

# **DESAIN STRUKTUR DERMAGA TERMINAL PETI KEMAS NO. 2 TAHAP I FASE 2 DI PELABUHAN PATIMBAN, SUBANG, JAWA BARAT**

## **TUGAS AKHIR**

Karya tulis sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana

Oleh  
Aditya Herfrison  
NIM 15517076



**PROGRAM STUDI TEKNIK KELAUTAN  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN LINGKUNGAN  
INSTITUT TEKNOLOGI BANDUNG  
2021**

**DESAIN STRUKTUR DERMAGA TERMINAL PETI KEMAS NO. 2  
TAHAP 1 FASE 2 DI PELABUHAN PATIMBAN, SUBANG, JAWA BARAT**

***STRUCTURAL DESIGN OF CONTAINER BERTH NO. 2  
STAGE 1 PHASE 2 AT PORT OF PATIMBAN, SUBANG, WEST JAVA***

Aditya Herfrison<sup>1</sup> dan Ir. Sri Murti Adiyastuti, M.Sc., Ph.D.<sup>2</sup>  
Program Studi Teknik Kelautan  
Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan, Institut Teknologi Bandung,  
Jl Ganesha 10 Bandung 40132  
[aditya.herfrison@gmail.com](mailto:aditya.herfrison@gmail.com) dan [murtia704@gmail.com](mailto:murtia704@gmail.com)

**Abstrak** – Indonesia adalah negara kepulauan yang sangat bergantung pada peran transportasi maritim dalam distribusi barang. Saat ini, Indonesia masih kekurangan kapasitas pelabuhan sehingga mengakibatkan biaya logistik yang tinggi. Melalui Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 47 Tahun 2016, pemerintah memutuskan Pelabuhan Patimban yang berlokasi di Kabupaten Subang, Jawa Barat sebagai lokasi pembangunan pelabuhan baru. Tugas Akhir ini akan membahas desain struktur dermaga terminal peti kemas fase 1-2 di Pelabuhan Patimban.

Data desain diperoleh dari Rencana Induk Pelabuhan Patimban (KP 87 Tahun 2017) dan data lingkungan yang tersedia. Data tersebut kemudian diolah untuk menghitung beban yang bekerja pada dermaga. Struktur dermaga didesain berdasarkan beban pada dermaga dan mengacu pada kode dan standar desain pelabuhan. Desain struktur kemudian dianalisis dengan perangkat lunak SAP2000 dengan kombinasi pembebanan LRFD dan ASD. Struktur dioptimasi sampai nilai UCR pemodelan lebih dari 0,8 dan kurang dari 1,0. Hasil pemodelan berupa gaya dalam struktur dan reaksi perletakkan digunakan untuk desain tulangan dan analisis daya dukung tanah.

Kata kunci: desain struktur dermaga, peti kemas, pelabuhan patimban, deck on pile, analisis struktur

**Abstract** – Indonesia is an archipelagic country that relies on maritime transportation for the distribution of goods. Currently, Indonesia still lacks port capacity, resulting in high logistics costs. Through the Presidential Decree of The Republic of Indonesia Number 47 Year 2016, the government decided the Patimban Port located in Subang Regency, West Java as a representative location for the construction of a new port. This Final Project will discuss the structural design of container berth no. 2 phase 1-2 at Port of Patimban.

The design data was obtained from the Patimban Port Master Plan (KP 87 of 2017) and the available environmental data. The data is then used to calculate loads acting on the berth. The berth structure is designed based on the loads on the berth and refers to port design code and standards. The structure design was then analyzed using SAP2000 with LRFD and ASD load combination. The structure is then optimized until the UCR value of model is more than 0.8 and less than 1.0. The results of the model in the form of internal forces within structural elements and joint reactions are then used for the design of structural reinforcement and the analysis of load-carrying capacity.

