

PERENCANAAN STRUKTUR ATAS DERMAGA *GENERAL CARGO TYPE PIER* BERKAPASITAS 50.000 DWT (*DEAD WEIGHT TONNAGE*) DERMAGA BERLIAN TANJUNG PERAK SURABAYA

Sahara Aula Nanda Pertiwi¹, Nurul Rochmah, ST., MT., M.Sc.²
Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945
Jl. Semolowaru No.45, Kec Sukolilo, Kota Surabaya, Jawa Timur 60118
Telp. +62-31-5931800
Email : saharaaula@gmail.com, nurul-rochmah@untag-sby.ac.id

Abstract

Tanjung Perak Port's operational region serves eastern Indonesia, making it a port capable of serving export and import container ships. Terminal. Berlian Terminal is operated by PT Berlian Terminal Services Indonesia (PT BJTI), a subsidiary of PT Pelabuhan Indonesia III (Persero). Thus far, the Berlian Terminal has been categorized as very active (Annual Report, 2018). To increase and support the active flow of commodities in the Port region, suitable infrastructure is required to avoid long wait times.

The goal of this scheme is for the researcher to conduct an analysis for superstructure planning, which includes calculating pier dimensions, construction calculations, loading calculations (vertical and horizontal (ship impact force)), and design control reinforcement activities receiving/delivery to and from Berlian Terminal. So that the loading and unloading of items is more efficient, does not result in long lines, and does not result in accidents. The General Cargo pier, with a depth of 226 meters, will accommodate cargo ships with a capacity of 50,000 DWT. SPSP (Steel Pipe Sheet Pile) Grade 2 is used in the lower structure. The wharf layout is studied using SAP2000 software with 3D modeling; the results indicate that the berth dimensions are 326 m 40 m, the beam dimensions are 1000 mm 800 mm, and the plate thickness is 250 mm. SPSP with a diameter of 1016 mm is used for the piles. According to the planning results, the greatest beam moment value is 893.337 kN-m, and the largest displacement value is 0.008947 m.

Keywords : *Wharf, Type Pier, Superstructure, SAP2000, Berlian Terminal*

Abstrak

Wilayah Operasi PT. Pelabuhan Indonesia III melayani Indonesia kawasan timur. Terminal Berlian, Terminal Nilam, Terminal Kalimas, Terminal Petikemas Surabaya (TPS), Terminal Teluk Lamong, dan Terminal Penumpang Gapura Surya Nusantara. Terminal Berlian merupakan terminal milik PT. Berlian Jasa Terminal Indonesia (PT. BJTI) yang merupakan salah satu Anak Perusahaan dari PT. Pelabuhan Indonesia III (Persero). Terminal Berlian tergolong sangat aktif hingga saat ini (Annual Report, 2018). Jadi, untuk meningkatkan dan mendukung keaktifan arus barang di area Pelabuhan dibutuhkan infrasturktur yang memadai agar tidak mengakibatkan *waiting time* menjadi lama.

Tujuan dari perencanaan ini Peneliti ingin melakukan analisis untuk perencanaan struktur atas yaitu perhitungan dimensi dermaga, perhitungan konstruksi, perhitungan pembebanan (*Vertical dan Horizontal* (gaya tumbukan kapal)) dan *control design* tulangan, dengan tujuan untuk memaksimalkan fungsi dermaga, supaya memperlancar aktivitas *receiving/delivery* dari dan ke Terminal Berlian. Sehingga proses bongkar muat barang akan lebih efektif dan tidak menimbulkan antrian panjang serta tidak menimbulkan kemacetan.

Dermaga *General Cargo type pier* dapat melayani kapal cargo kapasitas 50.000 DWT dengan kedalaman panjang kapal 226 m. Struktur bawah menggunakan SPSP (*Steel Pipe Sheet Pile*) Grade 2. Perencanaan dermaga dianalisis menggunakan *software* SAP2000 dengan model 3D, dari hasil perencanaan ditetapkan dimensi dermaga 326 m × 40 m, Dimensi balok 1000 mm × 800 mm, dan juga tebal pelat 250 mm. Tiang pancang menggunakan SPSP dengan Diameter 1016 mm. Dari hasil perencanaan diperoleh nilai momen balok terbesar 893,337 kN-m, nilai displacement 0,008947 m.

