

**PERENCANAAN STRUKTUR DERMAGA KAPASITAS 13470 DWT
TIPE JETTY PADA LIQUID BERTH II LAUT KASPIA,
TURKMENISTAN**

SKRIPSI

Skripsi diajukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar sarjana



Disusun oleh:

**ZEGGA MASMAULANA BASFENDA
19011110006**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
UNIVERSITAS GLOBAL JAKARTA
2023**

PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa berdasarkan hasil penelusuran berbagai karya ilmiah, gagasan dan masalah ilmiah yang diteliti dan diulas di dalam Naskah Skripsi ini adalah asli dari pemikiran saya. Tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah Skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur jiplakan, saya bersedia Skripsi dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, pasal 25 ayat 2 dan pasal 70).

Bekasi, 28 Agustus 2023

Mahasiswa,



Zegga Masmaulana Basfenda

NIM. 19011110006

HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING

Skripsi ini diajukan oleh :
Nama : Zegga Masmaulana Basfenda
NIM : 19011110006
Program Studi : Teknik Sipil
Judul Skripsi : PERENCANAAN STRUKTUR DERMAGA
KAPASITAS 13470 DWT TIPE JETTY PADA
LIQUID BERTH II LAUT KASPIA,
TURKMENISTAN

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Strata-1 pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik & Ilmu Komputer, Universitas Global Jakarta.

DEWAN PEMBIMBING

Pembimbing 1



Ribut Nawang Sari, S.T., M.T.

Pembimbing 2



Aan Sugeng Ananto, S.T., M.T.

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Sipil



Ribut Nawang Sari, S.T., M.T.

Ditetapkan di : Depok
Tanggal : Agustus 2023

HALAMAN PENGESAHAN DEWAN PENGUJI

Skripsi ini diajukan oleh :
Nama : Zegga Masmaulana Basfenda
NIM : 19011110006
Program Studi : Teknik Sipil
Judul Skripsi : PERENCANAAN STRUKTUR DERMAGA
KAPASITAS 13470 DWT TIPE JETTY PADA
LIQUID BERTH II LAUT KASPIA,
TURKMENISTAN

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Strata-1 pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik & Ilmu Komputer, Universitas Global Jakarta.

DEWAN PENGUJI

Penguji 1 : Arief Subagyo, S.T., M.T ()

Penguji 2 : Lintang Dian Artanti, S.Tr.T., M.Tr.T ()

Penguji 3 : Aulia Choiri Windari, S.Tr.T., M.Sc.Eng ()

Ditetapkan di :

Tanggal :

KATA PENGANTAR

Dengan menyebut nama Allah yang maha pengasih lagi maha penyayang, puji syukur kepada Allah Subhanahu Wata'ala atas limpahan rahmat, hidayah dan karunia-Nya kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini. Sholawat serta salam senantiasa terlimpah kepada Nabi Muhammad Shalallahu Alaihi Wassalaam. Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Studi Teknik Sipil pada Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer di Jakarta Global University. Penulis menyadari bahwa tidak akan mungkin penulis dapat menyelesaikan skripsi ini tanpa bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Ibu Masanih Ibu kandung penulis yang senantiasa memberikan kasih sayang dan semangat dalam mengerjakan skripsi.
2. Bapak Topan Supandoyo Ayah kandung penulis yang memberikan dukungan moril dan materil yang tiada hentinya bagi penulis demi kelancaran pengerjaan skripsi.
3. Ibu Ribut Nawang Sari, ST., MT. selaku dosen pembimbing I dan Bapak Aan Sugeng Ananto, ST., MT. selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan arahan, masukan serta bimbingan yang sangat berharga dalam penyusunan skripsi ini.
4. Bapak/Ibu Dosen Penguji
5. Rekan-rekan seperjuangan Mahasiswa Bidikmisi angkatan 2019 yang telah memberikan dukungan dan semangat selama menyusun skripsi ini.
6. Anak-anak Bunda Rahmah yang senantiasa memberikan hiburan, semangat dan motivasi yang membantu penulis untuk menyelesaikan skripsi tepat waktu.
7. Keluarga tercinta yang selalu memberikan doa, dukungan dan bantuan baik secara moril dan materil selama proses penyusunan skripsi ini.
8. Mahasiswi Jurusan Farmasi dengan NIM 200211701007 yang selalu memberikan semangat, bantuan, dan dukungan secara materil dan moril dalam pengerjaan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu penulis mengharapkan masukan dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan skripsi ini.

