukkan bahwa struktur menerima beban vertikal berupa beban mati sebesar 1,16 t/m², beban hidup merata 0,5 t/m², beban hidup bergerak yang terdiri atas beban terbagi rata 247,8 kN/m², beban garis terpusat 63,7 kN/m², beban truk dengan beban pada as roda depan 50 kN/m² dan as roda belakang 112,5 kN/m², serta beban crane sebesar 1,761 kN/m². Selain itu, struktur juga menerima gaya horizontal berupa gaya berthing sebesar 91,5 t/m dan gaya mooring sebesar 106,07 t/m. Berdasarkan gaya tersebut, direncanakan sistem fender dengan jarak antar fender 10 m dan sistem bolder dengan jarak 35 m sebanyak 8 buah. Adapun dimensi elemen struktur yang diperoleh meliputi plat lantai setebal 450 mm dengan luasan 5 × 5 m menggunakan tulangan utama Ø16–200 dan tulangan bagi Ø10–200, balok induk berukuran 700 × 1400 mm dengan tulangan 10D16 dan 6D16, balok anak berukuran 700 × 1000 mm dengan tulangan 10D16 dan 6D16, pile cap dengan dua tipe yaitu 200 × 200 × 100 mm dan 200 × 400 × 100 mm, serta tiang pancang dengan diameter 1190 mm dan tebal 19 mm, yang secara keseluruhan dinilai telah memenuhi persyaratan kekuatan dan keselamatan struktur.

DAFTAR PUSTAKA

- Asriadi, Purwanto Didik, Widodo Slamet, Fajar Muhammad, Iqbal (2023) Land Subsidence Investigation And Handling Methods (Case Study Building Of Bpjs Ketenagakerjaan Sorong City South West Papua Province. Muhammadiyah Sorong Defrimilsa. 2003. Studi perbandingan profil batimetri perairan utara Belitung hasil deteksi sistem akustik bim terbagi simrad EY500 dengan profil batimetri peta dishidros TNI-AL [skripsi]. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Departemen Pekerjaan Umum, 1989. Peraturan Pembebanan Indonesia untuk Gedung, Yayasan Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan, Bandung.
- Devina Clara, Kristi Bondan, Nugroho Priyo P. (2014) Perencanaan Dermagapelabuhan Rakyat Samber, Papua. Universitas Diponegoro
- Djunarsjah, 2005. "Standar Survei (Baru) dalam Survei Hidrografi". SP-44 IHO.Forum Ilmiah Tahunan ISI. Surabaya
- SE Menteri PUPR, N. 07/Se/M/2015. (2015). Pedoman Persyaratan Umum Perencanaan Jembatan.
- SNI 1725. (2016). SNI 1725-2016 Pembebanan Untuk Jembatan. www.bsn.go.id
- SNI 2833. (2016). SNI 2833-2016 Perencanaan Jembatan Terhadap Beban Gempa. www.bsn.go.id
- SNI 3967. (2008). SNI 3967-2008 Spesifikasi Bantalan Elastomer Tipe Polos Dan Tipe Berlapis Untuk Perletakan Jembatan.
- Suardi Y. 2014. Penentuan Batimetri.

(<http://ilmukelautan.com/publikasi/oseanografi/fisikaoseanografi/404>
penentuanbatimetri [10 maret 2014].)

Triatmodjo Bambang, 1996. Pelabuhan. Beta Offset, Yogyakarta

Arifa An Nur, Dewi Junita Koesoemawati, & Winda Tri Wahyunigtyas. (2019).
Perencanaan Jembatan Pondok Nongko Banyuwangi Menggunakan Box Girder.
Universitas Jember.

Ginting Emanuella. (2019) Analisa Pengerukan Pada Alur Pelayaran Menuju Jetty
PtPertamina Ru Iii, Plaju. Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

ijaya Rizqi, Purwanto, Nugroho Priyo P. (2014) Perencanaan Dermaga Pelabuhan
Tanjung Bonang Rembang. Universitas Diponegoro