



PT DIAGRAM TRIPROPORSI Engineering Consultant

Agnesia Building 1st Floor, Jl Pemuda 73B Jakarta 13220

Phone : 021-4701356/57, 021-4892042, 021-4720895

E-mail : project@diagramtriproporsi.com | website : www.diagramtriproporsi.com

No. : 087/DTP/VIII/2023

Jakarta, 31 Juni 2023

Kepada Yth,
Bapak Ir. Sunarjo Leman, M.T
di tempat

Perihal : Surat Penugasan Sebagai Struktural Reviewer

Dengan hormat,

Berdasarkan pembahasan melalui email dan telepon, dengan ini kami menunjuk Ir. Sunarjo Leman, M.T sebagai Struktural Reviewer yang bertugas memeriksa untuk Pekerjaan Studi Kelayakan Teknis Pelabuhan Bahan Kimia dan Bahan Bakar Minyak. Pemberi Tugas adalah PT Dovechem Group. Waktu pelaksanaan dimulai pada 1 Juli 2023 sampai 30 September 2023.

Demikian kami sampaikan dan terima kasih atas perhatian dan Kerjasama Bapak

Hormat Kami,
PT DIAGRAM TRIPROPORSI


Ir. MM Nani Irawati
Direktur



THE DOVECHEM GROUP
CHINA • INDONESIA • MALAYSIA • SINGAPORE

STUDI KELAYAKAN TEKNIS PELABUHAN BAHAN KIMIA DAN BAHAN BAKAR MINYAK Kab. Morowali, Sulawesi Tengah



LAPORAN DESAIN KONSEPTUAL

APRIL 2023



PT DIAGRAM TRIPROPORSI Engineering Consultant

Agnesia Building 1st Floor, Jl. Pemuda No.73-B Jakarta 13220

Phone. 021-4892042, 4720895, 4701356 (57) ; Fax. 021-4892874

Email: ptdiagram@indo.net.id; Website: www.diagramtriproporsi.com

LEMBAR PENYERAHAN DOKUMEN

Nama Dokumen : Laporan Desain Konseptual
Studi Kelayakan Teknis Pelabuhan Bahan Kimia dan Bahan Bakar
Minyak Kabupaten Morowali, Sulawesi Tengah

Pemberi Tugas : PT Dover Chemical

Tanggal : 14 April 2023

Disampaikan Oleh

PT Diagram Triproporsi



Ir. Benny Heriyanto

Team Leader

Disetujui Oleh

PT Dover Chemical

No.	Tanggal	No. Revisi	Uraian
1.	14 April 2023	0	Pengumpulan Draf Laporan Desain Konseptual
2.	10 Mei 2023	A	Pengumpulan Laporan Desain Konseptual

PENGANTAR

Laporan desain konseptual ini disusun oleh PT Diagram Triproporsi untuk memaparkan hasil pekerjaan desain konseptual pelabuhan dalam lingkup Studi Kelayakan Teknis Pelabuhan Bahan Kimia dan Bahan Bakar Minyak Di Kabupaten Morowali, Sulawesi Tengah.

Pekerjaan studi kelayakan teknis ini bertujuan untuk memperoleh hasil analisis teknis terkait perkiraan kebutuhan, penilaian kondisi lokasi, keselamatan pelayaran, kebutuhan sarana bantu navigasi, serta berapa biaya kasar yang diperlukan untuk pembangunan pelabuhan tersebut. Pada laporan ini diuraikan tentang hal-hal yang berhubungan dengan:

1. Gambaran umum dan lingkup pekerjaan;
2. Data Teknis;
3. Kriteria desain struktur;
4. Pemodelan dan analisis struktur; serta
5. Estimasi Biaya.

Tidak lupa kami sampaikan terima kasih atas kerja sama dan kepercayaan yang diberikan oleh PT Dover Chemical selaku Pemberi Tugas dalam pekerjaan ini.