Keywords: berth structural design, container, port of patimban, deck-on-pile, structural analysis

## I. PENDAHULUAN

### Latar Belakang

Indonesia sangat bergantung pada peran transportasi maritim dalam distribusi barang dan aktivitas industri seperti kegiatan ekspor dan impor. Saat ini, Indonesia masih kekurangan kapasitas pelabuhan sehingga mengakibatkan kemacetan pelabuhan dan biaya logistik yang tinggi. Contoh kasus ini adalah aliran peti kemas dari Pelabuhan Tanjung Priok yang meningkat setiap tahunnya. Melihat kondisi pelabuhan Tanjung Priok yang sudah penuh dan sulit untuk ditata kembali, perlu dibangun pelabuhan alternatif yaitu pelabuhan yang bertaraf internasional. Pemerintah melalui Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 47 Tahun 2016 memutuskan Pelabuhan Patimban yang berlokasi di Kabupaten Subang, Jawa Barat sebagai lokasi yang representatif untuk pembangunan pelabuhan baru.

Berdasarkan Rencana Induk Pelabuhan Patimban, akan dibangun empat terminal peti kemas. Pengembangan Pelabuhan Patimban dibagi menjadi tiga tahap. Tahap 1 dibagi menjadi dua fase yaitu fase 1-1 dan fase 1-2. Tugas Akhir ini dibuat untuk membahas perencanaan struktur dermaga terminal peti kemas nomor 2 fase 1-2.

### Tujuan

Tujuan dari Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Membuat desain struktur dan tata letak dermaga terminal peti kemas berdasarkan kriteria *OCDI*, *BS 6349*, Standar Nasional Indonesia (SNI) dan ketentuan atau pedoman desain lainnya.
2. Menentukan dan menghitung beban-beban yang bekerja pada struktur dermaga.
3. Menganalisis ketahanan struktur dermaga terhadap gaya-gaya yang bekerja.
4. Membuat desain tulangan elemen struktural dermaga.

5. Menganalisis daya dukung tanah terhadap struktur dermaga.

### Lingkup Pembahasan

Lingkup pekerjaan dalam Tugas Akhir ini di antaranya sebagai berikut:

1. Menentukan dimensi dermaga Terminal Peti Kemas No. 2 Tahap 1 Fase 2 Pelabuhan Patimban berdasarkan ukuran kapal dan fasilitas dermaga sesuai dengan standar perancangan dan ketentuan yang berlaku.
2. Mengolah data lingkungan yang tersedia untuk menentukan nilai parameter lingkungan dalam perhitungan beban lingkungan.
3. Menghitung pembebanan pada struktur dermaga yang terdiri dari beban vertikal dan beban horizontal dari sisi laut, sisi darat, dan dermaga itu sendiri. Beban vertikal terdiri atas beban mati dan beban hidup, sedangkan beban horizontal terdiri dari beban lingkungan seperti beban arus, beban gelombang, dan beban gempa, serta beban *mooring* (tambat) dan beban *berthing* (tumbuk).
4. Melakukan pemodelan dan analisis kekuatan struktur dengan menggunakan perangkat lunak analisis struktur.
5. Menentukan detail desain elemen-elemen struktur dermaga yang terdiri dari penulangan balok, *pile cap*, dan pelat.
6. Menganalisis daya dukung tanah untuk fondasi struktur dermaga.

## II. TEORI DAN METODOLOGI

### Dermaga

Menurut Triatmodjo (2010), dermaga adalah suatu bangunan pelabuhan yang digunakan untuk menambatkan kapal yang melakukan bongkar muat barang dan menaik-turunkan penumpang. Ditinjau berdasarkan strukturnya, dermaga terdiri dari dua tipe yaitu struktur terbuka dan struktur tertutup. Dermaga tipe struktur terbuka memiliki lantai yang didukung tiang-tiang pancang. Dermaga struktur

tertutup memiliki dinding vertikal di bagian depannya untuk menahan beban horizontal dari laut dan timbunan (fill), dan beban vertikal dari atas dermaga.

### Beban Sandar

Beban sandar dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (1).

$$E_f = \left( \frac{M_s V_B^2}{2} \right) C_e C_m C_s C_c \quad (1)$$

dimana,

$E_f$  : energi sandar oleh kapal (kJ)

$M_s$  : massa kapal rencana (t)

$V_B$  : kecepatan tumbuk kapal (m/s)

$C_e$  : koefisien eksentrisitas

$C_m$  : koefisien *virtual mass*

$C_s$  : koefisien kekasaran

$C_c$  : koefisien konfigurasi sandar

### Beban Tambat

Beban tambat dihitung dengan menjumlahkan gaya tarikan kapal akibat angin dan arus. Beban tambat akibat angin dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (2) dan (3).

