

SURAT - TUGAS

Nomor: 217-D/1008/FT-UNTAR/II/2021

Dekan Fakultas Teknik Universitas Tarumanagara, dengan ini menugaskan kepada Saudara:

Ir. Sunarjo Leman, M.T.

Untuk melaksanakan **Pengabdian Kepada Masyarakat** dengan data sebagai berikut :

Nama Kegiatan : Pemeriksaan Desain Jetty Srengsem PT. Sinar Jaya Inti
Mulya Bandar Lampung, Lampung
Waktu Pelaksanaan : 1 Agustus 2020 – 30 November 2020
Peran : Senior Engineer
Mitra : PT. Diagram Triproporsi Engineering Consultant

Demikian Surat Tugas ini dibuat, untuk dilaksanakan dengan sebaik-baiknya dan melaporkan hasil penugasan tersebut kepada Dekan Fakultas Teknik Universitas Tarumanagara.

18 Februari 2021

Dekan



Harto Tanujaya, S.T., M.T., Ph.D.

Tembusan :

1. Kaprodi. Sarjana Teknik Sipil
2. Kasubag. Personalia

PROGRAM STUDI :

- Sarjana Arsitektur, Magister Arsitektur, Sarjana Perencanaan Wilayah dan Kota, Magister Perencanaan Wilayah dan Kota
- Sarjana Teknik Sipil, Magister Teknik Sipil, Doktor Teknik Sipil
- Sarjana Teknik Mesin, Sarjana Teknik Industri, Sarjana Teknik Elektro

Jl. Letjen. S. Parman No.1 - Jakarta 11440

P : (021) 5663124 - 5672548 - 5638335

MPWK : (021) 56967322, MTS : (021) 5655801 - 5655802, DTS : (021) 56967015 - 5645907

F : (021) 5663277, MTS : (021) 5655805, MPWK : (021) 5645956

E : ft@untar.ac.id

www.untar.ac.id



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. : 051/DTP/X/2020

Jakarta, 12 Oktober 2020

Kepada Yth,

Bapak Ir. Sunarjo Leman, M.T

di tempat

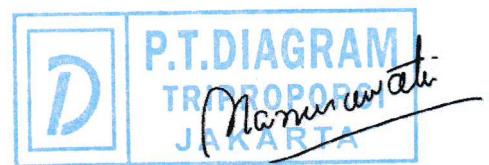
Perihal : Surat Penugasan Sebagai Senior Engineer

Dengan hormat,

Berdasarkan pembahasan melalui email dan telepon, dengan ini kami menunjuk Ir. Sunarjo Leman, M.T sebagai Senior Engineer yang bertugas memeriksa design Jetty Bandar Lampung. Pemberi Tugas adalah PT Sinar Jaya Inti Mulya. Waktu pelaksanaan dimulai pada 1 agustus 2020 sampai 30 november 2020.

Demikian kami sampaikan dan terima kasih atas perhatian dan Kerjasama Bapak

HORMAT KAMI,
PT DIAGRAM TRIPROPORSI



Ir. MM Nani Irawati
Direktur

LAPORAN AKHIR
PEMERIKSAAN DESIGN STRUKTURAL
PT. DIAGRAM TRIPROPORSI



PEMERIKSAAN DESAIN JETTY SRENGSEM
PT. SINAR JAYA INTI MULYA
BANDAR LAMPUNG, LAMPUNG

Ir. Sunarjo Leman, M.T.
NIDN: 0319106502

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS TARUMANAGARA
JAKARTA
2020

LAPORAN PELAKSANAAN PEMERIKSAAN DESAIN JETTY SRENGSEM PT. SINAR JAYA INTI MULYA BANDAR LAMPUNG, LAMPUNG PT. DIAGRAM TRIPROPORSI

Berikut kami sampaikan laporan pelaksanaan kegiatan berdasarkan surat permohonan PT. Diagram Triproporsi No. : 051/DTP/X/2020 tanggal 12 Oktober 2020, perihal Surat penugasan sebagai senior Engineer untuk memeriksa **Desain Jetty Srengsem PT. Sinar Jaya Inti Mulya Bandar Lampung, Lampung** dengan periode 1 Agustus 2020 sampai dengan 30 November 2020 telah selesai dilaksanakan.

Kegiatan ini merupakan salah satu bentuk pelaksanaan Pengabdian Kepada Masyarakat berdasarkan bidang keahlian yang dilakukan dosen sebagai salah satu bentuk pelaksanaan Tridharma Perguruan Tinggi. Penugasan dari PT. Diagram Triproporsi adalah bentuk nyata kepercayaan untuk pemanfaatan ilmu dan profesionalisme dosen khususnya program studi Teknik Sipil Universitas Tarumanagara. Karena hal tersebut maka PT. Diagram Triproporsi meminta Ir. Sunarjo Leman, MT. untuk dapat membantu memeriksa dan membimbing junior engineer yang ada dalam melaksanakan analisis dan sekaligus melakukan pemeriksaan pekerjaan design struktural Pekerjaan Detail Engineering tersebut.

Pekerjaan tersebut di atas sudah diselesaikan dengan sebaik-baiknya dan sudah dilampirkan cover laporan pekerjaan tersebut dalam laporan ini.

Demikian laporan pelaksanaan kegiatan yang ditugaskan oleh PT. Diagram Triproporsi disampaikan, atas perhatiannya diucapkan terima kasih.

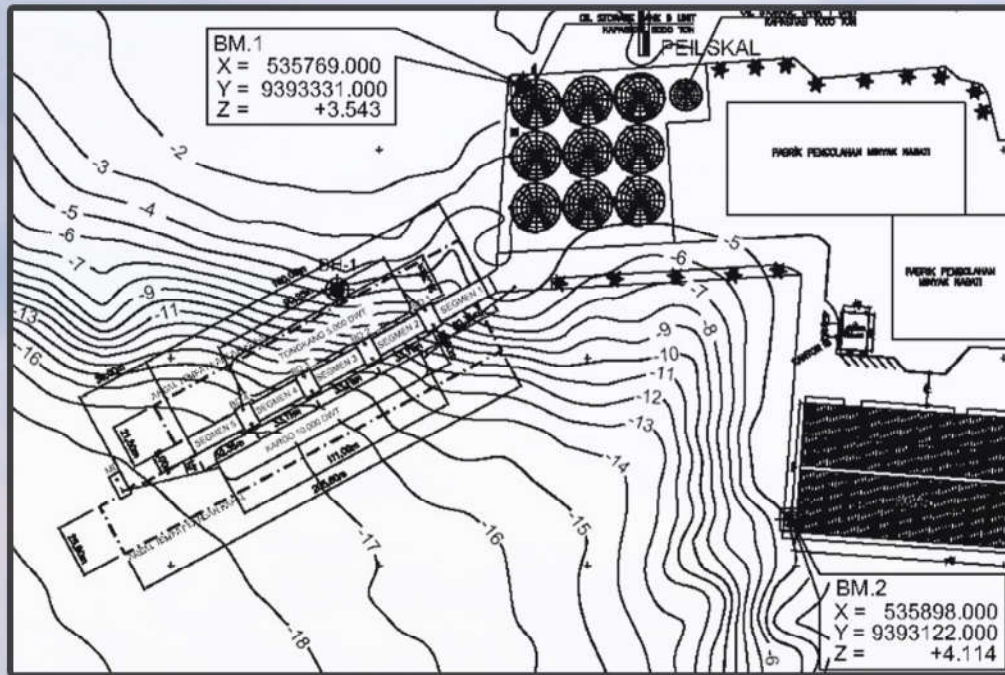
Jakarta, 30 Desember 2020



Ir. Sunarjo Leman, MT.

PT. SINAR JAYA INTI MULIA

SURVEI, INVESTIGASI, DAN DESAIN JETTY SRENGSEM, BANDAR LAMPUNG - LAMPUNG



**FINAL
LAPORAN DESAIN**

NOVEMBER 2020



PT DIAGRAM TRIPROPORSI Engineering Consultant

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

Phone. 021-4701356/57, 4720895, 4892042 Fax.021-4892874

Email. project@diagramtriproporsi.com Website. www.diagramtriproporsi.com

ISSUE FOR APPROVAL

Approval Document

Description	Name	Date
Prepared By	Devlin Teddy, S.T, M.T.; Febrita Rahmantia, S.T.	
Checked By	Jeffry Fendy S.T, M.T	
Approved By	Ir. Nani Setiawan	

Revision

Rev	Decription	PIC	Date
1	Mooring post detail added	JF	24/11/2020



KATA PENGANTAR

laporan Final desain ini disusun oleh Konsultan PT. Diagram Triproporsi (DTP) yang bertujuan untuk memfinalisasi seluruh Design Jetty Srengsem milik PT. Sinar Jaya Inti Mulya (SIM) di Bandar Lampung, Lampung, berdasarkan analisa yang telah dilakukan oleh DTP dalam laporan draft desain sebelumnya.

Laporan ini akan merangkum desain kriteria yang dipakai, beserta ringkasan hasil analisa yang telah dilakukan, dan akan merinci lebih detail mengenai penulangan sekaligus memberikan ilustrasi singkat mengenai hasil detailing tersebut.

Tidak lupa kami ucapkan terima kasih atas kerja sama dan bantuan yang diberikan oleh PT. Sinar Jaya inti Mulya selaku Pemberi Tugas dalam pelaksanaan pekerjaan ini.