Jakarta, 14 April 2023
PT Diagram Triproporsi

DAFTAR ISI

PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR GAMBAR	v
DAFTAR TABEL	vii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Gambaran Umum Pekerjaan	1
1.2 Lingkup Pekerjaan	4
BAB 2 DATA TEKNIS	5
2.1 Data Operasional	5
2.1.1 Data Kapal	5
2.1.2 Data Alat dan Muatan	5
2.2 Data Meteorologi-Oseanografi	6
2.2.1 Data Batimetri dan Pasang Surut	6
2.2.2 Data Arus Laut	8
2.2.3 Data Angin dan Gelombang	10
2.3 Data Geoteknik	16
2.3.1 Data Tanah	16
2.3.2 Data Gempa	16
BAB 3 KRITERIA DESAIN STRUKTUR	18
3.1 Standar Teknis	18
3.2 Masa Layan Rencana	19
3.3 Layout Struktur Rencana	19
3.4 Perhitungan Fender dan Bollard	20
3.4.1 Perhitungan Fender	20
3.4.2 Perhitungan Bollard	25
3.5 Pembebanan dan Kombinasinya	25
3.5.1 Beban Mati	25
3.5.2 Beban Hidup	25
3.5.3 Beban Tumbukan Kapal	26
3.5.4 Beban Tarikan Kapal	26
3.5.5 Beban Akibat Gelombang dan Arus	26

3.5.6	Beban Gempa.....	26
3.5.7	Kombinasi Pembebanan	27
3.6	Material dan Profil	27
3.7	Pengolahan Data Geoteknik.....	29
3.7.1	Titik Jepit Tiang Pancang.....	29
3.7.2	Daya Dukung Tiang Pancang	29
BAB 4	PEMODELAN DAN ANALISIS STRUKTUR	32
4.1	Umum.....	32
4.2	Trestle	33
4.2.1	Pemodelan Struktur Trestle	33
4.2.2	Kontrol Beban Gempa pada Struktur Trestle.....	34
4.2.3	Defleksi pada Struktur Trestle	35
4.2.4	Perhitungan Tiang Pancang Trestle	37
4.2.5	Perhitungan Tulangan Trestle.....	41
4.3	Loading Platform	45
4.3.1	Pemodelan Struktur Loading Platform.....	45
4.3.2	Kontrol Beban Gempa pada Struktur Loading Platform.....	46
4.3.3	Defleksi pada Struktur Loading Platform.....	47
4.3.4	Perhitungan Tiang Pancang Loading Platform.....	49
4.3.5	Perhitungan Tulangan Loading Platform.....	53
4.4	Catwalk	57
4.4.1	Pemodelan Struktur Catwalk.....	57
4.4.2	Analisis Struktur Catwalk	58
4.5	Pilar Catwalk	62
4.5.1	Pemodelan Struktur Pilar Catwalk.....	62
4.5.2	Kontrol Beban Gempa pada Struktur Pilar Catwalk	63
4.5.3	Defleksi pada Struktur Pilar Catwalk.....	64
4.5.4	Perhitungan Tiang Pancang Pilar Catwalk.....	65
4.5.5	Perhitungan Tulangan Pilar Catwalk.....	70
4.6	Breasting Dolphin	72
4.6.1	Pemodelan Struktur Breasting Dolphin.....	72
4.6.2	Kontrol Beban Gempa pada Struktur Breasting Dolphin	73
4.6.3	Defleksi pada Struktur Breasting Dolphin.....	74
4.6.4	Perhitungan Tiang Pancang Breasting Dolphin	76

4.6.5	Perhitungan Tulangan Breasting Dolphin.....	80
4.7	Mooring Dolphin	83
4.7.1	Pemodelan Struktur Mooring Dolphin.....	83
4.7.2	Kontrol Beban Gempa pada Struktur Mooring Dolphin.....	84
4.7.3	Defleksi pada Struktur Mooring Dolphin.....	85
4.7.4	Perhitungan Tiang Pancang Mooring Dolphin.....	87
4.7.5	Perhitungan Tulangan Mooring Dolphin.....	91
BAB 5	SISTEM PROTEKSI TERHADAP KOROSI.....	94
5.1	Umum.....	94
5.2	Dasar Teori.....	95
5.3	Perhitungan Cathodic Protection (Sacrificial Anode)	97
BAB 6	ESTIMASI BIAYA	101
6.1	Umum.....	101
6.2	Estimasi Biaya Alternatif 1.....	101
BAB 7	KESIMPULAN	105
	LAMPIRAN I GAMBAR DESAIN KONSEPTUAL	106