Kata Kunci : *Dermaga, Type Pier, Struktur Atas, SAP2000, Terminal Berlian*

1. Pendahuluan

Indonesia merupakan salah satu negara kepulauan terbesar di dunia, dengan luas lautan melebihi 5 juta km² dan garis pantai terpanjang ke empat di dunia yakni sepanjang 95.181 serta 17.480 pulau yang tersebar dari Sabang sampai Merauke (*United Nations Confernces on the Standardization of Geographical Names* (UNCSSGN) dan *United Nations Group of Experts on Geographical Names* (UNGEGN, 2017). Untuk mendukung sarana angkutan laut tersebut diperlukan prasarana yang berupa pelabuhan. Pelabuhan (*port*) adalah daerah perairan yang terlindung terhadap gelombang, yang dilengkapi dengan fasilitas terminal yang meliputi dermaga, Dermaga merupakan suatu bangunan pelabuhan yang digunakan untuk merapat dan menambatkan kapal yang melakukan bongkar muat barang dan menarik-turunkan penumpang.

Wilayah Operasi PT. Pelabuhan Indonesia III melayani Indonesia kawasan timur, menjadikan Pelabuhan Tanjung Perak sebagai Pelabuhan yang dapat melayani kapal peti kemas ekspor dan impor. Terminal Berlian merupakan terminal milik PT. Berlian Jasa Terminal Indonesia (PT. BJTI) yang merupakan salah satu Anak Perusahaan dari PT. Pelabuhan Indonesia III (Persero). Terminal Berlian tergolong sangat aktif hingga saat ini (Annual Report, 2018). Jadi, untuk meningkatkan dan mendukung keaktifan arus barang di area Pelabuhan dibutuhkan infrastruktur yang memadai agar tidak mengakibatkan *waiting time* menjadi lama.

Berdasarkan hal diatas penulis bermaksud mengangkat kasus ini sebagai tugas akhir dengan merencanakan Struktur Atas Dermaga *General Cargo type Pier* kapasitas kapal yang akan bertambah sebesar 50.000 DWT. Dalam tugas akhir ini Peneliti ingin melakukan analisis untuk perencanaan struktur atas yaitu perhitungan dimensi dermaga, perhitungan konstruksi , perhitungan pembebanan (*Vertical dan Horizontal* (gaya tumbukan kapal)) dan *control design* tulangan, dengan tujuan untuk memaksimalkan fungsi dermaga, supaya memperlancar aktivitas *receiving/delivery* dari dan ke Terminal Berlian.

2. Metode

2.1 Perencanaan Pembebanan Pada Struktur Atas Dermaga

Analisa pembebanan dermaga dibagi menjadi 2 yaitu pembebanan vertikal dan pembebanan horizontal

a. Beban Vertikal

1. Beban mati
2. Beban hidup
 - Beban hidup merata
 - Beban hidup terpusat
 - Beban portal crane

b. Beban Horizontal

1. Beban arus
2. Beban gelombang
3. Beban Angin
4. Beban Gempa
5. Beban Sandar Kapal (*Berthing Force*)

Besarnya energi benturan yang diberikan oleh kapal berdasarkan *British Standard BS 6349-4-1994* adalah sebagai berikut:

$$E = 1/2 \cdot MD \cdot (VB)^2 \cdot Ce \cdot Cm \cdot Cs \cdot Cc \dots\dots\dots (1)$$

Dimana:

- E = Energi benturan (ton meter)
 VB = Kecepatan kapal saat merapat (m/det)
 MD = *Displacement* (berat) kapal (ton)

- Cm = Koefisien massa
- CE = Koefisien eksentrisitas
- Cs = Koefisien kekerasan
- Cc = Koefisien bentuk dari tambatan