Salam Hormat,

November 2020,
PT. Diagram Triproporsi

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI.....	ii
DAFTAR GAMBAR.....	v
DAFTAR TABEL	vii
BAB 1 PENDAHULUAN	1-1
1.1 Latar Belakang.....	1-1
1.2 Lokasi Proyek	1-1
1.3 Rencana Layout Dermaga	1-1
BAB 2 KRITERIA DESAIN	2-1
2.1 Data Bathimetri.....	2-1
2.2 Codes / References / Standards.....	2-1
2.3 Ukuran Kapal.....	2-1
2.4 Kondisi Pasang Surut dan Elevasi Lantai Dermaga	2-1
2.5 Properti Material.....	2-1
2.5.1 Tiang Pancang	2-1
2.5.2 Material Beton	2-1
2.5.3 Mutu tulangan	2-2
2.6 Data Tanah	2-2
2.7 Pembebanan	2-2
2.8 Kombinasi pembebanan	2-2
BAB 3 ANALISIS STRUKTUR JETTY	3-1
3.1 Umum	3-1
3.2 Pemodelan Struktur	3-2
3.3 Input pembebanan.....	3-3
3.3.1 Input Beban Mati (DL).....	3-3
3.3.2 Input Beban Mati Tambahan (SDL)	3-3
3.3.3 Input Beban Hidup (LL)	3-3
3.3.4 Input Beban Arus (C)	3-4
3.3.5 Beban gempa (EQ)	3-4
3.4 Hasil analisa struktur.....	3-5
3.4.1 Ragam Getar Struktur (Mode Shape).....	3-5
3.4.2 Defleksi.....	3-5
3.4.3 Hasil Rasio PMM tiang	3-6
3.4.4 Daya Dukung Tanah	3-8
3.5 Desain penulangan.....	3-8
3.5.1 Pengecekan <i>punching shear</i> pelat	3-8

3.5.2	Penulangan Kepala Tiang	3-11
3.5.3	Tulangan Balok.....	3-14
3.5.4	Tulangan Pelat.....	3-20
BAB 4	ANALISIS STRUKTUR BREASTING DOLPHIN.....	4-1
4.1	Umum	4-1
4.2	Pemodelan Struktur.....	4-1
4.3	Virtual Fixed Point.....	4-2
4.4	Input pembebanan.....	4-2
4.4.1	Beban Mati (DL)	4-2
4.4.2	Beban Mati Tambahan (SDL).....	4-2
4.4.3	Beban Hidup (LL)	4-3
4.4.4	Beban Arus (C).....	4-3
4.4.5	Beban Sandar Kapal / <i>Berthing Load</i> (BE)	4-4
4.4.6	Beban Tambat / <i>Mooring Load</i> (M)	4-5
4.4.7	Beban Gempa (EQ).....	4-5
4.5	Hasil Analisa struktur	4-6
4.5.1	Ragam Getar Struktur	4-6
4.5.2	Defleksi.....	4-7
4.5.3	Hasil Rasio PMM Tiang Pancang	4-7
4.5.4	Daya Dukung Tanah	4-9
4.6	Penulangan Struktur	4-10
4.6.1	Penulangan kepala tiang	4-10
4.6.2	Penulangan Pilecap breasting dolphin.....	4-11
BAB 5	ANALISIS STRUKTUR MOORING DOLPHIN	5-1
5.1	Umum	5-1
5.2	Pemodelan Struktur.....	5-2
5.3	Virtual Fixed Point.....	5-2
5.4	Input pembebanan.....	5-3
5.4.1	Input Beban Mati (DL).....	5-3
5.4.2	Input Beban Mati Tambahan (SDL)	5-3
5.4.3	Input Beban Hidup (LL)	5-4
5.4.4	Input Beban Arus (C)	5-4
5.4.5	Beban Mooring (M).....	5-4
5.4.6	Beban Gempa (EQ).....	5-5
5.5	Hasil analisa struktur.....	5-6
5.5.1	Ragam Getar Struktur (Mode Shape).....	5-6
5.5.2	Defleksi.....	5-7

5.5.3	Hasil Rasio PMM tiang Pancang	5-7
5.5.4	Daya Dukung Tanah	5-8
5.6	Penulangan Struktur	5-10
5.6.1	Penulangan kepala tiang	5-10
5.6.2	Penulangan pelat/pilecap Mooring Dolphin	5-10
LAMPIRAN		L-1

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Lokasi Pekerjaan.....	1-1
Gambar 1.2 Layout dan Orientasi Dermaga	1-2
Gambar 1.3 Dimensi Rencana Struktur Dermaga	1-2
Gambar 3.1 Posisi struktur jetty yang dianalisa.....	3-1
Gambar 3.2 Tampak atas struktur Jetty (segmen 1).....	3-1
Gambar 3.3 Tampak Samping struktur jetty (segmen 1).....	3-1
Gambar 3.4 Tampak Samping struktur jetty (segmen 5).....	3-2
Gambar 3.5 Beban Mati Tambahan Berat Pile Cap (unit :tonf)	3-3
Gambar 3.6 Beban Hidup Area Pada Lantai Jetty (3 Ton/m ²).....	3-3
Gambar 3.7 Beban Arus : (a) segmen 1 (22.91 kg/m'); (b) segmen 5 (26.2 kg/m')	3-4
Gambar 3.8 Kapasitas Rasio Pada Tiang Pancang Baja Jetty 1	3-6
Gambar 3.9 Kapasitas Rasio Pada Tiang Pancang Baja jetty 5.....	3-7
Gambar 3.10 Beban truk (kapasitas 30 ton)	3-8
Gambar 3.11 Pembagian lebar tapak roda truck yang kontak dengan permukaan slab (sumber: SNI 1725-2016).....	3-8
Gambar 3.12 Beban Excavator PC200	3-9
Gambar 3.13 Beban Wheel loader.....	3-10
Gambar 3.14 Beban mobile crane	3-11
Gambar 3.15 Detail penulangan kepala tiang 812 dan pilecap jetty.....	3-12
Gambar 3.16 Detail potongan penulangan kepala tiang 812 jetty.....	3-13
Gambar 3.17 Detail penulangan kepala tiang 711 dan pilecap jetty.....	3-13
Gambar 3.18 Detail penulangan kepala tiang jetty	3-14
Gambar 3.19 Denah typical balok struktur jetty.....	3-14
Gambar 3.20 Detail gambar penulangan balok Jetty Sinar Jaya.....	3-20
Gambar 3.21 Denah penulangan pelat jetty.....	3-21
Gambar 3.22 Detail penulangan pelat Jetty	3-21
Gambar 4.1 Posisi struktur breasting dolphin yang dianalisa.....	4-1
Gambar 4.2 Tampak samping struktur breasting dolphin	4-1
Gambar 4.3 Tampak atas dan depan struktur breasting dolphin	4-2
Gambar 4.4 Bebat mati tambahan (a) Berat Fender (Unit: ton); (b) Berat Bollard (Unit: ton)	4-3
Gambar 4.5 Beban Hidup (LL) pada Pelat (3 ton/m ²)	4-3
Gambar 4.6 Beban Arus (Unit: kg/m).....	4-4
Gambar 4.7 (a)Beban Sandar Kapal breasting dolphin; (b) beban mooring breasting dolphin (Unit: ton.m).....	4-4
Gambar 4.8 Kapasitas Rasio pada Tiang Pancang Baja (Max = 0.918).....	4-6
Gambar 4.9 Detail penulangan kepala tiang 812 dan pilecap breasting dolphin	4-7
Gambar 4.10Detail potongan penulangan kepala tiang 812 breasting dolphin.....	4-8
Gambar 4.11 Denah penulangan pilecap breasting dolphin	4-9
Gambar 4.12 Detail penulangan pelat/pilecap breasting dolphin.....	4-9
Gambar 5.1 Posisi struktur mooring dolphin.....	5-1
Gambar 5.2 Tampak samping struktur mooring dolphin.....	5-1
Gambar 5.3 Tampak atas struktur mooring dolphin	5-1
Gambar 5.4 Pemodelan Mooring dolphin	5-2
Gambar 5.5 Beban Mati Tambahan Berat Bollard (unit: tonf)	5-3
Gambar 5.6 Beban Hidup Area Pada Lantai Mooring Dolphiin (750 Kg/m ²)	5-3
Gambar 5.7 Beban Arus (unit:kg/m').....	5-4
Gambar 5.8 Beban mooring pada struktur mooring dolphin : (a) Simulasi 1; (b) Simulasi 2	5-4
Gambar 5.9 Kapasitas rasio tiang pancang mooring dolphin	5-6

Gambar 5.10 Detail penulangan kepala tiang 812 dan pilecap mooring dolphin	5-7
Gambar 5.11 Detail potongan penulangan kepala tiang 812 mooring dolphin	5-7
Gambar 5.12 Denah penulangan pilecap mooring dolphin.....	5-8
Gambar 5.13 Detail penulangan pelat/pilecap mooring dolphin	5-8
Gambar 5.14 Data Tanah Tangki CPO PT.SIM.....	5-9
Gambar 5.15 Ilustrasi beban pada mooring post darat.....	5-10
Gambar 5.16 Konsep perhitungan desain pondasi terhadap gaya horizontal	5-10
Gambar 5.17 Detail mooring post darat.....	5-11