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 - Lokasi Kab. Morowali, Sulawesi Tengah.....	1
Gambar 1.2 - Lokasi Pekerjaan	2
Gambar 1.3 - Tata Letak Pelabuhan – Alternatif 1	2
Gambar 1.4 - Tata Letak Pelabuhan – Alternatif 2	3
Gambar 1.5 - Tata Letak Pelabuhan – Alternatif 3	3
Gambar 2.1 - Principal Dimension of Ship	5
Gambar 2.2 - Grafik Hasil Pengamatan Pasang Surut.....	6
Gambar 2.3 - Peta Topografi dan Batimetri Hasil Survei.....	7
Gambar 2.4 - Hasil Survei Topografi dan Batimetri, Superimposed ke Google Earth ..	8
Gambar 2.5 - Current Rose 0,2D.....	9
Gambar 2.6 - Current Rose 0,6D.....	10
Gambar 2.7 - Current Rose 0,8D.....	10
Gambar 2.8 - Rekapitulasi Wind Rose Tahun 2013 - 2022 di Bandar Udara Haluoleo, Kendari.....	11
Gambar 2.9 - Wind Rose Bulanan Tahun 2013 – 2022 di Bandar Udara Haluoleo, Kendari.....	11
Gambar 2.10 - Perhitungan Fetch Efektif di Lokasi Pekerjaan.....	12
Gambar 2.11 - Rekapitulasi Wave Hindcasting Tahun 2013 – 2022.....	13
Gambar 2.12 - Wave Hindcasting Bulanan Tahun 2013 - 2022.....	13
Gambar 2.13 - Pemodelan Transformasi Gelombang	14
Gambar 2.14 - Hasil Pemodelan Transformasi Gelombang	15
Gambar 2.15 - Distribusi Frekuensi Gelombang.....	16
Gambar 2.16 - Response Spectrum Desain	16
Gambar 2.17 - Sampel Tanah di Sekitar Lokasi Pekerjaan	17
Gambar 3.1 - Dimensi Cone Fender	23
Gambar 3.2 - Arrangement Fender	24
Gambar 4.1 - Pemodelan <i>Trestle</i>	33
Gambar 4.2 - Pembebanan pada <i>Trestle</i>	34
Gambar 4.3 - Defleksi Struktur <i>Trestle</i> (2,43 mm)	36
Gambar 4.4 - <i>Deformed Shape Mode</i> pada <i>Trestle</i>	36
Gambar 4.5 - <i>Stress Ratio</i> Tiang Pancang pada <i>Trestle</i> (Max. 0,941)	38
Gambar 4.6 - Output Desain Profil pada Tiang Pancang <i>Trestle</i>	39
Gambar 4.7 - Ilustrasi Model <i>Shell</i> (CSI Concrete Design Manual, 2022)	44
Gambar 4.8 - Grafik <i>Design Forces</i> pada Pelat <i>Trestle</i>	44
Gambar 4.9 - Pemodelan <i>Loading Platform</i>	45
Gambar 4.10 - Pembebanan pada <i>Loading Platform</i>	46
Gambar 4.11 - Defleksi Struktur <i>Breasting Dolphin</i> (69,205 mm)	48
Gambar 4.12 - <i>Deformed Shape Mode</i> pada <i>Loading Platform</i>	48
Gambar 4.13 - <i>Stress Ratio</i> Tiang Pancang pada <i>Loading Platform</i> (Max. 0,868) ...	50