$$R_{LW} = \frac{1}{2} \rho_a U^2 A_T C_X \quad (2)$$

$$R_{TW} = \frac{1}{2} \rho_a U^2 A_L C_Y \quad (3)$$

$R_{LW}$  : Beban tambat akibat angin dalam arah longitudinal (kN)

$R_{TW}$  : Beban tambat akibat angin dalam arah transversal (kN)

$\rho_a$  : Massa jenis udara (1,23 kg/m<sup>3</sup>)

$U$  : Kecepatan angin (m/s)

$A_T$  : Luas proyeksi sisi depan kapal

$A_L$  : Luas proyeksi sisi samping kapal

$C_X$  : Koefisien *drag* angin pada arah longitudinal

$C_Y$  : Koefisien *drag* angin pada arah transversal

Beban tambat akibat arus dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (4) dan (5).

$$R_{LC} = 0,0014 S V^2 \quad (4)$$

$$R_{TC} = 0,5 \rho_0 C V^2 B \quad (5)$$

$R_{LC}$  : beban tambat akibat arus arah longitudinal (sejajar kapal) (kN)

$R_{TC}$  : beban tambat akibat arus arah transversal (tegak lurus kapal) (kN)

$S$  : luas area lambung kapal terendam

$V$  : Kecepatan arus (m/s)

$\rho_0$  : massa jenis air laut (t/m<sup>3</sup>)

$C$  : koefisien tekanan arus

$B$  : Luas proyeksi sisi lambung kapal yang terendam (m<sup>2</sup>)

### Beban Arus

OCDI (2002) menyatakan bahwa gaya arus menyebabkan gaya seret dan gaya angkat pada struktur yang terendam di perairan. Gaya seret dapat didekati dengan persamaan (4).

$$F_D = \frac{1}{2} C_D \rho_0 A U^2 \quad (4)$$

dimana,

$F_D$  : gaya seret akibat arus (kN)

$C_D$  : koefisien *seret*

$\rho_0$  : massa jenis air laut (1.025 t/m<sup>3</sup>)

$A$  : area struktur terendam (m<sup>2</sup>)

$U$  : kecepatan arus (m/s)

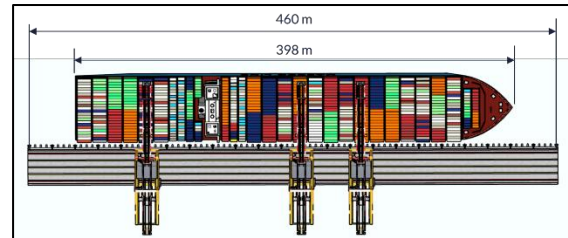
## Metodologi

Pengerjaan tugas akhir dimulai dengan studi literatur mengenai desain struktur dermaga dan Pelabuhan Patimbn. Kemudian data desain dikumpulkan dari data lingkungan yang tersedia dan dokumen Rencana Induk Pelabuhan Patimban. Data-data tersebut kemudian digunakan untuk menghitung beban-beban yang bekerja terhadap struktur dermaga. Lalu struktur dermaga didesain berdasarkan beban yang telah dihitung dan dengan mengacu pada kode dan standar desain pelabuhan. Desain awal struktur dermaga kemudian dimodelkan pada perangkat lunak SAP2000. Desain struktur kemudian dioptimasi sampai hasil pemodelan menunjukkan nilai UCR maksimum lebih dari 0,8 dan kurang dari 1,0 serta defleksi maksimum kurang dari defleksi izin. Kemudian hasil pemodelan berupa gaya dalam elemen struktur dan reaksi peletakkan diambil untuk desain tulangan dan analisis daya dukung tanah. Setelah desain tulangan dibuat dan kedalaman tiang pancang ditentukan, maka tugas akhir dinyatakan selesai.