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Ringkasan rencana pembebanan	2-2
Tabel 2.2 Kombinasi LRFD Berdasarkan UFC 4-152-01	2-2
Tabel 2.3 Kombinasi ASD berdasarkan UFC 4-152-01	2-3
Tabel 3.1 Summary model struktur jetty	3-2
Tabel 3.2 Gaya Geser Dasar Gempa Struktur Jetty 1	3-4
Tabel 3.3 Gaya Geser Dasar Gempa Struktur Jetty 5	3-4
Tabel 3.4 Defleksi jetty 1 yang Terjadi saat Gempa	3-5
Tabel 3.5 Defleksi jetty 5 yang Terjadi Akibat Gempa	3-6
Tabel 3.6 Daftar Ratio tiang model struktur jetty -1	3-6
Tabel 3.7 Daftar Ratio tiang model struktur jetty -5	3-7
Tabel 3.8 Summary kebutuhan pemancangan tiang struktur Jetty	3-8
Tabel 3.9 Analisa punching shear beban truck + excavator terhadap slab jetty	3-9
Tabel 3.10 Analisa punching shear wheel loader terhadap slab jetty	3-10
Tabel 3.11 Analisa punching shear Mobile crane terhadap slab jetty	3-11
Tabel 3.12 Perhitungan Penulangan kepala tiang Ø 813 Jetty	3-12
Tabel 3.13 Perhitungan Penulangan kepala tiang Ø 711 Jetty	3-13
Tabel 3.14 Gaya Dalam Balok jetty-1 Pada Posisi Tumpuan	3-14
Tabel 3.15 Gaya Dalam Balok jetty-1 Pada Posisi Lapangan	3-15
Tabel 3.16 Penulangan Balok jetty-1	3-15
Tabel 3.17 Gaya Dalam Balok jetty-5 Pada Posisi Tumpuan	3-17
Tabel 3.18 Gaya Dalam Balok jetty-5 Pada Posisi Lapangan	3-17
Tabel 3.19 Penulangan Balok jetty-5	3-17
Tabel 3.20 Summary penulangan balok struktur Jetty	3-19
Tabel 3.21 Penulangan Pelat jetty	3-20
Tabel 4.1 Summary model struktur breasting dolphin	4-2
Tabel 4.2 Gaya Geser Dasar Gempa Struktur breasting dolphin	4-5
Tabel 4.3 Daftar ragam getar model struktur breasting dolphin	4-5
Tabel 4.4 Defleksi Lateral saat Beban Layan	4-5
Tabel 4.5 Daftar Ratio tiang model struktur breasting dolphin	4-6
Tabel 4.6 Summary kebutuhan pemancangan tiang struktur breasting dolphin	4-6
Tabel 4.7 Perhitungan Penulangan kepala tiang Ø 813 breasting dolphin	4-7
Tabel 4.8 Gaya dalam pelat/pilecap breasting dolphin	4-8
Tabel 4.9 Penulangan Pelat/pilecap breasting dolphin	4-8
Tabel 5.1 Pengecekan Gaya Geser Dasar Gempa Struktur Mooring Dolphin	5-5
Tabel 5.2 Daftar ragam getar model struktur mooring dolphin	5-5
Tabel 5.3 Defleksi yang Terjadi Saat Beban Layan	5-5
Tabel 5.4 Daftar Ratio tiang model struktur mooring dolphin	5-6
Tabel 5.5 Summary kebutuhan pemancangan tiang struktur mooring dolphin	5-6
Tabel 5.6 Perhitungan Penulangan kepala tiang Ø 813 mooring dolphin	5-7
Tabel 5.7 Gaya dalam pelat/pilecap mooring dolphin	5-8
Tabel 5.8 Perhitungan penulangan pelat/pilecap mooring dolphin sinar Jaya	5-8
Tabel 5.9 Ringkasan desain mooring post darat	5-9
Tabel 5.10 Perhitungan keseimbangan pondasi terhadap gaya geser akibat tarikan kapal	5-11

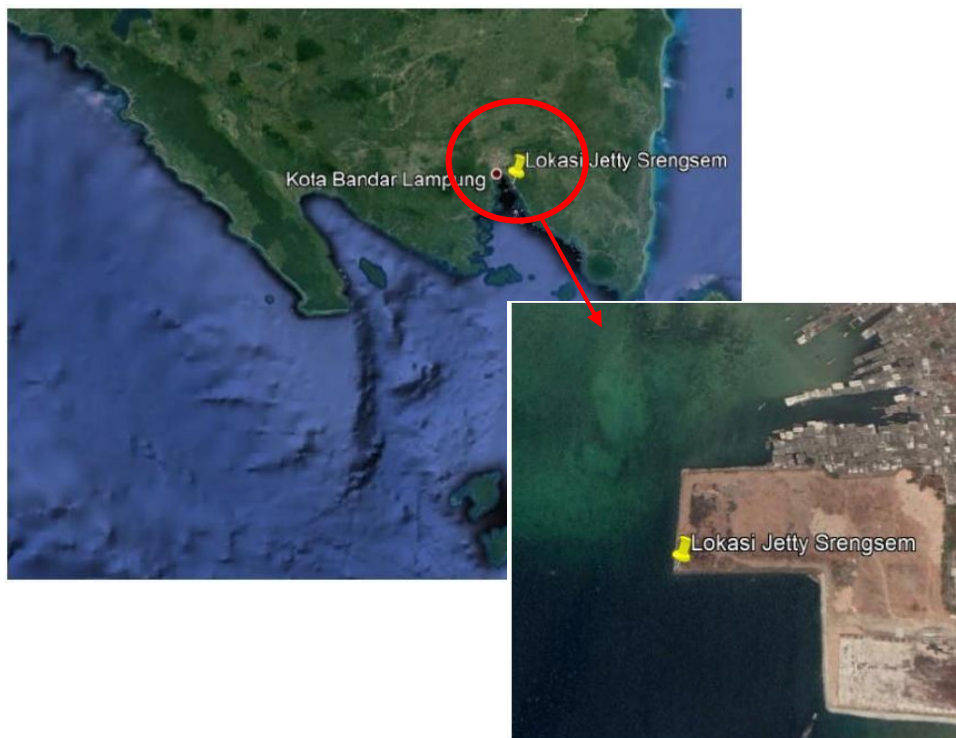
BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

PT Sinar Jaya Inti Mulya (SIM) akan membangun dermaga *multi-purpose* yang berlokasi di Srengsem, Kota Bandar Lampung. Dermaga akan dilewati truk dan akan disandari oleh *self-propelled oil barge* yang akan men-*support* pabrik pengolahan kelapa sawit di Bandar Lampung.

1.2 Lokasi Proyek

Lokasi pekerjaan Survey, Investigasi, dan Desain Jetty Srengsem terletak di Kota Bandar Lampung, tepatnya pada koordinat 5°29'21.62"S dan 105°19'22.26"E. Lokasi dapat dilihat pada Gambar 1.1

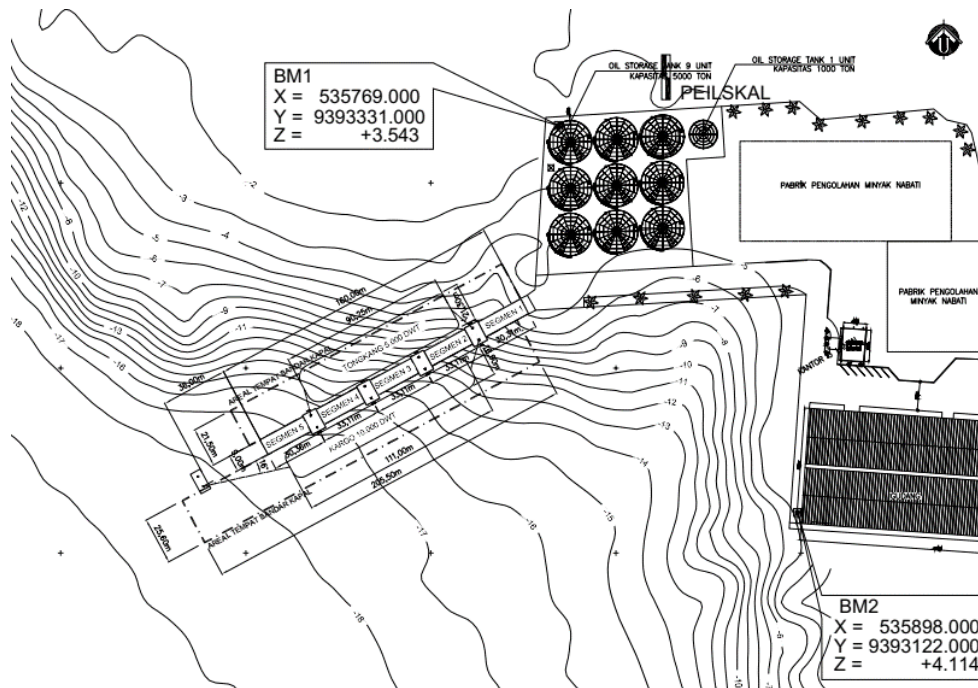


Gambar 1.1 Lokasi Pekerjaan

1.3 Rencana Layout Dermaga

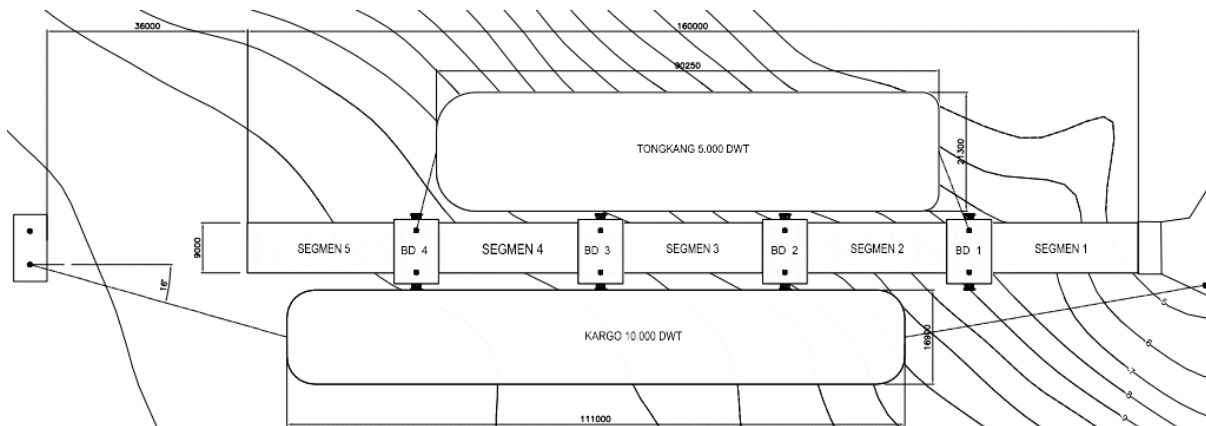
Dermaga Srengsem PT Sinar Jaya Inti Mulya direncanakan dapat mengakomodir Kapal Kargo berkapasitas 10000 DWT sebanyak satu buah, serta Kapal Tongkang berkapasitas 5000 DWT. Kapal kargo hanya dapat ditampung pada sisi Selatan dermaga, sementara untuk tongkang dapat diakomodir pada ke-2 sisi dermaga.