Gambar 4.14 - Output Desain Profil pada Tiang Pancang <i>Loading Platform</i>	51
Gambar 4.15 - Grafik <i>Design Forces</i> pada Pelat <i>Loading Platform</i>	56
Gambar 4.16 - General Arrangement Struktur - Alternatif 1	57
Gambar 4.17 - Pemodelan <i>Catwalk</i>	58
Gambar 4.18 - Pembebanan pada <i>Catwalk</i>	58
Gambar 4.19 - Defleksi Struktur <i>Catwalk</i> Tipe-1 (44,34 mm)	59
Gambar 4.20 - <i>Deformed Shape Mode</i> pada <i>Catwalk</i>	60
Gambar 4.21 - <i>Stress Ratio</i> Profil <i>Catwalk</i> (Max. 0,477)	60
Gambar 4.22 - Output Desain Profil Baja <i>Catwalk</i>	61
Gambar 4.23 – Pemodelan dan Pembebanan pada Pilar <i>Catwalk</i>	63
Gambar 4.24 - Defleksi Struktur Pilar <i>Catwalk</i> (1,49 mm).....	64
Gambar 4.25 - <i>Deformed Shape Mode</i> pada Pilar <i>Catwalk</i>	65
Gambar 4.26 - <i>Stress Ratio</i> Tiang Pancang Pilar <i>Catwalk</i> (Max. 0,873)	67
Gambar 4.27 - Output Desain Profil Tiang Pancang Pilar <i>Catwalk</i>	68
Gambar 4.28 - Pemodelan <i>Breasting Dolphin</i>	72
Gambar 4.29 - Pembebanan pada <i>Breasting Dolphin</i>	73
Gambar 4.30 - Defleksi Struktur <i>Breasting Dolphin</i> (resultan 52,58 mm).....	75
Gambar 4.31 - <i>Deformed Shape Mode</i> pada <i>Breasting Dolphin</i>	75
Gambar 4.32 - <i>Stress Ratio</i> Tiang Pancang pada <i>Breasting Dolphin</i> (Max. 0,866) ..	77
Gambar 4.33 - Output Desain Profil pada Tiang Pancang <i>Breasting Dolphin</i>	78
Gambar 4.34 - Grafik <i>Design Forces</i> pada <i>Pile Cap Breasting Dolphin</i>	82
Gambar 4.35 - Pemodelan <i>Mooring Dolphin</i>	83
Gambar 4.36 - Pembebanan pada <i>Mooring Dolphin</i>	84
Gambar 4.37 - Defleksi Struktur <i>Mooring Dolphin</i> (resultan 53,53 mm)	86
Gambar 4.38 - <i>Deformed Shape Mode</i> pada <i>Mooring Dolphin</i>	86
Gambar 4.39 - <i>Stress Ratio</i> Tiang Pancang pada <i>Mooring Dolphin</i> (Max. 0,863)	88
Gambar 4.40 - Output Desain Profil pada Tiang Pancang <i>Mooring Dolphin</i>	89
Gambar 4.41 - Grafik <i>Design Forces</i> pada <i>Pile Cap Mooring Dolphin</i>	93
 Gambar 5.1 - Distribusi laju korosi material baja dan mitigasinya (OCDI, 2020 & Nippon Steel, 2019).....	 94
Gambar 5.2 - Contoh Perbandingan Harga <i>Cathodic Protection</i> (ESC Steel).....	94
Gambar 5.3 - Material Anode yang Digunakan	97

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 - Uraian Alternatif Desain Konseptual.....	4
Tabel 2.1 - Rekap Principal Dimension Kapal Rencana Berdasarkan PIANC MarCom WG-121 dan OCDI.....	5
Tabel 2.2 - Elevasi Penting Pasang Surut	6
Tabel 2.3 - Hasil Pengukuran Arah dan Kecepatan Arus.....	9
Tabel 2.4 - Tinggi Gelombang Maksimum Hasil Wave Hindcasting	12
Tabel 2.5 - Hasil Analisis Gelombang dengan Periode Ulang.....	14
Tabel 2.6 - Gelombang Signifikan yang Dapat Diterima, Periode $T \approx 7s - 12s$ (Liu & Burchart, 1999).....	15
Tabel 2.7 - Sudut Tambatan yang Direkomendasikan (BS 6349-4:2014).....	26
Tabel 3.1 - Elevasi Crown Height Standar (OCDI, 2020)	20
Tabel 3.2 - Perhitungan Energi Tumbukan Fender Tanker 50.000 DWT	21
Tabel 3.3 - Perhitungan Energi Tumbukan Fender SPOB 5.000 DWT	22
Tabel 3.4 - Alternatif Pilihan Fender.....	22
Tabel 3.5 - Ketentuan Berat Panel Izin Fender Trelleborg Tipe SCN (Trelleborg, 2015)	23
Tabel 3.6 - Standar Gaya Tarik Kapal dan Konfigurasi Bollard (OCDI, 2020)	25
Tabel 3.7 - Kombinasi Beban yang Digunakan (POLB WDC, 2021).....	27
Tabel 3.8 - Profil SPP (Steel Pipe Pile)	27
Tabel 3.9 - Fixity Point Tiang Pancang.....	29
Tabel 3.10 - Daya Dukung SPP 600-12	30
Tabel 3.11 - Daya Dukung SPP 700-14	30
Tabel 3.12 - Daya Dukung SPP 800-16	31
Tabel 3.13 - Daya Dukung SPP 900-16	31
Tabel 4.1 - Output <i>Base Reaction</i> untuk Kontrol Beban Gempa <i>Trestle</i>	35
Tabel 4.2 - Partisipasi Massa Ragam Struktur Serta Periodenya pada <i>Trestle</i>	35
Tabel 4.3 - Defleksi Struktur pada <i>Trestle</i>	35
Tabel 4.4 - Output Gaya Dalam Tiang Pancang pada <i>Trestle</i>	37
Tabel 4.5 - Perhitungan Kepala Tiang Pancang pada <i>Trestle</i>	41
Tabel 4.6 - Kontrol Geser Pons <i>Pile Cap Trestle</i>	42
Tabel 4.7 - Tulangan Lentur pada <i>Pile Cap Trestle</i>	42
Tabel 4.8 - Perhitungan Tulangan Balok pada <i>Trestle</i> (800 x 500)	43
Tabel 4.9 - Perhitungan Tulangan Pelat pada <i>Trestle</i>	44
Tabel 4.10 - Output <i>Base Reaction</i> untuk Kontrol Beban Gempa <i>Loading Platform</i>	47
Tabel 4.11 - Partisipasi Massa Ragam Struktur Serta Periodenya pada <i>Loading Platform</i>	47
Tabel 4.12 - Defleksi Struktur pada <i>Loading Platform</i>	47
Tabel 4.13 - Output Gaya Dalam Tiang Pancang pada <i>Loading Platform</i>	49
Tabel 4.14 - Perhitungan Kepala Tiang Pancang pada <i>Loading Platform</i>	53