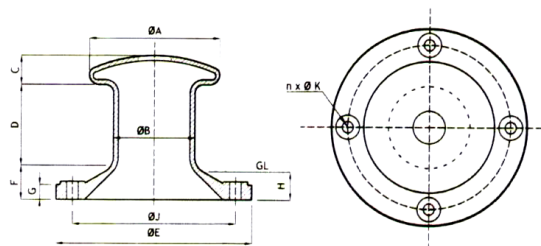
6. Beban Bollard

Kapal yang merapat disepanjang dermaga akan berhenti sebagian dengan menggunakan mesinnya sendiri dan sebagian ditahan dengan tali penambat yang dililitkan pada bollard. Dengan demikian bollard harus mampu menahan gaya tarikan kapal Berdasarkan gaya tarik pada bollard sudah ditentukan kita dapat merencanakan jenis bollard yang digunakan

Ukuran kapal (GT)	Gaya tarik pada mooring Bitt (KN)	Gaya tarik pada bollard (KN)
200 < GT < 500	150	150
500 < GT < 1000	250	250
1000 < GT < 2000	350	250
2000 < GT < 3000	350	350
3000 < GT < 5000	500	350
5000 < GT < 10000	700	500
10000 < GT < 20000	1000	700
20000 < GT < 50000	1500	1000
50000 < GT < 100000	2000	1000

Gambar 1. 1 Bentuk Dimensi Bollard

Sumber : Peneliti, 2023



Gambar 1. 2 Gaya Tambat Sesuai Bobot Kapal

Sumber: Triadmojo, 2009

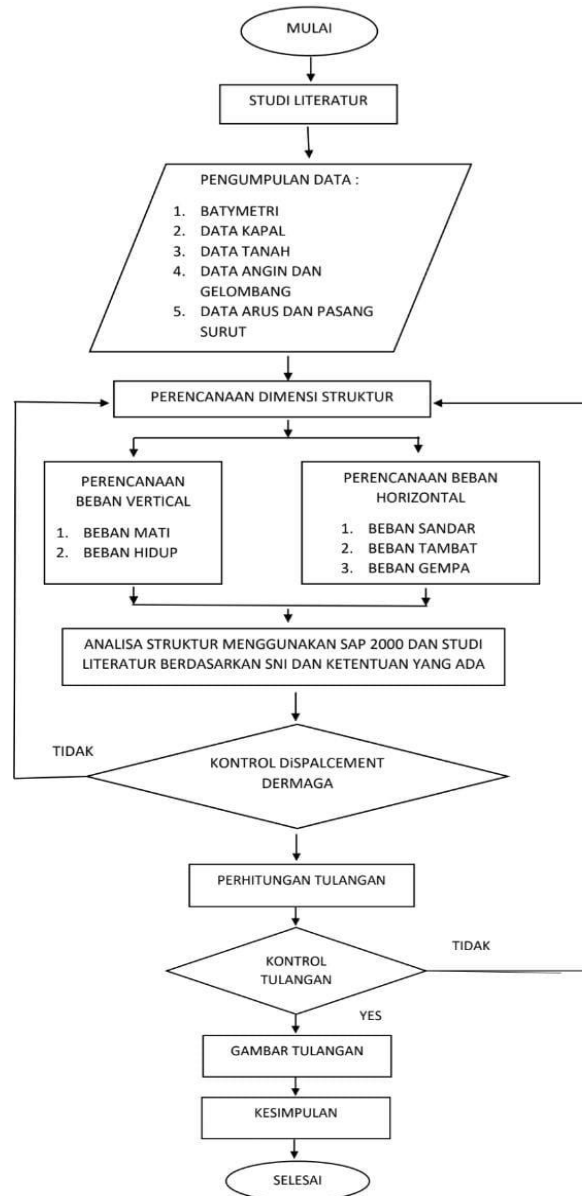
6. Beban Fender

Fender adalah bantalan yang ditempatkan di depan dermaga yang berfungsi untuk mencegah kerusakan pada kapal dan dermaga pada waktu kapal merapat ke dermaga. Fender akan menyerap gaya benturan kapal Pemilihan fender harus disesuaikan dengan besarnya energi benturan yang disebabkan kapal dan harus direncanakan jarak antar fender yang berdasarkan gambar 1.3

Dimensi OD xID (mm)	Gaya R (Ton)	Energi diserap E (Ton-m)
175 x 75	9,38	0,28
200 x 90	9,99	0,36
200 x 100	8,77	0,34
250 x 125	11,01	0,52
300 x 125	13,15	0,75
380 x 190	16,72	1,20
400 x 200	17,53	1,34
450 x 225	19,78	1,69