Bekasi, Agustus 2023

Zegga Masmaulana Basfenda

PENYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika Universitas Global Jakarta, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Zegga Masmaulana Basfenda
NPM : 19011110006
Program Studi : Teknik Sipil
Jenis Karya Ilmiah : Skripsi

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Global Jakarta **Hak Bebas Royalti Non-eksklusif** (*None-exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

PERENCANAAN STRUKTUR DERMAGA KAPASITAS 13470 DWT TIPE JETTY PADA LIQUID BERTH II LAUT KASPIA, TURKMENISTAN

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti/Non-eksklusif ini Universitas Global Jakarta berhak menyimpan, mengalih-media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan mempublikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta, 28 Agustus 2023

Yang menyatakan



Zegga Masmaulana Basfenda

NIM. 19011110006

ABSTRAK

Peningkatan kebutuhan LNG (*Liquified Natural Gas*) serta penambahan *jacket platform* baru pada Laut Kaspia membutuhkan fasilitas untuk menampung serta bongkar muat LNG. *Liquid Berth II* merupakan salah satu dermaga terminal curah cair yang direncanakan akan menampung suplai LNG (*Liquified Natural Gas*) yang diambil dari Laut Kaspia, Turkmenistan. Tujuan dari penelitian ini yaitu merencanakan struktur yang andal dari beban-beban yang akan terjadi saat proses bongkar muat LNG serta beban-beban lain yang mungkin terjadi pada struktur. Penelitian ini dilakukan dengan mengumpulkan data tentang kapal yang akan ditangani, karakteristik gelombang dan arus di wilayah Laut Kaspia, dan persyaratan teknis yang berlaku. Data tersebut digunakan untuk melakukan analisis perencanaan struktur dermaga, termasuk pemilihan bahan, dimensi struktur, dan kekuatan yang diperlukan. Metode perencanaan yang digunakan meliputi perhitungan beban, analisis struktur dengan menggunakan perangkat lunak *StaadPro V8i SS6* dengan kode standar BS 5950. Hasil dari pemodelan berupa *unity check ratio (UCR)*, defleksi struktur, gaya dalam, serta reaksi perletakan elemen struktural dermaga. Besarnya nilai *UCR* pada struktur dermaga curah cair ini direncanakan antara 0.7 hingga 1.0 dengan defleksi yang terjadi pada tiang pancang dan juga balok tidak melebihi batas izin defleksi. Hasil dari penelitian ini adalah struktur dermaga tipe Jetty dengan rincian empat buah *bresasting dolphin*, dua buah *mooring dolphin*, satu *trestle*, serta satu *jetty head platform* yang memenuhi persyaratan kapasitas 13.470 DWT dan kondisi lingkungan di Laut Kaspia, Turkmenistan. Perencanaan ini diharapkan dapat memberikan panduan yang jelas bagi pihak terkait dalam membangun dermaga yang aman, efisien, dan dapat diandalkan untuk bongkar muat LNG di wilayah tersebut.

Kata Kunci: Dermaga Jetty, Liquid Berth, Dolphin, Perencanaan Struktur, UCR

ABSTRACT

Increased LNG (Liquefied Natural Gas) demand and the addition of a new platform jacket in the Caspian Sea require facilities for accommodating and loading LNG. Liquid Berth II is one of the liquid bulk terminal docks planned to handle LNG supply from the Caspian Sea, Turkmenistan. The purpose of this study is to design a robust structure to handle the loads during LNG loading and unloading, as well as other potential structural stresses. This research was conducted by gathering data on the ships to be serviced, wave and current characteristics in the Caspian Sea area, and relevant technical requirements. The collected data was utilized for pier structure planning, which includes material selection, structural dimensions, and required strengths. The planning methods employed involve load calculations and structural analysis using Staadpro V8i SS6 software, following the BS 5950 standard code. The modeling results include a unity check ratio (UCR), structural deflection, internal forces, and reactions of the structural elements of the pier. The UCR value for the liquid bulk pier structure is planned to range from 0.7 to 1.0, and the deflection on the piles and beams should not exceed the permissible limits. The outcome of this study led to the design of jetty-type pier structures, consisting of four dolphin breasting points, two mooring dolphins, one trestle, and one jetty head platform. These structures meet the capacity requirements of 13,470 DWT and are suitable for the environmental conditions in the Caspian Sea, Turkmenistan. This plan is expected to provide clear guidance for all parties involved in constructing a safe, efficient, and reliable pier for LNG loading and unloading in the region.

Keywords: *Jetty, Liquid Berth, Dolphin, Structural Planning, UCR*

DAFTAR ISI

PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN DEWAN PENGUJI.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
PENYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI AKADEMIS	vii
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xvi
DAFTAR TABEL	xix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Ruang Lingkup	3
1.6 Batasan Masalah.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Penelitian Terdahulu.....	5
2.2 Pelabuhan dan Terminal	8
2.3 Dermaga	8
2.2.1 Tipe Dermaga.....	9
2.2.1.1 Dermaga Berdasarkan Orientasi Terhadap Garis Pantai	9
2.2.1.2 Dermaga Berdasarkan Konstruksi	10
2.2.2 Perencanaan Dermaga.....	11
2.2.3 Dasar Perencanaan Dermaga.....	12
2.4 Beban dan Gaya yang Bekerja pada Dermaga	13