Dimensi total dermaga rencana adalah sebesar 160 m × 9 m sesuai dengan ketentuan yang dijelaskan dalam "BERITA ACARA PENINJAUAN DAN EVALUASI TUKS PT. SIM". Dermaga direncanakan terdiri dari 5 segmen jetty, 4 breasting dolphin, dan 1 mooring dolphin.



Gambar 1.2 Layout dan Orientasi Dermaga

Masing-masing segmen Jetty akan diapit oleh struktur Breasting Dolphin serta direncanakan struktur Mooring Dolphin yang berjarak sejauh 36 m dari dermaga untuk menambat Kapal Kargo 10000 DWT yang berlabuh pada Dermaga Srengsem.



Gambar 1.3 Dimensi Rencana Struktur Dermaga

Sehingga secara keseluruhan jetty Srengsem terdiri dari:

- 5 unit struktur jetty,
- 1 unit mooring dolphin dan
- 4 unit breasting dolphin

BAB 2 KRITERIA DESAIN

2.1 Data Bathimetri

Kedalaman laut pada area rencana dermaga berada pada kedalaman -18 m hingga -6 m.

2.2 Codes / References / Standards

Standard peraturan yang digunakan dalam perencanaan ini antara lain:

- Tata Cara Perencanaan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung dan Non Gedung. SNI 03-2847- 2013.
- Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Bangunan Gedung. SNI 03-1726-2012.
- Spesifikasi untuk Bangunan Gedung Baja Struktural. SNI 1729-2015.
- UFC 4-152-01. Unified Facilities Criteria (UFC) Design: Piers and Wharves.
- Katalog Aksesoris Dermaga (Bollard, Fender).
- PIANC. Guidelines for The Design of Fender Systems, 2002 dan 2014.
- OCDI. Technical Standard and Commentaries for Port and Harbor Facilities in Japan, 2002 dan 2009.

2.3 Ukuran Kapal

Kapal yang dipergunakan dalam desain adalah :

Tongkang 5000 DWT:

- LoA = 90.25 m
- B = 21.3 m
- draft = 4.5 m

Cargo 10000 DWT

- LoA = 137 m
- Lpp = 129 m
- B = 20.5 m
- draft = 8.3 m

2.4 Kondisi Pasang Surut dan Elevasi Lantai Dermaga

Nilai tunggang pasang surut di perairan rencana Dermaga Srengsem, Bandar Lampung milik PT Sinar Jaya Inti Mulya adalah 1.457 m LWS. Dengan mengambil tinggi jagaan aman sesuai dengan standar OCDI, nilai elevasi lantai dermaga yang digunakan adalah **3.5 m LWS**.

2.5 Properti Material

2.5.1 Tiang Pancang

Properti dari tiang pancang baja ASTM A252 Grade 2 adalah sebagai berikut:

- Kuat leleh (F_y) = 240 MPa
- Kuat putus (F_u) = 410 MPa
- Modulus Elastisitas (E) = 200000 MPa

2.5.2 Material Beton

Mutu beton struktur direncanakan dengan mutu 36 MPa.

- Kuat tekan (F_c) = 36 MPa
- Modulus Elastisitas (E) = $4700 \sqrt{36} = 28200$ MPa

2.5.3 Mutu tulangan

Mutu baja tulangan dipakai BJTD 40.

- Kuat leleh (F_y) = 400 MPa
- Modulus Elastisitas (E) = 200000 MPa

2.6 Data Tanah

Pada lapisan awal terdapat 5 meter lapisan pasir kasar dengan kembang karang dengan SPT berkisar 10. Selanjutnya terdapat 15 meter lapisan lempung tanah sangat lunak (SPT 2 ~ 3), diikuti ndegan 8 meter lapisan lempung sedang (SPT 5~6)m dan pada lapisan akhir merupakan lempung kaku (SPT 10~ 17). Pemancangan tiang pancang disarankan mencapai pada lapisan ini.

2.7 Pembebanan

Pembebanan yang dipergunakan dalam perencana desain ini adalah sebagai berikut:

Tabel 2.1 Ringkasan rencana pembebanan

No	Beban	Kode	Besaran	Keterangan
1	Mati	DL	-	Dihitung otomatis oleh program
2	Mati tambahan	SDL		
3	Hidup	LL	3 ton/m ³	Beban terbagi rata
4	Truk	T	3.6 ton/roda	Pengecekan <i>punching shear</i>
5	Excavator		17.8 ton	Pengecekan <i>punching shear</i>
6	Wheel Loader		17.8 ton	Pengecekan <i>punching shear</i>
7	Mobile crane		33 ton	Pengecekan <i>punching shear</i>
8	Arus	C	Ø 812 : 26.15 kg/m' Ø 711 : 22.9 kg/m'	Kecepatan arus 0,2 m/detik
9	Gempa	EQ	I = 1 R = 3 Sds = 0.605; Sd1 = 0.587	Berdasarkan peta gempa 2017
10	Berthing	BE	RF1 : 33.5 ton RF2 : 41.2 ton	Untuk tongkang 5000 DWT Untuk cargo 10000 DWT
11	Mooring	M	M1 : 35 ton M2 : 50 ton	Untuk tongkang 5000 DWT Untuk cargo 10000 DWT

2.8 Kombinasi pembebanan

Kombinasi pembebanan struktur yang akan digunakan dalam pekerjaan perencanaan dan desain dapat dilihat pada Tabel 2.2 dan Tabel 2.3 berikut:

Tabel 2.2 Kombinasi LRFD Berdasarkan UFC 4-152-01

LOAD COMBINATION	DL	SDL	LL	C	Be	M	Eqx	Eqy
Comb 1	1.4	1.4						
Comb 2	1.2	1.2	1.6					
Comb 3	1.2	1.2		1.2				
Comb 4	1.2	1.2	1.6	1.2				
Comb 5A	1.0+k	1.0+k	0.1				1.3	0.39
Comb 5B	1.0+k	1.0+k	0.1				-1.3	0.39
Comb 5C	1.0+k	1.0+k	0.1				1.3	-0.39
Comb 5D	1.0+k	1.0+k	0.1				-1.3	-0.39
Comb 5E	1.0+k	1.0+k	0.1				0.39	1.3
Comb 5F	1.0+k	1.0+k	0.1				0.39	-1.3

Comb 5G	1.0+k	1.0+k	0.1				-0.39	1.3
Comb 5H	1.0+k	1.0+k	0.1				-0.39	-1.3
Comb 6A	1.0-k	1.0-k	0.1				1.3	0.39
Comb 6B	1.0-k	1.0-k	0.1				-1.3	0.39
Comb 6C	1.0-k	1.0-k	0.1				1.3	-0.39
Comb 6D	1.0-k	1.0-k	0.1				-1.3	-0.39
Comb 6E	1.0-k	1.0-k	0.1				0.39	1.3
Comb 6F	1.0-k	1.0-k	0.1				0.39	-1.3
Comb 6G	1.0-k	1.0-k	0.1				-0.39	1.3
Comb 6H	1.0-k	1.0-k	0.1				-0.39	-1.3
Comb B1	1.2	1.2	1.6	1.2	1			
Comb B2	1.2	1.2	1	1.2	1			
Comb M1	1.2	1.2	1.6	1.2		1.6		
Comb M2	1.2	1.2	1	1.2		1.6		
Comb M3	0.9	0.9		0.9		1.6		