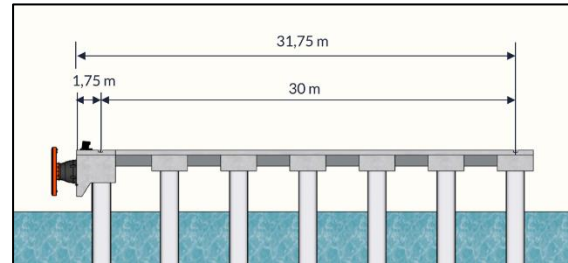
## III. DESAIN DAN PEMODELAN

### Dimensi dan Tata Letak

Elevasi dermaga ditentukan sebesar 2,5 meter di atas LLWL dengan mempertimbangkan pasut, tinggi gelombang, kenaikan muka air 50 tahun dan jarak aman. Panjang dermaga ditentukan sebesar 460 meter untuk dapat melayani kapal rencana terbesar dengan LOA 398 meter. Lebar dermaga diambil sebesar 31,75 meter dengan mempertimbangkan bentang crane dan jarak aman dari tepi depan dermaga. Ilustrasi dermaga ditunjukkan pada Gambar 1 dan Gambar 2.



Gambar 1 Ilustrasi Tampak Atas Dermaga



Gambar 2 Ilustrasi Tampak Samping Dermaga

Dermaga ditopang fondasi tiang pancang dengan konfigurasi jarak antar tiang pancang sebesar 5x5 meter. Dipilih diameter awal tiang pancang sebesar 1300 mm dengan tebal 25 mm.

### Pemodelan

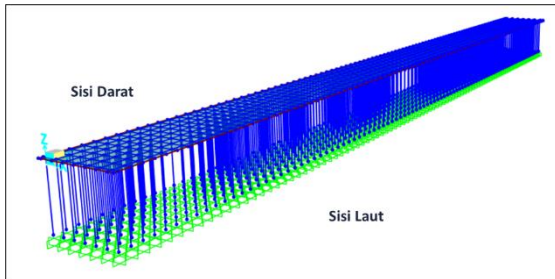
Geometri struktur dermaga dimodelkan dalam tiga dimensi menggunakan perangkat lunak SAP2000. Material yang digunakan dalam pemodelan struktur ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1 Material Struktur Dermaga

Parameter		Nilai	Satuan
Beton 35 mpa	$f_c'$	35	MPa
	$E$	24.855.578	kN/m <sup>2</sup>
	$\rho$	23,5631	Kg/m <sup>3</sup>
Baja ASTM A252 Grade 2	$\rho$	76,9729	Kg/m <sup>3</sup>
	$E$	1,999 x 10 <sup>8</sup>	kN/m <sup>2</sup>
	$f_y$	240	MPa

Parameter	Nilai	Satuan
$(f_u)$	415	MPa

Struktur dermaga dimodelkan secara keseluruhan dengan panjang 460 m x 30 m. Cuplikan layar hasil pemodelan struktur di SAP2000 ditunjukkan pada Gambar 3.



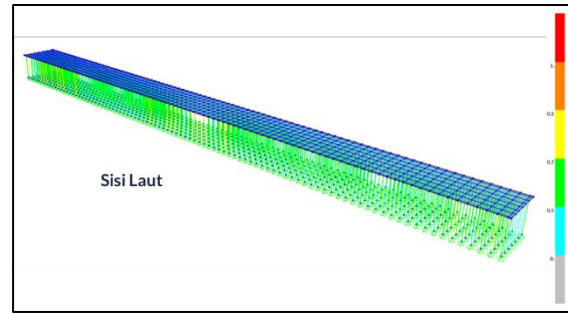
**Gambar 3 Model Struktur Dermaga**

Beban pada dermaga diinput pada pemodelan dengan kombinasi pembebanan LRFD dan ASD. Beban yang bekerja pada dermaga terdiri dari:

- a. Beban Mati
- b. Beban SIDL (Pile Cap, Fender, Bollard)
- c. Beban Crane
- d. Beban Hidup
- e. Beban Sandar
- f. Beban gelombang dan arus
- g. Beban tambat
- h. Beban gempa

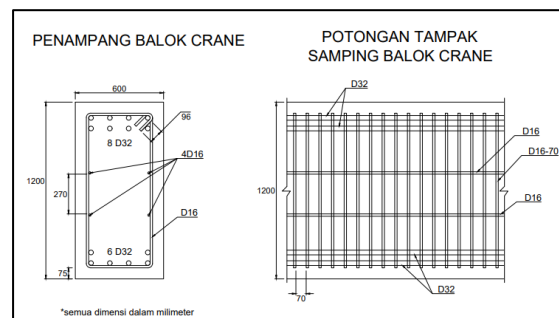
#### IV. HASIL DAN ANALISIS

Struktur yang telah dimodelkan dan dioptimasi kemudian diambil sebagai model optimal. Nilai UCR maksimum struktur didapat sebesar 0,8447 dan defleksi maksimum sebesar 5,326 cm. Nilai UCR maksimum memenuhi kriteria desain optimal. Defleksi izin ditentukan sebesar panjang tiang pancang/300. Maka defleksi izin didapat sebesar 7,5 cm. Defleksi maksimum tidak melebihi defleksi izin maka struktur dermaga dinyatakan memenuhi kriteria defleksi. Visualisasi hasil pemodelan struktur dermaga ditunjukkan pada Gambar 4.