2.4.1	<i>Berthing Force</i> (Gaya Akibat Benturan Kapal)	13
2.4.2	<i>Mooring Force</i> (Gaya Tambatan Kapal)	18
2.4.3	Beban Lingkungan	23
2.4.3.1	Beban Arus	24
2.4.3.2	Beban Gelombang.....	25
2.4.4	Beban Gempa	26
2.4.5	Beban Mati	26
2.4.6	Beban Hidup	27
2.5	Dimensi Dermaga.....	28
2.5.1	Kedalaman Perairan	28
2.5.2	Elevasi Dermaga	28
2.5.3	<i>Loading Platform (Jetty Head)</i>	29
2.5.4	<i>Breasting Dolphin</i>	29
2.5.5	<i>Mooring Dolphin</i>	29
2.5.6	Trestle.....	30
2.6	Perencanaan Konstruksi Dermaga.....	30
2.6.1	Perencanaan Model, Analisa Struktur dan <i>Unity Check Ratio</i>	30
2.6.2	Gaya dalam dan Defleksi	31
2.6.3	Penentuan <i>Fixity Point</i> Pondasi Tiang Pancang.....	32
2.6.4	Penulangan pada Struktur	33
2.6.4.1	Tulangan Lentur.....	33
2.6.4.2	Perhitungan Momen Nominal.....	34
2.6.4.3	Desain Tulangan Lentur.....	35
2.6.4.4	Tulangan geser.....	39
2.6.4.5	Kapasitas Geser Nominal.....	39
2.6.4.6	Penentuan Jarak Antara Tulangan Sengkang.....	41
2.6.4.7	Tulangan Spiral.....	41
2.7	Perencanaan <i>Fender</i>	42
2.7.1	<i>Fender</i> yang Menggunakan Elastomer	43

2.7.2	<i>Torsion Arm Fender</i>	43
2.7.3	<i>Pneumatic and Foam-filled Fender</i>	43
2.7.4	<i>Flexible dolphin</i>	43
2.7.5	<i>Kapasitas Geser Fender</i>	46
2.8	Perencanaan <i>Bollard</i>	46
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		48
3.1	Metode Penelitian.....	48
3.2	Lokasi Objek Penelitian	50
3.3	Teknik Pengumpulan Data	50
3.3.1	Ketinggian Permukaan Air Laut	51
3.3.2	Kondisi Iklim	51
3.3.3	Geoteknik	52
3.3.4	Spesifikasi Kapal Rencana.....	54
3.4	Teknik Analisis Data	55
BAB IV HASIL DAN ANALISIS		57
4.1	Perhitungan Pembebanan	57
4.1.1	Beban Berthing.....	57
4.1.1.1	Pemilihan <i>Fender</i>	59
4.1.1.2	Desain Panel <i>Fender</i>	60
4.1.2	Beban <i>Mooring</i>	60
4.1.2.1	Konfigurasi Tali <i>Mooring</i>	61
4.1.2.2	Beban <i>Mooring</i> Akibat Angin	61
4.1.2.3	Beban <i>Mooring</i> Akibat Arus.....	62
4.1.2.4	Pemilihan <i>Bollard</i>	62
4.1.2.5	Beban Tambat Pada Dermaga.....	65
4.1.3	Beban Lingkungan	67
4.1.3.1	Beban Gelombang.....	67
4.1.3.2	Beban Gempa.....	68
4.1.4	Beban Mati Struktural	72

4.1.5	Beban Mati Non Struktural	72
4.1.5.1	Beban <i>Bollard</i>	72
4.1.5.2	Beban Sistem <i>Fender</i>	72
4.1.5.3	Beban Fasilitas Pendukung Dermaga	73
4.1.6	Beban Hidup	73
4.1.7	Kombinasi Pembebanan	73
4.2	Perencanaan <i>Lay Out</i> Dermaga	78
4.2.1	Elevasi Dermaga	78
4.2.2	Jarak Antara <i>Breasting Dolphin</i>	79
4.2.3	Jarak antara <i>Breasting Dolphin</i> dan <i>Mooring Dolphin</i>	80
4.3	Desain Awal <i>Loading Platform</i>	80
4.3.1	Dimensi <i>Loading Platform (Jetty Head Platform)</i>	80
4.3.2	Pelat <i>Loading Platform</i>	81
4.3.3	Balok <i>Loading Platform</i>	82
4.3.4	Tiang Pancang <i>Loading Platform</i>	84
4.3.5	<i>Pile Cap Loading Platform</i>	85
4.4	Desain Awal <i>Breasting</i> dan <i>Mooring Dolphin</i>	86
4.4.1	Dimensi <i>Breasting Dolphin</i>	86
4.4.2	Dimensi <i>Mooring Dolphin</i>	86
4.4.3	Tiang Pancang <i>Breasting dan Mooring Dolphin</i>	87
4.4.4	<i>Pile Cap Breasting Dolphin</i>	88
4.4.5	<i>Pilecap Mooring Dolphin</i>	89
4.5	Desain Awal <i>Trestle</i>	90
4.5.1	Dimensi <i>Trestle</i>	90
4.5.2	Pelat <i>Trestle</i>	90
4.5.3	Balok <i>Trestle</i>	91
4.5.4	Tiang Pancang <i>Trestle</i>	93
4.5.5	<i>Pilecap Trestle</i>	94
4.6	Permodelan Struktur dan Analisis Dermaga	94
4.6.1	Permodelan <i>Loading Platform</i>	96