Gambar 1. 3 Dimensi Kapasitas Fender
Sumber : Triadmojo, 2009

2.2 Metodologi Penelitian



Gambar 1. 4 Diagram Alir
Sumber : Peneliti, 2023

3. Hasil dan Pembahasan

Dari perhitungan pembebanan yang digunakan maka rekapitulasi semua pembebanan, seperti tabel

Tabel 1. 1 Rekapitulasi Pembebanan

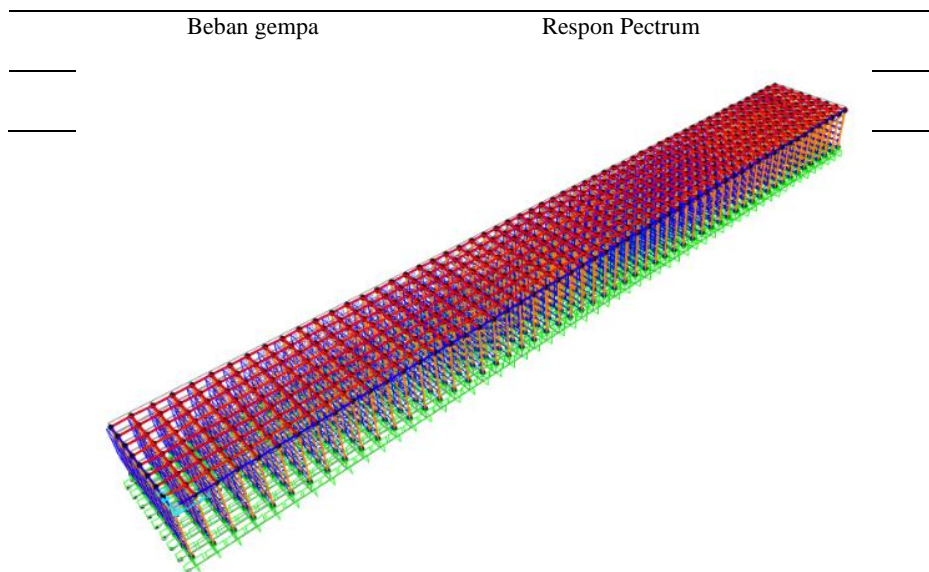
Sumber : Peneliti, 2023

Setelah modelling geometri struktur dan input beban pada *modelling* struktur telah

Pembebanan	Beban	Satuan
Beban mati	840	Kg/m ²
Beban mati tambahan	218	Ton/alat
Beban hidup	3	Ton/m ²
Beban peti kemas	8,33	Ton/ m ²
Beban crane	360	Ton/alat
Beban bentur kapal	47,81	Ton
Beban tambat kapal	500	KN
Beban angin struktur	0,054	Ton/m

Gambar 1. 5 Gambar 3D pada Permodelan SAP2000

Sumber : Peneliti, 2023



comb	Perpindahan (m)	batas	keterangan
SLS6	0,008947	1,04	OK

dari

menggunakan perangkat lunak SAP2000 digunakan untuk perhitungan tulangan dan kontrol *displacement*.

dilakukan, maka *modelling* struktur yang diizinkan untuk dilakukan *run analysis*. Output hasil *run analysis*

- a. *Serviceability limit state (SLS)* :
 1. *Displacement*

Tabel 1. 2 Nilai Displacement Terbesar Pada Dermaga

Dengan syarat lendutan $L/240$ maka perencanaan Dermaga memenuhi syarat.

b. *Ultimate load state (ULS)*

1. Gaya dalam elemen balok

Tabel 1. 3 Otput Gaya Dalam Balok

jenis balok	gaya dalam	nilai	satuan	load combo
Balok	V2	-4295,384	kN	ULS5
	M3(+)	893,337	kN-m	ULS5
	M3(-)	-199,819	kN-m	ULS5

2. Gaya dalam elemen plat

Tabel 1. 4 Gaya Dalam Elemen Pelat

jenis pelat	gaya dalam	nilai	satuan	load combo
Pelat	M11(+)	56,8842	kN-m	ULS5
	M11(-)	-185,55	kN-m	ULS5
	M22(+)	52,5139	kN-m	ULS5
	M22(-)	-176,19	kN-m	ULS5