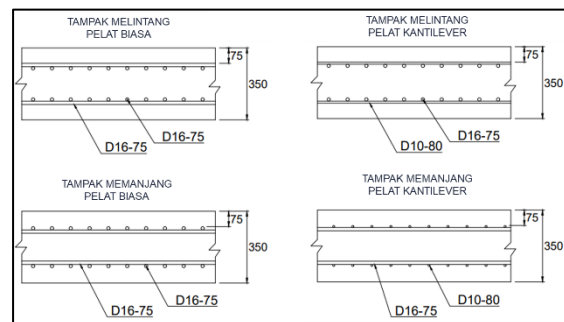


**Gambar 4 Hasil Pemodelan Struktur Dermaga**

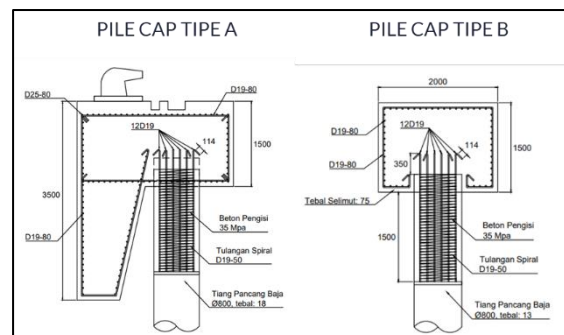
Nilai gaya dalam elemen struktur didapat dari hasil pemodelan dan digunakan untuk desain tulangan. Desain tulangan elemen struktur ditunjukkan pada Gambar 5 sampai Gambar 7.



**Gambar 5 Desain Tulangan Balok**

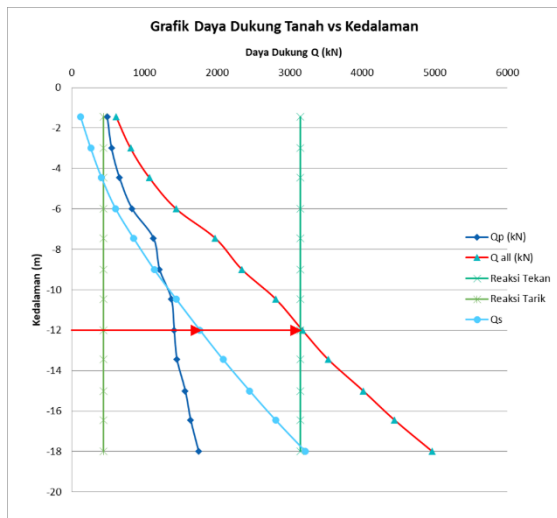


**Gambar 6 Desain Tulangan Pelat**



**Gambar 7 Desain Tulangan Pile Cap**

Nilai reaksi perletakkan maksimum digunakan untuk analisis daya dukung tanah. Daya dukung tanah pada fondasi dermaga merupakan penjumlahan dari daya dukung ujung tiang pancang dan daya dukung friksi tiang pancang. Grafik daya dukung tanah terhadap kedalaman tiang pancang ditunjukkan pada Gambar 8. Dapat ditentukan kedalaman tiang pancang minimum agar mampu menahan beban struktur sebesar 12 meter dari dasar laut.