4.6.1.1	Hasil Permodelan <i>Loading Platform</i>	102
4.6.1.2	Optimasi Struktur <i>Loading Platform</i>	103
4.6.2	Permodelan <i>Breasting Dolphin</i>	104
4.6.2.1	Hasil Permodelan <i>Breasting Dolphin</i>	106
4.6.2.2	Optimasi Struktur <i>Breasting Dolphin</i>	106
4.6.3	Permodelan <i>Mooring Dolphin</i>	108
4.6.3.1	Hasil Permodelan <i>Mooring Dolphin</i>	109
4.6.3.2	Optimasi Struktur <i>Mooring Dolphin</i>	110
4.6.4	Permodelan <i>Trestle</i>	111
4.6.4.1	Hasil Permodelan <i>Trestle</i>	112
4.6.4.2	Optimasi Struktur <i>Trestle</i>	113
4.7	Penulangan Elemen Struktur Dermaga	114
4.7.1	Penulangan Elemen Struktur <i>Loading Platform</i>	115
4.7.1.1	Penulangan Balok <i>Loading Platform</i>	115
4.7.1.2	Penulangan Pelat <i>Loading Platform</i>	119
4.7.1.3	Penulangan <i>Pile Cap dan Pile Plug</i>	121
4.7.2	Penulangan Elemen Struktur <i>Breasting Dolphin</i>	123
4.7.2.1	Penulangan <i>Pile Cap Breasting Dolphin</i>	123
4.7.2.2	Penulangan <i>Pile Plug Breasting Dolphin</i>	126
4.7.3	Penulangan Elemen Struktur <i>Mooring Dolphin</i>	127
4.7.3.1	Penulangan <i>Pile Cap Mooring Dolphin</i>	127
4.7.3.2	Penulangan <i>Pile Plug Mooring Dolphin</i>	130
4.7.4	Penulangan Elemen Struktur <i>Trestle</i>	132
4.7.4.1	Penulangan Balok <i>Trestle</i>	132
4.7.4.2	Penulangan Pelat <i>Trestle</i>	134
4.7.4.3	Penulangan <i>Pile Cap dan Pile Plug Trestle</i>	136
4.8	Analisis Daya Dukung Tanah	138

BAB V PENUTUP.....	145
5.1 KESIMPULAN	145
5.2 Saran.....	148
DAFTAR PUSTAKA.....	149
LAMPIRAN.....	151

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1	Grafik hubungan displacement dengan kecepatan berlabuh	14
Gambar 2. 2	Geometri Kapal saat Bertambat.....	16
Gambar 2. 3	Area Proyeksi Longitudinal Kapal Tanker	19
Gambar 2. 4	Nilai Koefisien Gaya Angin untuk Kapal Tanker	19
Gambar 2. 5	Koefisien Gaya arus Berbagai Jenis Kapal.....	21
Gambar 2. 6	Faktor Koreksi Kedalaman Arah Transversal	21
Gambar 2. 7	Faktor Koreksi Kedalaman Arah Longitudinal	22
Gambar 2. 8	Ilustrasi Mooring Lines pada Sistem Tambat Tipikal	23
Gambar 2. 9	Ilustrasi Mooring Lines untuk Island Tanker Berth	23
Gambar 2. 10	Nilai Koefisien Seret Struktur Penampakan Silinder	24
Gambar 2. 11	Grafik Teori Gelombang	25
Gambar 2. 12	Jarak antara Breasting Dolphin.....	29
Gambar 2. 13	Layout dermaga dengan trestle.....	30
Gambar 2. 14	Ilustrasi virtual fixed point dan virtual ground surface	32
Gambar 2. 15	Distribusi tegangan dan regangan bersih beton non prategang	34
Gambar 2. 16	Nilai faktor reduksi berdasarkan regangan tarik baja.....	38
Gambar 2. 17	Ilustrasi penulangan spiral	42
Gambar 2. 18	Flexible dolphin dengan fender elastomer.....	44
Gambar 2. 19	Flexible dolphin dengan fender pneumatik	44
Gambar 2. 20	Tampak samping flexible dolphin dengan fender elastomer.....	45
Gambar 2. 21	Tampak samping flexible dolphin dengan fender pneumatik.....	45
Gambar 2. 22	Dimensi Loading Platform	81
Gambar 3. 1	Diagram Alir Analisis Data dan Perencanaan Struktur Dermaga ..	49
Gambar 3. 2	Lokasi Objek Penelitian.....	50
Gambar 4. 1	Ilustrasi Dimensi Tee Bollard.....	65
Gambar 4. 2	Tee Bollard	65
Gambar 4. 3	Grafik Penentuan Teori Gelombang.....	67
Gambar 4. 4	Spektrum Respon Gempa Lokasi Perencanaan	71
Gambar 4. 5	Dimensi Breasting Dolphin	86