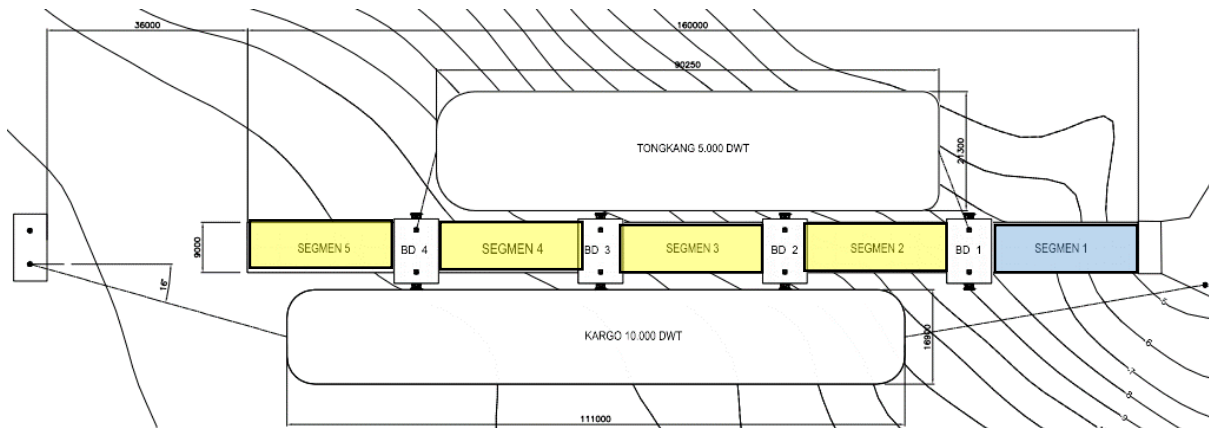
Tabel 2.3 Kombinasi ASD berdasarkan UFC 4-152-01

LOAD COMBINATION	DL	SDL	LL	C	Be	M	Eqx	Eqy
Service 1	1	1						
Service 2	1	1	1					
Service 3	1	1		1				
Service 4	1	1	1	1				
Service 5A	1.0+k	1.0+k	0.1				1	0.3
Service 5B	1.0+k	1.0+k	0.1				-1	0.3
Service 5C	1.0+k	1.0+k	0.1				1	-0.3
Service 5D	1.0+k	1.0+k	0.1				-1	-0.3
Service 5E	1.0+k	1.0+k	0.1				0.3	1
Service 5F	1.0+k	1.0+k	0.1				0.3	-1
Service 5G	1.0+k	1.0+k	0.1				-0.3	1
Service 5H	1.0+k	1.0+k	0.1				-0.3	-1
Service 6A	1.0-k	1.0-k					1	0.3
Service 6B	1.0-k	1.0-k					-1	0.3
Service 6C	1.0-k	1.0-k					1.3	-0.3
Service 6D	1.0-k	1.0-k					-1	-0.3
Service 6E	1.0-k	1.0-k					0.3	1
Service 6F	1.0-k	1.0-k					0.3	-1
Service 6G	1.0-k	1.0-k					-0.3	1
Service 6H	1.0-k	1.0-k					-0.3	-1
Service 7	1	1	0.75	1.2				
Service 8	1	1	1	1	1			
Service 9	1	1	1	1		1		

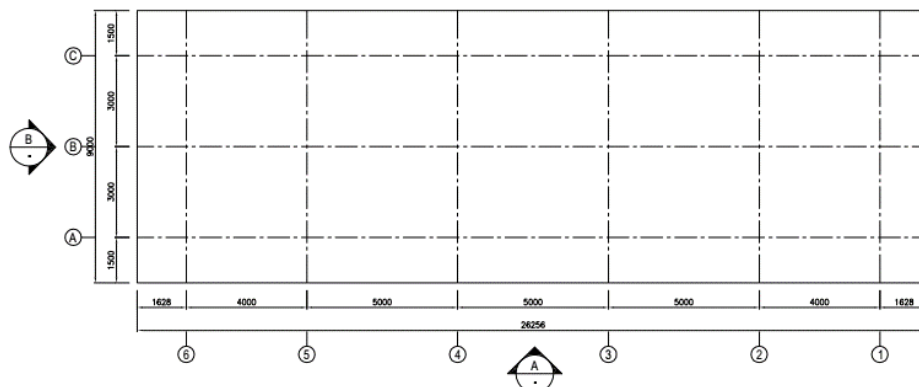
BAB 3 ANALISIS STRUKTUR JETTY

3.1 Umum

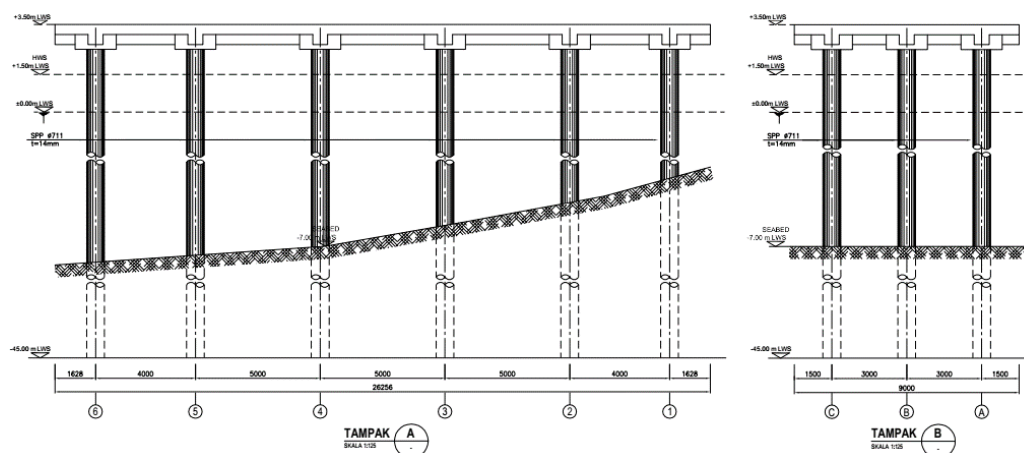
Struktur jetty akan dianalisa terhadap 2 segmen, yaitu segmen 5 yang berada pada kondisi paling dalam, yang juga akan merepresentasikan segmen 2 hingga 4. dan segmen 1 yang berada paling dekat dengan sisi darat.



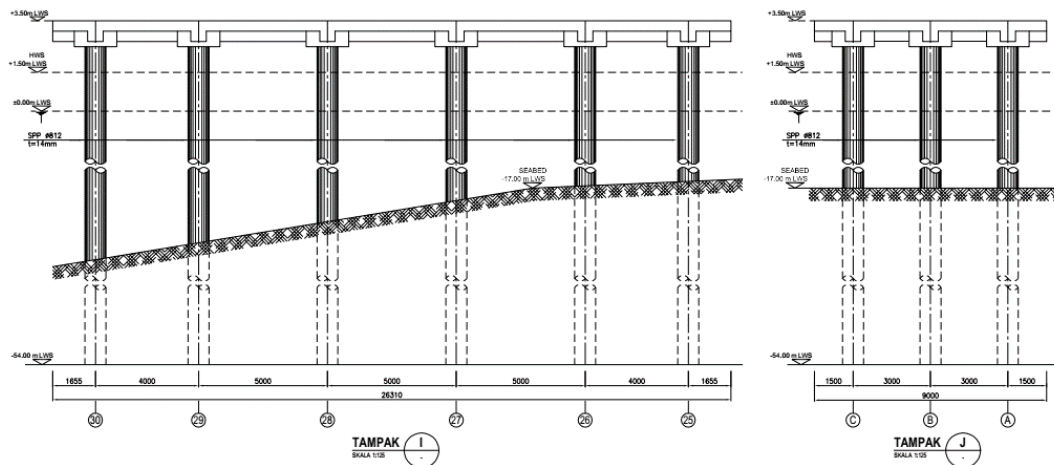
Gambar 3.1 Posisi struktur jetty yang dianalisa



Gambar 3.2 Tampak atas struktur Jetty (segmen 1)



Gambar 3.3 Tampak Samping struktur jetty (segmen 1)



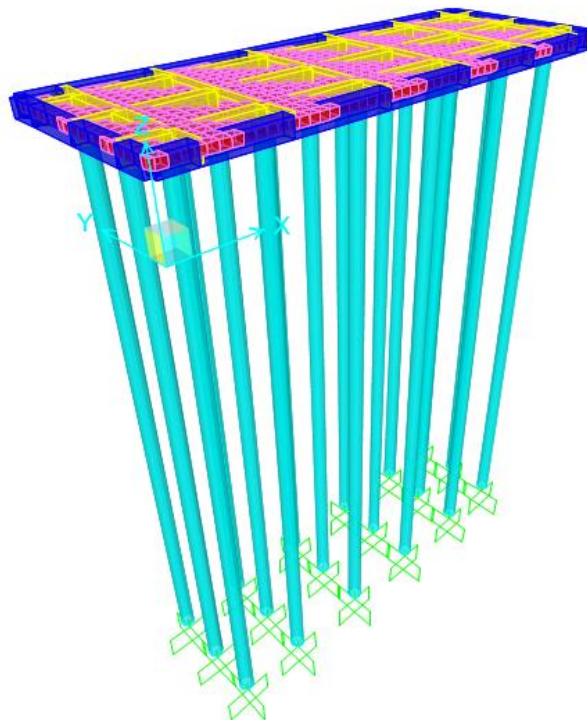
Gambar 3.4 Tampak Samping struktur jetty (segmen 5)