Tabel 4.15 - Kontrol Geser Pons <i>Pile Cap Loading Platform</i>	54
Tabel 4.16 - Tulangan Lentur pada <i>Pile Cap Loading Platform</i>	54
Tabel 4.17 - Perhitungan Tulangan Balok pada <i>Loading Platform</i> (800 x 500)	55
Tabel 4.18 - Perhitungan Tulangan Pelat pada <i>Loading Platform</i>	56
Tabel 4.19 - Defleksi Struktur pada <i>Catwalk</i>	59
Tabel 4.20 - Reaksi Perletakan <i>Catwalk</i> Tipe-1 (L=29,50 m)	60
Tabel 4.21 - Output <i>Base Reaction</i> untuk Kontrol Beban Gempa Pilar <i>Catwalk</i>	63
Tabel 4.22 - Partisipasi Massa Ragam Struktur Serta Periodeanya pada Pilar <i>Catwalk</i>	63
Tabel 4.23 - Defleksi Struktur pada Pilar <i>Catwalk</i>	64
Tabel 4.24 - Output Gaya Dalam Tiang Pancang pada Pilar <i>Catwalk</i>	65
Tabel 4.25 - Perhitungan Kepala Tiang Pancang pada Pilar <i>Catwalk</i>	70
Tabel 4.26 - Kontrol Geser Pons <i>Pile Cap</i> Pilar <i>Catwalk</i>	71
Tabel 4.27 - Tulangan Lentur pada <i>Pile Cap</i> Pilar <i>Catwalk</i>	71
Tabel 4.28 - Output <i>Base Reaction</i> untuk Kontrol Beban Gempa <i>Breasting Dolphin</i>	74
Tabel 4.29 - Partisipasi Massa Ragam Struktur Serta Periodeanya pada <i>Breasting Dolphin</i>	74
Tabel 4.30 - Defleksi Struktur pada <i>Breasting Dolphin</i>	74
Tabel 4.31 - Output Gaya Dalam Tiang Pancang pada <i>Breasting Dolphin</i>	76
Tabel 4.32 - Perhitungan Kepala Tiang Pancang pada <i>Breasting Dolphin</i>	80
Tabel 4.33 - Kontrol Geser Pons <i>Pile Cap Breasting Dolphin</i>	81
Tabel 4.34 - Perhitungan Tulangan <i>Pile Cap</i> pada <i>Breasting Dolphin</i>	82
Tabel 4.35 - Output <i>Base Reaction</i> untuk Kontrol Beban Gempa <i>Mooring Dolphin</i> ..	85
Tabel 4.36 - Partisipasi Massa Ragam Struktur Serta Periodeanya pada <i>Mooring Dolphin</i>	85
Tabel 4.37 - Defleksi Struktur pada <i>Breasting Dolphin</i>	85
Tabel 4.38 - Output Gaya Dalam Tiang Pancang pada <i>Mooring Dolphin</i>	87
Tabel 4.39 - Perhitungan Kepala Tiang Pancang pada <i>Mooring Dolphin</i>	91
Tabel 4.40 - Kontrol Geser Pons <i>Pile Cap Mooring Dolphin</i>	92
Tabel 4.41 - Perhitungan Tulangan <i>Pile Cap</i> pada <i>Mooring Dolphin</i>	93
 Tabel 5.1 - Laju Korosi Tipikal Material Baja di Pelabuhan (OCDI, 2020).....	 94
Tabel 5.2 - Perhitungan Kebutuhan Sacrificial Anode	98
Tabel 5.3 - Rekap Kebutuhan Cathodic Protection (Sacrificial Anode).....	99
 Tabel 6.1 - Rekap Estimasi Biaya Alternatif-1	 101
Tabel 6.2 - Rincian Estimasi Biaya - Alternatif-1.....	102