Gambar 4. 6 Dimensi Mooring Dolphin.....	87
Gambar 4. 7 Pilecap Breasting Dolphin	89
Gambar 4. 8 Pilecap Mooring Dolphin	89
Gambar 4. 9 Geometri Loading Platform.....	96
Gambar 4. 10 Loading Platform 3D view	96
Gambar 4. 11 Beban Gempa Arah X Pada Loading Platform.....	97
Gambar 4. 12 Beban Gempa Arah Z Pada Loading Platform	97
Gambar 4. 13 Beban Sendiri Balok Loading Platform.....	97
Gambar 4. 14 Beban Sendiri Steel Pipe Pile Loading Platform.....	98
Gambar 4. 15 Beban Plat Loading Platform.....	98
Gambar 4. 16 Beban Pile Cap Pada Loading Platform	99
Gambar 4. 17 Beban Fire Fighting Tower.....	99
Gambar 4. 18 Beban Service Crane	99
Gambar 4. 19 Beban Skid Tank Pada Loading Platform	100
Gambar 4. 20 Beban Salju Pada Loading Platform.....	100
Gambar 4. 21 Beban Angin Pada Loading Platform	100
Gambar 4. 22 Beban Gelombang Arah X pada Loading Platform.....	101
Gambar 4. 23 Beban Gelombang Arah Z pada Loading Platform	101
Gambar 4. 24 Beban Hidup Tipikal Pada Loading Platform	101
Gambar 4. 25 Nilai Unity Check Ratio Loading Platform.....	102
Gambar 4. 26 Geometri Breasting Dolphin.....	105
Gambar 4. 27 Breasting Dolphin (3D View).....	105
Gambar 4. 28 Nilai UCR Optimasi Struktur Breasting Dolphin.....	107
Gambar 4. 29 Geometri Mooring Dolphin	108
Gambar 4. 30 Geometri Struktur Mooring Dolphin (3D View).....	109
Gambar 4. 31 Nilai UCR Optimasi Mooring Dolphin	110
Gambar 4. 32 Geometri Struktur Trestle.....	112
Gambar 4. 33 Geometri Trestle (3D View).....	112
Gambar 4. 34 Optimasi Struktur Trestle	113
Gambar 4. 35 Ilustrasi Penulangan Balok Loading Platform.....	119
Gambar 4. 36 Plate Stress Contour.....	119

Gambar 4. 37	Penulangan Pelat Loading Platform	121
Gambar 4. 38	Penulangan Pile Cap dan Pile Plug Loading Platform	123
Gambar 4. 39	Gaya Geser Maksimum Pelat Breasting Dolphin Arah X.....	124
Gambar 4. 40	Gaya Geser Maksimum Pelat Breasting Dolphin Arah Y.....	124
Gambar 4. 41	Penulangan Pile Cap dan Pile Plug Breasting Dolphin.....	127
Gambar 4. 42	Gaya Geser Maksimum Pelat Mooring Dolphin Arah X	128
Gambar 4. 43	Gaya Geser Maksimum Pelat Mooring Dolphin Arah Y	128
Gambar 4. 44	Penulangan Pile Cap dan Pile Plug Mooring Dolphin.....	131
Gambar 4. 45	Penulangan Pile Plug Tampak Atas.....	131
Gambar 4. 46	Penulangan Balok Trestle	134
Gambar 4. 47	Penulangan Pelat Trestle.....	135
Gambar 4. 48	Penulangan Pile Cap dan Pile Plug Trestle.....	137
Gambar 4. 49	Penulangan Pile Plug Tampak Atas.....	138
Gambar 4. 50	Grafik Daya Dukung Tanah Loading Platform	140
Gambar 4. 51	Grafik Daya Dukung Tanah Pada Trestle.....	141
Gambar 4. 52	Grafik Daya Dukung Tanah Breasting Dolphin	142
Gambar 4. 53	Grafik Daya Dukung Tanah Mooring Dolphin	143
Gambar 4. 54	Kedalaman Tiang Pancang Rencana	144

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Ringkasan Penelitian Terdahulu.....	5
Tabel 2. 2 Faktor Keamanan berbagai jenis Kapal.....	17
Tabel 2. 3 Tabel Parameter Spektral untuk Spektrum Respon Desain	26
Tabel 2. 4 Beban Mati Utama pada Struktur.....	26
Tabel 2. 5 Defleksi elemen baja struktural.....	31
Tabel 2. 6 Nilai β_1 berdasarkan f_c' beton.....	34
Tabel 2. 7 Faktor reduksi elemen struktural beton.....	36
Tabel 2. 8 Jarak maksimum tulangan sengkang.....	41
Tabel 2. 9 Koefisien Gesek dari Permukaan Fender berdasarkan Materialnya ...	46
Tabel 2. 10 Tipe bollard dan penerapannya	47
Tabel 3. 1 Data Ketinggian Muka Air Laut.....	51
Tabel 3. 2 Nilai N-SPT pada 3 titik pengujian di lokasi penelitian.....	52
Tabel 3. 3 Data Kapal yang akan berlabuh.....	55
Tabel 4. 1 Dimensi Fender SCN 1000 F1.3	59
Tabel 4. 2 Konfigurasi Tali Mooring	61
Tabel 4. 3 Rekapitulasi Perhitungan Beban Mooring	63
Tabel 4. 4 Spesifikasi Tee Bollard Kapastan 30 ton.....	64
Tabel 4. 5 Rekapitulasi Beban Tambat Pada Tali Mooring	66
Tabel 4. 6 Parameter Gelombang.....	68
Tabel 4. 7 Nilai N-SPT rata-rata BH-01.....	69
Tabel 4. 8 Nilai N-SPT rata-rata BH-02.....	69
Tabel 4. 9 Nilai N-SPT rata-rata BH-03.....	70
Tabel 4. 10 Parameter Spektral Beban Gempa.....	71
Tabel 4. 11 Beban Fasilitas Pendukung Dermaga.....	73
Tabel 4. 12 Kombinasi Pembebanan ULS Jetty Head Platform	74
Tabel 4. 13 Kombinasi Pembebanan SLS Jetty Head Platform	75
Tabel 4. 14 Kombinasi Pembebanan Mooring Dolphin.....	76
Tabel 4. 15 Kombinasi Pembebanan Breasting Dolphin	77
Tabel 4. 16 Beban yang diterima balok loading platform.....	83