Gambar 8 Daya Dukung Tanah Dermaga

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Desain struktur dermaga peti kemas di Pelabuhan Patimban menghasilkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Dimensi dermaga peti kemas diuraikan sebagai berikut:
  - Panjang dermaga: 463 meter
  - Lebar dermaga: 32,75 meter
  - Elevasi lantai dermaga: +2,5m
  - Kedalaman perairan: -17,5m LLWL
  - Kedalaman fondasi :-29,5m LLWL
2. Aksesoris struktur dermaga yang digunakan untuk menahan beban sandar dan beban tambat kapal:
  - Kapasitas Fender: 1368 kNm
  - Reaksi Fender : 1999 kN
  - Dimensi Panel Fender: 3m x 3,5 m
  - Bollard: SFT T-Head 200 Ton
3. Spesifikasi elemen struktural dermaga adalah sebagai berikut:
  - a. Pelat
    - Dimensi: 5x5x0,35 m
    - Tebal selimut beton : 75 mm
    - Tulangan lentur bawah (X): D10 spasi 130mm
    - Tulangan lentur atas (X): D10 spasi 130mm
    - Tulangan lentur bawah (Y): D10 spasi 130mm
    - Tulangan lentur atas (Y): D10 spasi 130mm
  - b. Balok Crane
    - Dimensi: 1200 mm x 5000 mm x 600 mm
    - Tebal selimut beton: 75 mm
    - Tulangan lentur bawah: 6D32 (2 baris)
    - Tulangan lentur atas: 8D32 (2 baris)
    - Tulangan sengkang: D16 spasi 70mm
    - Tulangan pinggang 4D16
  - c. Balok Transversal dan Longitudinal
    - Dimensi: 800 mm x 5000 mm x 400 m
    - Tebal selimut beton: 75 mm
    - Tulangan lentur bawah: 4D25 (1 baris)
    - Tulangan lentur atas: 6D25 (2 baris)
    - Tulangan sengkang: D13 spasi 150mm
  - d. Pile Cap
    - Tebal selimut beton: 75 mm
    - Tulangan arah X: D19 - 80mm
    - Tulangan arah Y: D19 - 80mm
    - Tulangan dowel: 12D19
    - Tulangan spiral: D19 - 50mm
  - e. Tiang Pancang
    - Material: ASTM A252 Grade 2
    - Tegangan Leleh: 240 MPa
    - Diameter Luar : 800 mm
    - Tebal dinding : 18 mm/13mm
    - Panjang tiang : 31 m
4. Berdasarkan hasil pemodelan struktur dermaga dengan perangkat lunak SAP2000, struktur mampu menahan beban dengan nilai UCR maksimum

sebesar 0,84774 dan defleksi maksimum sebesar 5,3mm memenuhi defleksi izin sebesar 7,5mm.

5. Berdasarkan hasil analisis daya dukung tanah, dibutuhkan kedalaman tiang pancang setidaknya 12 meter dari dasar laut pasca pengerukan agar fondasi mampu menahan beban struktur.

### Saran

1. Mempertimbangkan aspek metode konstruksi dan biaya konstruksi dalam proses penentuan desain struktur dermaga.
2. Menggunakan kode dan standar desain struktur versi terbaru untuk dijadikan acuan dan batasan desain.
3. Mempertimbangkan metode pemodelan struktur yang lebih efektif. Karena geometri struktur dermaga secara umum seragam dan simetris pada arah longitudinal, struktur dermaga dapat dimodelkan satu potongan saja untuk analisis beban transversal. Bagaimanapun, beban arah longitudinal harus diperhitungkan lebih lanjut.

### DAFTAR PUSTAKA

- American Concrete Institute Committee. 2011. *Building Code Requirements for Structural Concrete and Commentary* (ACI 318M-11).
- American Society of Civil Engineers. 2017. *Minimum Design Loads And Associated Criteria for Buildings and Other Structures* (ASCE 7-16).
- Badan Standardisasi Nasional. 2015. SNI 1729:2020 Spesifikasi Untuk Bangunan Gedung Baja Struktural. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional. 2016. SNI 1725:2016 Pembebanan Untuk Jembatan. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional. 2019. SNI 1726:2019 tentang Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Gedung dan Non-gedung. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional. 2013. SNI 2052:2017 Baja Tulangan Beton. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional. 2013. SNI 2847:2019 Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- The Overseas Coastal Area Development Institute of Japan (OCDI). 2009. *Technical Standards and Commentaries for Ports and Harbour Facility in Japan*. Tokyo: Daikousha Printing.
- Triatmodjo, B. (2010). Perencanaan Pelabuhan. Yogyakarta: Beta Offset.
- United Nations Conference on Trade and Development. 2020. *Review of Maritime Transport*. New York: United Nations Publications.