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Gambaran Umum Pekerjaan

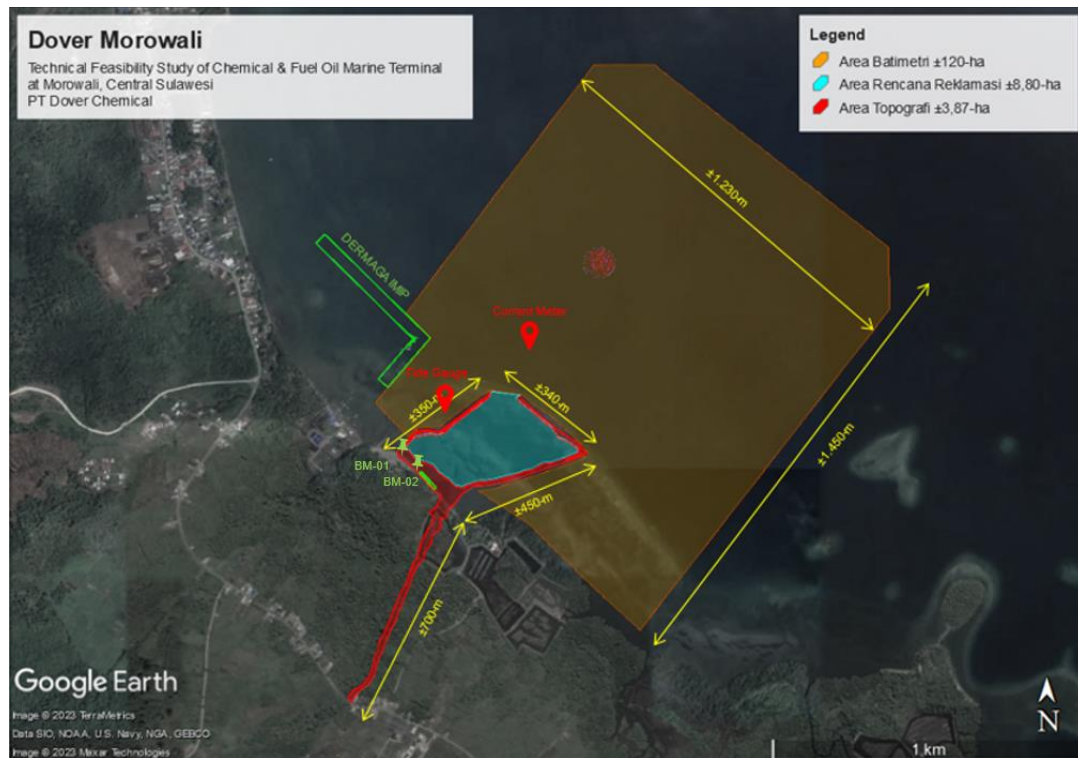
PT Dover Chemical sedang merencanakan pembangunan pelabuhan sebagai terminal bahan kimia dan bahan bakar minyak (BBM) di Desa Labota, Kec. Bahodopi, Kab. Morowali, Sulawesi Tengah. Lokasi rencana pelabuhan berdekatan dengan Indonesia Morowali Industrial Park (IMIP). Adapun luas lahan yang akan dibangun sebesar ± 12 hektare termasuk jalan akses. Lokasi pekerjaan ditampilkan pada Gambar 1.1 dan Gambar 1.2.