Tabel 4. 17 Spesifikasi Tiang Pancang Loading Platform	85
Tabel 4. 18 Beban yang diterima balok loading platform	92
Tabel 4. 19 Spesifikasi Tiang Pancang Trestle	93
Tabel 4. 20 Spesifikasi Desain Awal Elemen Struktur.....	94
Tabel 4. 21 Nilai UCR pada Loading Platform.....	102
Tabel 4. 22 Nilai Defleksi Tiang Pancang Loading Platform	103
Tabel 4. 23 Optimasi Loading Platform	103
Tabel 4. 24 Nilai UCR Maksimum Optimasi Pada Loading Platform.....	104
Tabel 4. 25 Nilai Defleksi Maksimum Optimasi Loading Platform	104
Tabel 4. 26 Nilai UCR Maksimum Breasting Dolphin	106
Tabel 4. 27 Nilai Defleksi Maksimum Breasting Dolphin.....	106
Tabel 4. 28 Optimasi Struktur Breasting Dolphin.....	107
Tabel 4. 29 Nilai UCR Maksimum Optimasi Breasting Dolphin	107
Tabel 4. 30 Nilai Defleksi Maksimum Optimasi Breasting Dolphin	108
Tabel 4. 31 Nilai UCR Maksimum Mooring Dolphin	109
Tabel 4. 32 Nilai Defleksi Maksimum Mooring Dolphin.....	109
Tabel 4. 33 Optimasi Struktur Mooring Dolphin	110
Tabel 4. 34 Nilai UCR Maksimum Optimasi Mooring Dolphin.....	111
Tabel 4. 35 Nilai Defleksi Maksimum Optimasi Mooring Dolphin	111
Tabel 4. 36 Nilai UCR Maksimum Trestle	113
Tabel 4. 37 Nilai Defleksi Maksimum Trestle	113
Tabel 4. 38 Nilai UCR Maksimum Optimasi Trestle.....	114
Tabel 4. 39 Nilai Defleksi Maksimum Optimasi Trestle	114
Tabel 4. 40 Perhitungan Penulangan Lentur Balok Loading Platform	116
Tabel 4. 41 Rekapitulasi Perhitungan Penulangan Geser Balok	118
Tabel 4. 42 Momen Maksimum Pelat	119
Tabel 4. 43 Hasil Perhitungan Tulangan Pelat	120
Tabel 4. 44 Penulangan Pile Cap Loading Platform	121
Tabel 4. 45 Hasil Perhitungan Pile Plug Loading Platform	122
Tabel 4. 46 Gaya Geser dan Momen Maksimum Pelat Breasting Dolphin	124
Tabel 4. 47 Hasil Perhitungan Pile Cap Breasting Dolphin	125

Tabel 4. 48 Hasil Perhitungan Pile Plug Breasting Dolphin	126
Tabel 4. 49 Gaya Geser dan Momen Maksimum Pelat Mooring Dolphin.....	128
Tabel 4. 50 Hasil Perhitungan Pile Cap Mooring Dolphin	129
Tabel 4. 51 Hasil Perhitungan Pile Plug Mooring Dolphin	130
Tabel 4. 52 Hasil Perhitungan Penulangan Balok Trestle.....	132
Tabel 4. 53 Hasil Perhitungan Tulangan Geser Trestle.....	133
Tabel 4. 54 Hasil Perhitungan Penulangan Pile Cap Trestle.....	136
Tabel 4. 55 Hasil Perhitungan Pile Plug Trestle	136
Tabel 4. 56 Parameter Perhitungan Daya Dukung Tanah	139
Tabel 4. 57 Hasil Perhitungan Daya Dukung Tanah Loading Platform	140
Tabel 4. 58 Hasil Perhitungan Daya Dukung Tiang Pancang Trestle.....	141
Tabel 4. 59 Hasil Perhitungan Daya Dukung Tanah Breasting Dolphin	142
Tabel 4. 60 Hasil Perhitungan Daya Dukung Tanah Mooring Dolphin.....	143

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pelabuhan merupakan salah satu fasilitas di ujung daratan, sungai, danau, maupun pesisir pantai yang memiliki fungsi untuk tempat berlabuh atau bersandar serta menerima kapal yang tiba maupun kapal yang akan berangkat (Ginting & Larasati, 2019). Selain itu pelabuhan juga menjadi tempat dimana proses naik dan turunnya penumpang, bongkar muat barang atau kargo. Pelabuhan sebagai prasarana angkutan laut memiliki fungsi yang ditinjau dari segi penggunaannya, seperti pelabuhan ikan, pelabuhan minyak, pelabuhan barang, pelabuhan penampungan, serta pelabuhan penyebrangan. Pada setiap pelabuhan, diperlukan sebuah bangunan yaitu dermaga.