3.2 Pemodelan Struktur

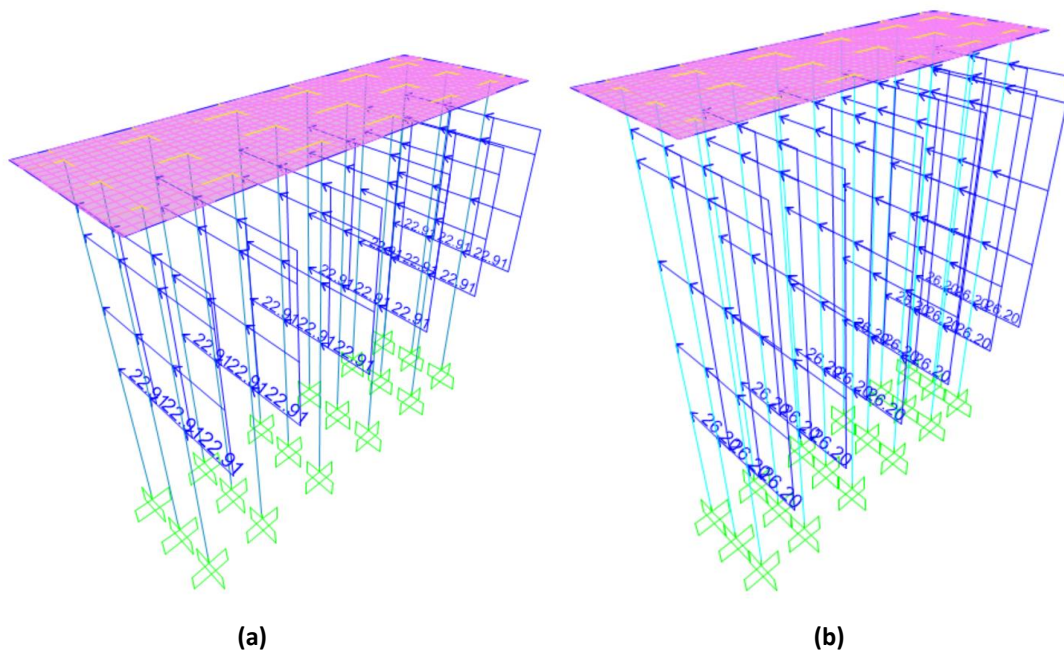
Struktur Jetty dimodelkan dengan bantuan program analisa struktur 3D, dimana elemen tiang dan balok dimodelkan sebagai elemen garis, dan elemen pelat dimodelkan sebagai elemen shell. Tabel 3.1 menunjukkan ringkasan mengenai modelisasi struktur jetty yang dilakukan.

Tabel 3.1 Summary model struktur jetty

Model	Diameter tiang	Dimensi (m)	Tebal slab (m)	Panjang tiang model (m)
Jetty-1	SPP 711-14	25 × 9	0.4	22
Jetty-5	SPP 812-14	26.3 × 9	0.4	31



Gambar 3.5 Pemodelan Jetty 3D (tipikal)



Gambar 3.7 Beban Arus : (a) segmen 1 (22.91 kg/m'); (b) segmen 5 (26.2 kg/m')

3.3.5 Beban gempa (EQ)

Sumber massa struktur yang digunakan dalam perhitungan beban gempa struktur mempergunakan 100 % beban mati dan 10 % beban hidup struktur. Besar gaya dasar gempa yang bekerja pada model struktur jetty dari input respons spektrum struktur pada program analisa struktur dapat dilihat pada Tabel 3.2 dan Tabel 3.3

Gaya geser dasar ini spektrum sudah melampaui 85% gaya geser statik ekuivalen sehingga gaya gempa yang diaplikasikan pada model sudah memenuhi syarat SNI 1726- 2012.

Tabel 3.2 Gaya Geser Dasar Gempa Struktur Jetty 1

OutputCase	CaseType	GlobalFX	GlobalFY	v1x	v1y
Text	Text	Tonf	Tonf	Tonf	Tonf
EQX	LinRespSpec	89.21	6.05E-06	104.8676	
EQY	LinRespSpec	6.095E-06	89.1661		104.867591

Tabel 3.3 Gaya Geser Dasar Gempa Struktur Jetty 5

OutputCase	CaseType	GlobalFX	GlobalFY	v1x	v1y
Text	Text	Tonf	Tonf	Tonf	Tonf
EQX	LinRespSpec	70.8811	1.11E-08	83.3367	
EQY	LinRespSpec	1.154E-08	70.8987		83.33670407

3.4 Hasil analisa struktur

3.4.1 Ragam Getar Struktur (Mode Shape)

Tabel 3.4 Daftar ragam getar model struktur jetty -1

OutputCase	StepType	StepNum	Period	UX	UY
Text	Text	Unitless	Sec	Unitless	Unitless
MODAL	Mode	1	1.862095	2.614E-13	1
MODAL	Mode	2	1.845745	1	2.711E-13
MODAL	Mode	3	1.477457	1.151E-09	9.894E-09

MODAL	Mode	4	0.074562	1.743E-13	1.41E-09
MODAL	Mode	5	0.0745	1.327E-12	0.0000447
MODAL	Mode	6	0.069899	3.074E-08	1.453E-14
MODAL	Mode	7	0.068439	3.124E-11	2.042E-13
MODAL	Mode	8	0.065865	1.563E-10	8.51E-12
MODAL	Mode	9	0.06383	0.00001099	9.099E-11
MODAL	Mode	10	0.061996	2.49E-10	0.00000431
MODAL	Mode	11	0.054038	1.441E-12	2.917E-12
MODAL	Mode	12	0.053714	3.35E-12	6.996E-12
SUM				1.000011	1.000049

Tabel 3.5 Daftar ragam getar model struktur jetty -5

OutputCase	StepType	StepNum	Period	UX	UY
Text	Text	Unitless	Sec	Unitless	Unitless
MODAL	Mode	1	2.611836	9.158E-19	1
MODAL	Mode	2	2.580973	1	9.158E-19
MODAL	Mode	3	1.812685	0	0
MODAL	Mode	4	0.083887	0	0
MODAL	Mode	5	0.083228	0	0.0000377
MODAL	Mode	6	0.078359	1.587E-07	0
MODAL	Mode	7	0.076373	0	0
MODAL	Mode	8	0.074743	0	0
MODAL	Mode	9	0.071411	0.000008645	0
MODAL	Mode	10	0.068421	0	0.000002488
MODAL	Mode	11	0.057972	0	0
MODAL	Mode	12	0.057777	0	0
SUM				1.0000088	1.0000402

Total partisipasi modal dari struktur Jetty-1 dan Jetty-5 telah mencapai 100%, dengan arah dominan mode shape 1 adalah pergerakan translasi ke arah sumbu Y.

3.4.2 Defleksi

Defleksi yang ditampilkan pada laporan ini adalah pada saat gempa dikarenakan defleksi yang dihasilkan akibat beban layan sangat kecil sekali. Hasil analisis memberikan nilai defleksi lateral sebagai berikut :

(a) Jetty 1

Tabel 3.4 Defleksi jetty 1 yang Terjadi saat Gempa

Joint	OutputCase	CaseType	U1	U2	Resultan	Batas Defleksi
Text	Text	Text	cm	cm	cm	0.02*H
41	SERVICE6A	Combination	-15.4723	-4.72187	16.17675	44 cm
41	SERVICE5A	Combination	15.47233	4.721935	16.17683	44 cm
73	SERVICE5E	Combination	-4.6414	f	16.41063	44 cm
73	SERVICE6E	Combination	4.641425	15.74059	16.41064	44 cm

Defleksi terbesar yang terjadi pada struktur Jetty 1 adalah **16.41 cm**. Nilai tersebut tidak melebihi dari batas nilai defleksi 44 cm. Dengan demikian disimpulkan bahwa tiang steel pipe pile cukup kaku dalam menerima beban gempa struktur dermaga.

(b) Jetty 5

Tabel 3.5 Defleksi jetty 5 yang Terjadi Akibat Gempa

Joint	OutputCase	CaseType	U1	U2	Resultan	Batas Defleksi
Text	Text	Text	cm	cm	cm	0.02*H
44	SERVICE5A	Combination	-22.9234	-7.04416	23.98132	62 cm
41	SERVICE5A	Combination	22.92343	7.044162	23.98132	62 cm
703	SERVICE5E	Combination	-6.87699	-23.4812	24.46753	62 cm
645	SERVICE5E	Combination	6.876991	23.48121	24.46753	62 cm

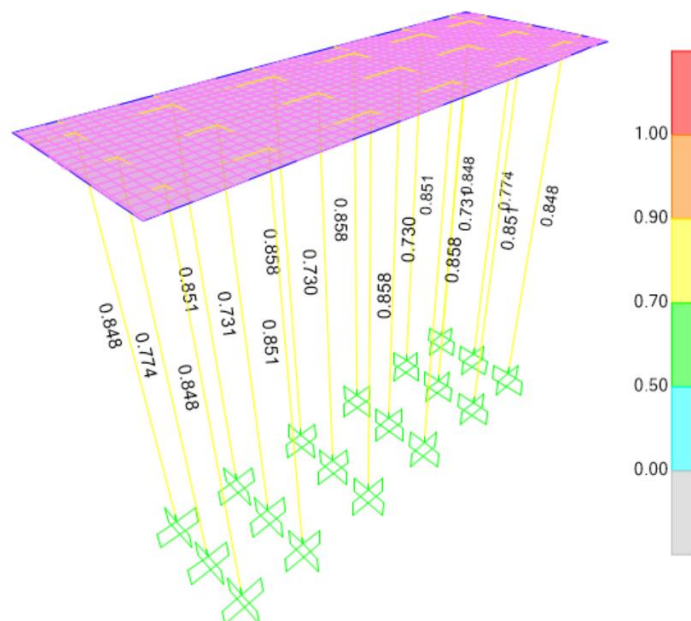
Defleksi terbesar yang terjadi pada struktur Jetty 5 adalah **23.47 cm**. Nilai tersebut tidak melebihi dari batas nilai defleksi 62 cm. Dengan demikian disimpulkan bahwa tiang steel pipe pile cukup kaku dalam menerima beban gempa struktur dermaga.

3.4.3 Hasil Rasio PMM tiang

Kekuatan struktur tiang dilihat dari tiang pancang yang menopang. Apabila rasio (PMM) tiang pancang lebih dari 1.00 maka tiang pancang tersebut mengalami overstressed atau melebihi kapasitas kekuatannya

(a) Jetty 1

Nilai rasio tertinggi tiang model jetty-1 pada Gambar 3.8 adalah **0.858** (<1.00) sehingga, tiang dari struktur mampu untuk menahan gaya-gaya yang direncanakan.