Pelabuhan tersebut diharapkan mampu menampung kapal tanker 50.000 DWT plus SPOB (*Self-Propelled Oil Barge*) 5.000 DWT, sehingga perlu dilakukan pengkajian terhadap kondisi perairan di kawasan untuk operasional kapal. Pekerjaan studi kelayakan teknis ini bertujuan untuk memperoleh hasil analisis teknis terkait perkiraan kebutuhan, penilaian kondisi lokasi, keselamatan pelayaran, kebutuhan sarana bantu navigasi, serta berapa biaya kasar yang diperlukan untuk pembangunan pelabuhan tersebut.

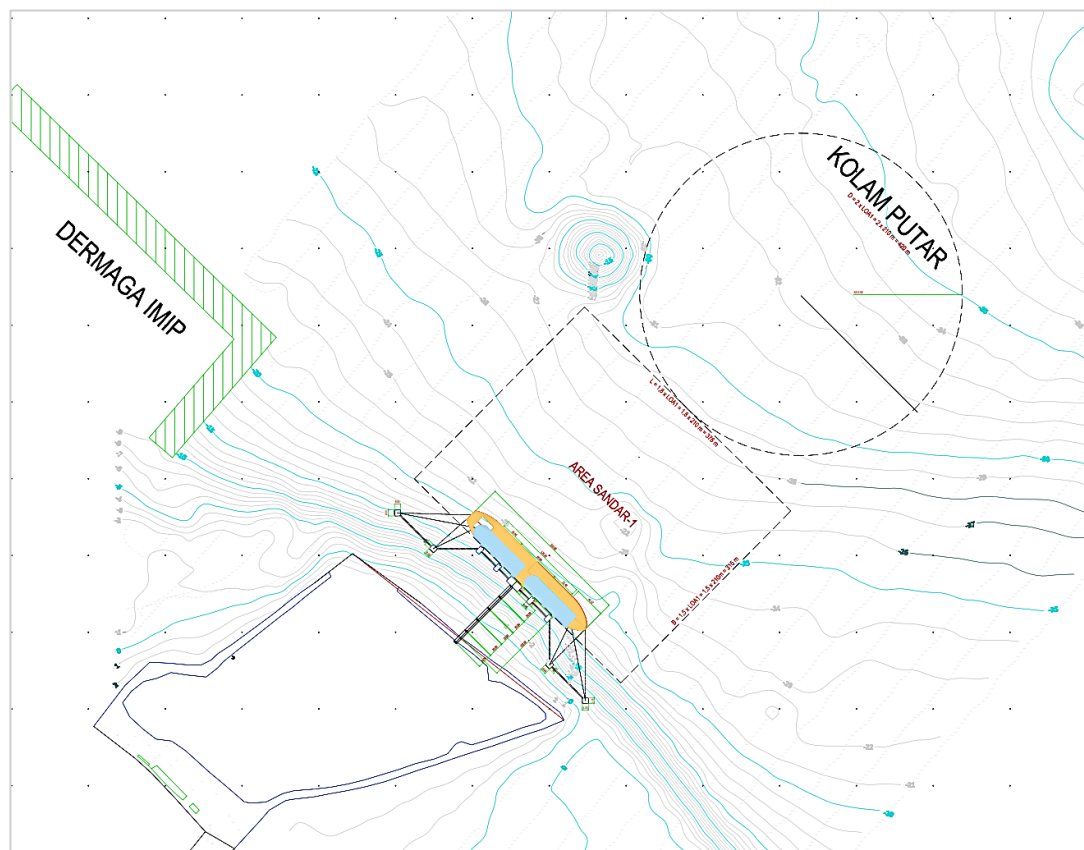
Telah dilakukan pertemuan antara Konsultan (PT Diagram Triproporsi) dan Klien (PT Dover Chemical) pada tanggal 16 Maret 2023 secara *hybrid* membahas tentang hasil survei dan alternatif desain konseptual. Alternatif desain konseptual yang telah dipaparkan ditampilkan pada Gambar 1.3 hingga Gambar 1.5 dengan uraian pada Tabel 1.1. Dari pertemuan tersebut disepakati bahwa alternatif 1 (lihat Gambar 1.3) diprioritaskan untuk analisis lebih lanjut.



Gambar 1.1 - Lokasi Kab. Morowali, Sulawesi Tengah



Gambar 1.2 - Lokasi Pekerjaan



Gambar 1.3 - Tata Letak Pelabuhan – Alternatif 1