4. Kesimpulan

Jadi dimensi dermaga dan elemen struktur dermaga *General Cargo type Pier* kapasitas kapal yang akan bertambat sebesar 50.000 DWT sebagai berikut :

- Panjang dermaga = 326 m
- Lebar dermaga = 40 m
- Kedalaman dermaga = 15 m
- Pelat dermaga = 5000 mm × 5000 mm
- Tebal pelat = 250 mm
- Balok = 1000 mm × 800 mm
- Tiang pancang = SPSP ASTM Grade 2

Hasil *displacement* maksimum yang terjadi pada struktur dermaga akibat beban yang ada serta yang dapat memenuhi syarat ijin ketentuan yaitu *displacement* maksimum yang terjadi pada struktur dan disebabkan oleh gaya – gaya yang terjadi sebesar 0,008947 m yang didapat sudah memenuhi syarat ijin ketentuan. Dimana nilai *displacement* yang ditentukan yaitu $L/480 = 5/480 = 1,04$ m. hal ini didefinisikan bahwa struktur dermaga aman.

Referensi

- [1] Anwar, M. R., P., G. S., & Megawati, I. (2019). Perencanaan Teknis Dermaga Pelabuhan Tanjung Awar-Awar Tuban Jawa Timur M. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1689–1699
- [2] Aulia, F. S., Fuddoly, F., & Widyastuti, D. I. (2020). Perencanaan Dermaga LNG Kabupaten Maros Sulawesi Selatan. *Jurnal Teknik ITS*, 9(1). <https://doi.org/10.12962/j23373539.v9i1.50769>
- [3] Badan Standardisasi Nasional (BSN). (2019). SNI 2847:2019 Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung dan Penjelasan. *Standar Nasional Indonesia (SNI)*, 8, 720.

- www.bsn.go.id.
- [4] BS 6349. (2013). *BSI Standards Publication Maritime works – Part 1-4 : General – Code of practice for materials*.
 - [5] Devina, C., Kristi, B., Nugroho, P., & Sriyana, S. (2017). Perencanaan Dermaga Pelabuhan Rakyat Samber, Papua. *Jurnal Karya Teknik Sipil*, 6(4), 309–318.
 - [6] Fisu, A. A. (2016). Analisis Dan Konsep Perencanaan Kawasan Pelabuhan Kota Penajam Sebagai Pintu Gerbang Kab. Penajam Paser Utara Kalimantan Timur. *PENA TEKNIK: Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Teknik*, 1(2), 125. https://doi.org/10.51557/pt_jiit.v1i2.62
 - [7] Kadir, A., & Hardjono, S. (2019). Analisis Kekuatan Struktur Dermaga Apung untuk Pelabuhan Perintis. *Warta Penelitian Perhubungan*, 31(1), 47–54. <https://doi.org/10.25104/warlit.v31i1.911>
 - [8] Nasional, S. (2005). *Standar pembebanan untuk jembatan*.
 - [9] Nurul Rochmah. (2022). Perbandingan Story Drift Struktur Pengaku Shear Wall dan Bracing (PUPR), K. P. U. dan P. R. (1992). *BMS 92 Bridge Manual Design vol.1*.
 - [10] Sni 1726:2019. (2019). Sni 1726:2019. *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung Dan Non Gedung*, 8, 254.
 - [12] Triadmojo, Bambang. (2009). "Perencanaan Pelabuhan". Penerbit Beta Offset, Jakarta.
 - [13] Wijaya, R. M., Purwanto, P., & Nugroho, P. (2015). Perencanaan Dermaga Pelabuhan Tanjung Bonang Rembang. *Jurnal Karya Teknik Sipil*, 3(4), 1193–1206.
 - [14] Yanti, D., Gunawan, I., & Hisyam, E. S. (2018). Perencanaan Struktur Dermaga Pelabuhan Tanjung Gudang Belinyu Kabupaten Bangka. *FROPIL (Forum Profesional Teknik Sipil)*, 6(1), 1–13. <https://doi.org/10.33019/fropil.v6i1.1261>