Gambar 3.8 Kapasitas Rasio Pada Tiang Pancang Baja Jetty 1

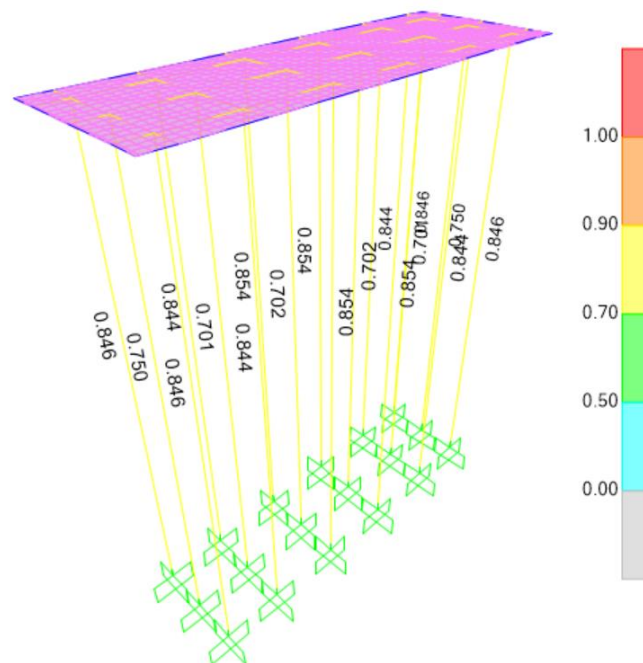
Tabel 3.6 Daftar Ratio tiang model struktur jetty -1

Frame	DesignSect	DesignType	Status	Combo	TotalRatio
Text	Text	Text	Text	Text	Unitless
1	STEEL 812 t14	Column	No Messages	COMB5E	0.845802
3	STEEL 812 t14	Column	No Messages	COMB5E	0.844113
5	STEEL 812 t14	Column	No Messages	COMB5E	0.853672
7	STEEL 812 t14	Column	No Messages	COMB5E	0.853672
13	STEEL 812 t14	Column	No Messages	COMB5E	0.844113
15	STEEL 812 t14	Column	No Messages	COMB5E	0.845802

17	STEEL 812 t14	Column	No Messages	COMB5A	0.75047
19	STEEL 812 t14	Column	No Messages	COMB5A	0.700979
21	STEEL 812 t14	Column	No Messages	COMB5A	0.701792
23	STEEL 812 t14	Column	No Messages	COMB5A	0.701792
25	STEEL 812 t14	Column	No Messages	COMB5A	0.700979
27	STEEL 812 t14	Column	No Messages	COMB5A	0.75047
29	STEEL 812 t14	Column	No Messages	COMB5E	0.845802
31	STEEL 812 t14	Column	No Messages	COMB5E	0.844113
71	STEEL 812 t14	Column	No Messages	COMB5E	0.853672
73	STEEL 812 t14	Column	No Messages	COMB5E	0.853672
79	STEEL 812 t14	Column	No Messages	COMB5E	0.844113
102	STEEL 812 t14	Column	No Messages	COMB5E	0.845802

(b) Jetty 5

Nilai rasio tertinggi tiang model jetty-1 pada Gambar 3.9 adalah **0.853** (<1.00) sehingga, tiang dari struktur mampu untuk menahan gaya-gaya yang direncanakan.



Gambar 3.9 Kapasitas Rasio Pada Tiang Pancang Baja jetty 5

Tabel 3.7 Daftar Ratio tiang model struktur jetty -5

Frame	DesignSect	DesignType	Status	Combo	TotalRatio
Text	Text	Text	Text	Text	Unitless
1	STEEL 711 t14	Column	No Messages	COMB5E	0.847915
3	STEEL 711 t14	Column	No Messages	COMB5E	0.851182
5	STEEL 711 t14	Column	No Messages	COMB5E	0.858383
7	STEEL 711 t14	Column	No Messages	COMB5E	0.858421
13	STEEL 711 t14	Column	No Messages	COMB5E	0.851279
15	STEEL 711 t14	Column	No Messages	COMB5E	0.848134
17	STEEL 711 t14	Column	No Messages	COMB5A	0.774243
19	STEEL 711 t14	Column	No Messages	COMB5A	0.73123
21	STEEL 711 t14	Column	No Messages	COMB5A	0.730255
23	STEEL 711 t14	Column	No Messages	COMB5A	0.730259
25	STEEL 711 t14	Column	No Messages	COMB5A	0.731237
27	STEEL 711 t14	Column	No Messages	COMB5A	0.774266

29	STEEL 711 t14	Column	No Messages	COMB5E	0.847979
31	STEEL 711 t14	Column	No Messages	COMB5E	0.851184
71	STEEL 711 t14	Column	No Messages	COMB5E	0.858379
73	STEEL 711 t14	Column	No Messages	COMB5E	0.858418
79	STEEL 711 t14	Column	No Messages	COMB5E	0.851273
102	STEEL 711 t14	Column	No Messages	COMB5E	0.84812

3.4.4 Daya Dukung Tanah

Kebutuhan kedalaman pemancangan berserta gaya aksial yang terjadi pada struktur jetty dapat dilihat pada Tabel 3.8

Tabel 3.8 Summary kebutuhan pemancangan tiang struktur Jetty

Model	Diameter tiang	Gaya aksial (ton)	Daya dukung tanah (ton)	Kedalaman pemancangan tiang* (m)
Jetty-1	SPP 711-14	82.1	85	-38
Jetty-5	SPP 812-14	85.49	90	-37

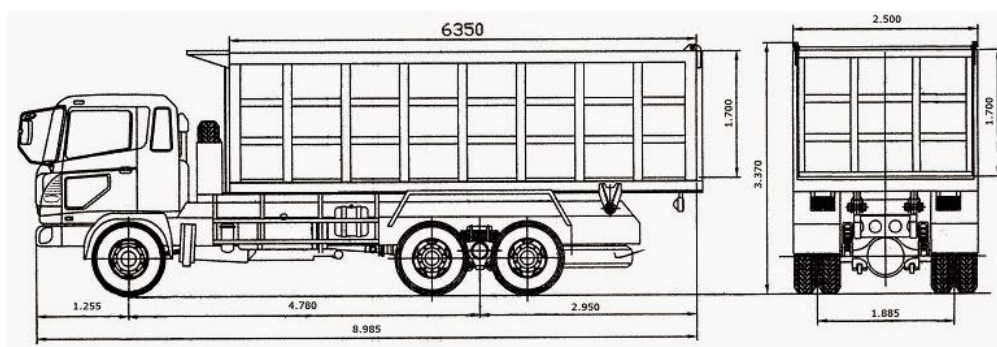
*kedalaman dihitung dari permukaan tanah

3.5 Desain penulangan struktur

3.5.1 Pengecekan *punching shear* pelat

Punching shear adalah kondisi dimana gaya aksial beban yang terjadi lebih besar dari kemampuan elemen struktur untuk menahan tekanan yang diakibatkan oleh beban tersebut.

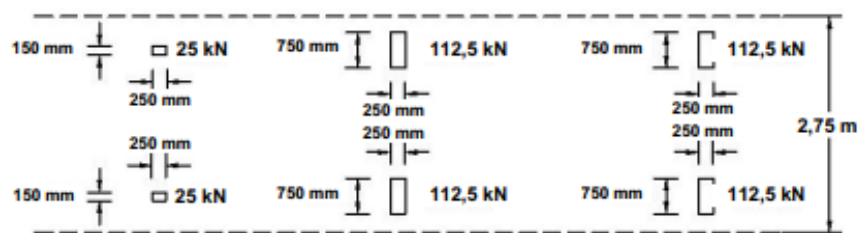
Dalam hal ini punching shear dianalisa terhadap beban truck yang membawa backhoe, dan wheel loader.



Gambar 3.10 Beban truk (kapasitas 30 ton)

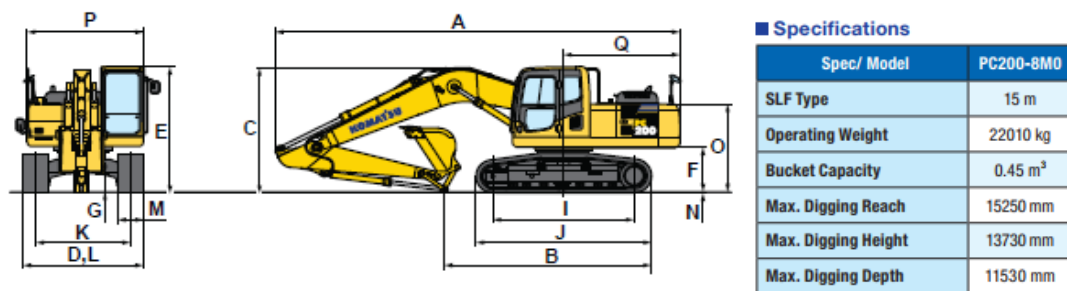
Berat Truck:

- Berat kosong truk = 6.981 kg
- Total sumbu roda : = 3 (1.22)
- Total roda : 10



Gambar 3.11 Pembagian lebar tapak roda truck yang kontak dengan permukaan slab (sumber: SNI 1725-2016)

Untuk dimensi lebar tapak roda truk yang mengalami kontak dengan permukaan slab mengacu pada Gambar 3.11, dimana untuk roda tandem lebar kontak roda adalah 0.75×0.25 m.