Dermaga merupakan salah satu bangunan yang ada di pelabuhan dengan kegunaan sebagai tempat merapat dan bertambatnya kapal yang akan melakukan bongkar muat barang dan menurunkan penumpang. Dimensi dari dermaga sangat bergantung kepada jenis dan ukuran kapal yang akan bertambat. Perencanaan dermaga memerlukan proses yang panjang dan direncanakan sedemikian rupa dengan mempertimbangkan kombinasi beban, diantaranya beban kapal yang bersandar, beban angin, beban hidup terdistribusi, beban mati, beban arus dan beban gelombang.

Magtymguly Gas Recycling Development Project yang berlokasi di Laut Kaspia, Turkmenistan, merupakan sebuah proyek yang menangani daur ulang gas, gas alam cair akan diproses untuk dihilangkan kandungan hidrokarbon serta zat pengotor lainnya yang dikondensasi menjadi cairan. Bongkar muat gas cair atau LNG (*Liquefied Natural Gas*) memerlukan sarana dan prasarana penunjang khusus pada dermaga. Sarana dan prasarana penunjang tersebut memiliki dua standar yang umumnya diterapkan pada proses desain yaitu Overseas Coastal Development Institute of Japan (OCDI) dan British Standart (BS).

Pengiriman gas dari Magtymguly di rencanakan mencapai 550 mmsefd, jumlah ini fluktuatif sepanjang tahun akibat variasi musiman dalam permintaan. Dengan mempertimbangkan hal tersebut direncanakan sebuah dermaga khusus curah cair tipe jetty dengan kapasitas kapal maksimum yang bersandar sebesar 13.470 DWT. Perencanaan dermaga mempertimbangkan kapal dengan kapasitas dibawah 13.470 DWT tetap bisa bersandar menggunakan standar BS-6349. Maka dalam penelitian ini mengkaji perencanaan konstruksi dermaga curah cair pada *Liquid Berth II* dalam *Magtymguly Gas Recycling Development Project* Laut Kaspia, Turkmenistan dengan judul **“PERENCANAAN STRUKTUR DERMAGA KAPASITAS 13470 DWT TIPE JETTY PADA LIQUID BERTH II LAUT KASPIA, TURKMENISTAN”**

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang yang telah dipaparkan di atas, maka dirumuskan beberapa permasalahan sebagai berikut :

1. Bagaimana perencanaan dimensi dermaga yang sesuai untuk membangun dermaga curah cair tipe jetty pada *Liquid Berth II*, Laut Kaspia, Turkmenistan ?
2. Bagaimana merencanakan struktur dermaga curah cair tipe jetty yang aman terhadap gaya yang bekerja pada *Liquid Berth II* di wilayah Proyek Pengembangan Daur Ulang Gas Magtymguly ?
3. Bagaimana menentukan beton dan profil baja yang optimal sehingga konstruksi kokoh terhadap beban gempa, tumbukkan kapal, mooring, gelombang dan angin ?

1.3 Tujuan Penelitian

Dalam penyusunan skripsi ini, dengan mempertimbangkan permasalahan diatas, maka maksud dan tujuan perencanaan struktur dermaga ini sebagai berikut:

1. Membuat perencanaan dimensi untuk dermaga curah cair (*Liquid Berth II*) Laut Kaspia, Turkmenistan.

2. Menentukan perencanaan struktur yang aman terhadap gaya yang bekerja, baik struktur atas maupun struktur bawah dermaga.
3. Menentukan beton dan profil baja yang akan dipakai dalam perencanaan struktur.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun selain tujuan dari penyusunan skripsi yang telah dipaparkan, terdapat beberapa manfaat dari penyusunan tugas akhir ini sebagai berikut :

1. Dapat mengetahui hasil analisis perencanaan struktur dermaga curah cair Proyek Pengembangan Daur Ulang Gas Magtymgully.
2. Hasil Perencanaan dermaga curah cair Proyek Pengembangan Daur Ulang Gas Magtymgully, diharapkan menjadi pertimbangan dari pengembangan dermaga curah cair.
3. Meningkatkan kapasitas bongkar muat, dimana Proyek Pengembangan Daur Ulang Gas Magtymgully dibuat untuk melayani penambahan platform baru.

1.5 Ruang Lingkup

Berdasarkan pada latar belakang permasalahan, rumusan masalah, serta tujuan penelitian yang telah diuraikan di atas, ruang lingkup perencanaan struktur dermaga curah cair *Liquid Berth II* dalam Proyek Pengembangan Daur Ulang Gas Magtymgully adalah sebagai berikut :

1. Pengumpulan dan pengolahan data sekunder yang dibutuhkan dalam desain struktur dermaga seperti data tanah, gelombang, pasang surut, kapal rencana, dan lainnya;
2. Perhitungan pembebanan yang bekerja pada struktur yang meliputi beban lingkungan serta beban operasional
3. Perhitungan rencana dimensi struktur dermaga yang meliputi panjang, lebar, serta elevasi dari *jetty head platform*, *breasting dolphin*, *mooring dolphin*, dan *trestle*;

4. Perhitungan dimensi elemen struktural meliputi dimensi tiang pancang (*steel pipe pile*), balok, *pile cap*, dan plat lantai;
5. Permodelan dan analisis struktur dengan menggunakan perangkat lunak *StaadPro Select Series 6 V8i*;
6. Perencanaan penulangan elemen struktur dermaga;

1.6 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penyusunan skripsi ini sebagai berikut :

1. Tidak membahas struktur *existing* serta bangunan disekitar dermaga.
2. Tidak membuat perencanaan *catwalk*, *pipe rack/sleeper*, serta *roadway*.
3. Tidak merencanakan dermaga (*berth*) lainnya.
4. Tidak membahas *design break water* dan sedimentasi di kolam pelabuhan.
5. Tidak memperhitungkan *vehicular braking force* dan *cathodic protection*.
6. Tidak membahas metode dan tahap perencanaan konstruksi dermaga jetty.
7. Tidak membahas Rencana Anggaran Biaya.

DAFTAR PUSTAKA

- Adriana, F. P., & Buana, C. (2021). *Perencanaan Dermaga Produk Curah Cair Kapal 10.000 DWT di Pelabuhan Kilang Minyak Tuban, Jawa Timur*. 10(2), 237–244.
- ACI-318-14: Building Code Requirements for Structural Concrete, (2014).
- AISC 360-16 : Specification for Structural Steel Buildings, (2016).
- 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>
- BS 5950-1: 1990 Structural Use of Steelwork in Building - Part 1 Code of Practice for Design in Simple and Continuous Construction, (1990).
- British Standards Institution. (2000). *British Standard 5950-1:2000: Structural Use of Steel Work in Buildings Part 1*. 1, 222.
- BS 6349-1: 2000 Maritime structures — Part 1 : Code of practice for general criteria, 3 (2000).
- BSI 6349-4 Maritime works – Part 4 : Code of practice for design of fendering and mooring systems, (2014).
- Cao, R., Wang, S., Xu, G., & Lv, X. (2019). *Characteristics of liquefied soil motion in wavy environment*. September. <https://doi.org/10.1063/1.5098507>
- Dirgantara, M. I. (2019). *DESAIN STRUKTUR DERMAGA CURAH CAIR PADA TERMINAL BAHAN BAKAR MINYAK (TBBM) WAYAME, AMBON*.
- Elvina, G., Sophian, I., & Zakaria, Z. (2019). Korelasi Parameter Kuat Geser Tanah terhadap Nilai N-SPT pada Kawasan Pendidikan Universitas Padjadjaran , Jatinangor. *Padjadjaran Geoscience Journal*, 86–94.
- Ginting, M., & Larasati, O. D. (2019). *EVALUASI TINGKAT PELAYANAN DERMAGA BONKAR MUAT BARANG PADA PELABUHAN PANGKALAN BELAWAN LAMA*. 0–4.
- Landangkasiang, F. N., Sompie, O. B. A., & Sumampouw, J. E. R. (2020). Analisis Geoteknik Tanah Lempung Terhadap Penambahan Limbah Gypsum. *Jurnal Sipil Statik*, 8(2), 197–204.

- Nugraha, W. T., & Pranoto, Y. (2020). Analisis Pondasi Tiang Pancang Breasting Dolphin Dan Mooring Dolphin Pada Dermaga Type Jetty. *Jurnal Momen Teknik Sipil*, 3(1), 1. <https://doi.org/10.35194/momen.v3i1.1017>
- Plangiten, R. R., Pandey, S. V., & Lalamentik, L. G. J. (2019). Evaluasi Kinerja Operasional Pelabuhan ASDP Indonesia Ferry Bitung. *Sipil Statik*, 7(2), 265–276.
- Rahmatullah, R. (2018). *DESAIN STRUKTUR DERMAGA CURAH CAIR 15000 DWT PADA PELABUHAN PULANG PISAU, PALANGKARAYA, KALIMANTAN TENGAH DENGAN MENINJAU METODE PELAKSANAAN DAN ESTIMASI ANGGARAN BIAYANYA*.
- OCDI 2002 : Technical Standards and Commentaries for Port and Harbour Facilities, (2002).
- Thoresen, C. A. (2010). *Port designer's handbook*. Thomas Telford.
- Triatmojo, B. (2009). *PERENCANAAN PELABUHAN*. Beta Offset.
- UNDANG-UNDANG REPUBLIK INDONESIA NOMOR 17 TAHUN 2008 TENTANG PELAYARAN, 76 61 (2008).
- Widyanto, D. M. (2019). *DESAIN STRUKTUR ATAS DERMAGA LIQUID BERTH II DENGAN BETON PRACETAK PADA MAGTYMGULY GAS RECYCLING DEVELOPMENT PROJECT DI LAUT KASPIA*. <https://tekniklepasantai.itb.ac.id/>