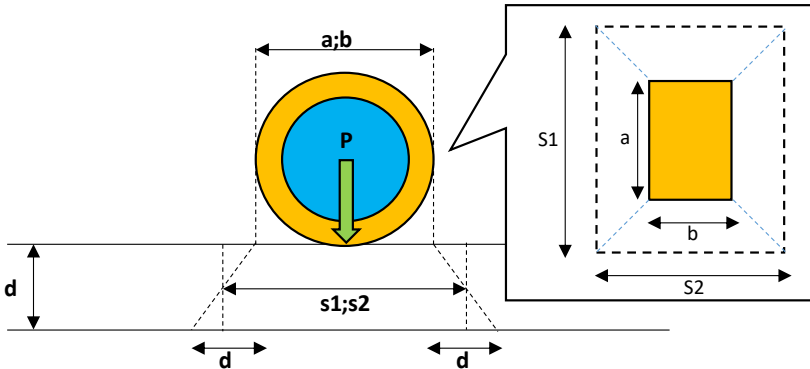
Gambar 3.12 Beban Excavator PC200

Untuk kondisi **beban excavator yang dibawa oleh truck** maka:

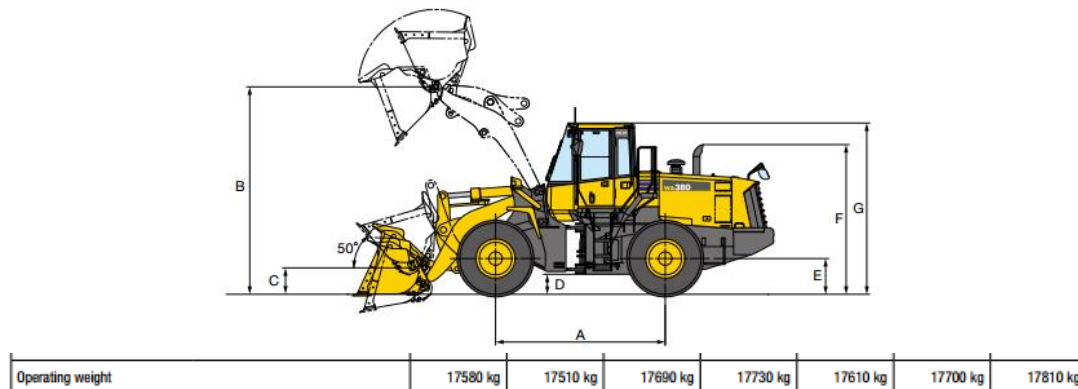
- Total berat : $6.981 + 22.01 \approx 29$ ton
- Berat per roda = $29 / 10 = 2.9$ ton
- Sehingga beban per sumbu = (5.8 T / 11.6 T / 11.6 T)

Analisa punching shear dari data-data tersebut ditunjukkan pada Tabel 3.9 berikut:

Tabel 3.9 Analisa punching shear beban truck + excavator terhadap slab jetty

Slab Punching Shear Check									
									
Factored Load	P	11.6	tonf						
Loading Dimension	a	250	mm	s1	650 mm				
	b	750	mm	s2	1150 mm				
Concrete Strength	f_c'	36	Mpa						
Thickness	d	400	mm						
Concrete cover	c	50	mm						
efective height	d	350	mm						
Ratio s1/s2	β_c	1.769231							
Critical perimeter	b_0	3600	mm						
Reduction factor	ϕ	0.65							
1) $V_c = \left(1 + \frac{2}{\beta_c}\right) \frac{\sqrt{f_c'} \cdot b_o \cdot d}{6}$		Vc1	2684348	N	ϕV_{c1}	174.4826	tonf		
2) $V_c = \left(\frac{\alpha_s \cdot d}{b_o} + 2\right) \frac{\sqrt{f_c'} \cdot b_o \cdot d}{12}$		Vc2	2485000	N	ϕV_{c2}	161.525	tonf		
3) $V_c = \frac{1}{3} \sqrt{f_c'} \cdot b_o \cdot d$		Vc3	2520000	N	ϕV_{c3}	163.8	tonf		
Result:									
		ϕV_c	>	P					
		161.525	>	11.6	--> OK!				

Dari hasil analisa pada Tabel 3.9 diketahui bahwa kuat geser dari slab beton jetty lebih besar dari beban truk yang membawa excavator, sehingga slab tidak terjadi *punching shear*.



Gambar 3.13 Beban Wheel loader

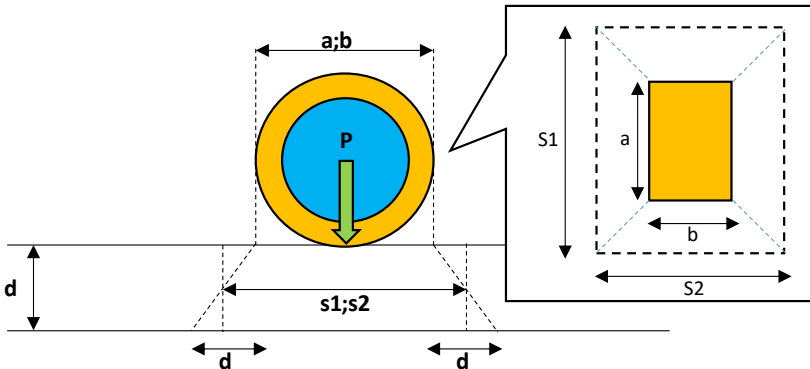
Besarnya lebar tapak untuk wheel loader diperkirakan berukuran 0.615×0.6 m.

Untuk kondisi beban wheel loader (kondisi kosong) maka:

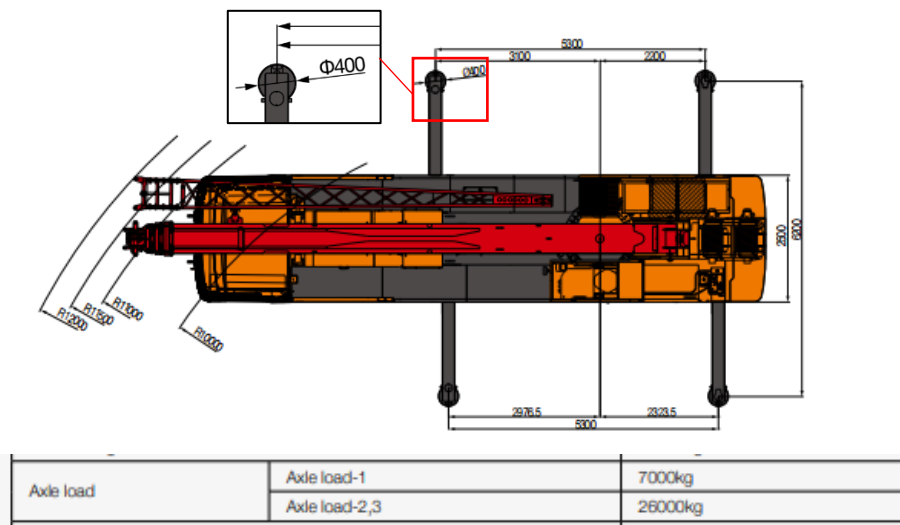
- Total berat : 17.81 ton
- Berat per roda = $17.81 / 4 = 4.45$ ton

Analisa punching shear dari data-data tersebut ditunjukkan pada Tabel 3.10 berikut:

Tabel 3.10 Analisa punching shear wheel loader terhadap slab jetty

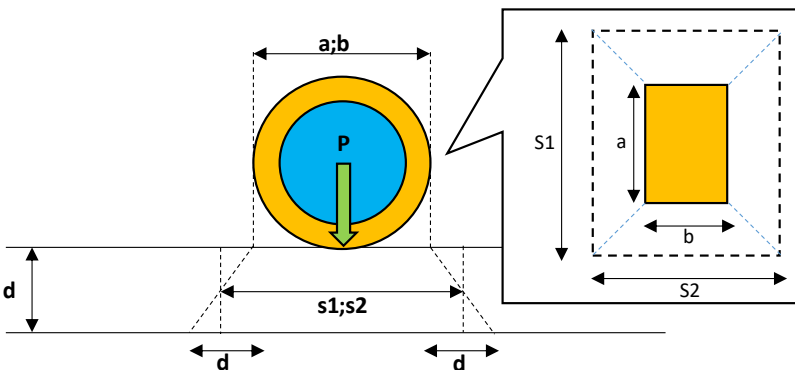
Slab Punching Shear Check									
									
Factored Load	P	4.45	tonf						
Loading Dimension	a	600	mm	s1	1000 mm				
	b	615	mm	s2	1015 mm				
Concrete Strength	fc'	36	Mpa						
Thickness	d	400	mm						
Concrete cover	c	50	mm						
effective height	d	350	mm						
Ratio s1/s2	βc	1.015							
Critical perimeter	b0	4030	mm						
Reduction factor	φ	0.65							
1) $V_c = \left(1 + \frac{2}{\beta_c}\right) \frac{\sqrt{f_c'} \cdot b_o \cdot d}{6}$	Vc1	4189810	N	φVc1	272.3377 tonf				
2) $V_c = \left(\frac{\alpha_s \cdot d}{b_o} + 2\right) \frac{\sqrt{f_c'} \cdot b_o \cdot d}{12}$	Vc2	2635500	N	φVc2	171.3075 tonf				
3) $V_c = \frac{1}{3} \sqrt{f_c'} \cdot b_o \cdot d$	Vc3	2821000	N	φVc3	183.365 tonf				
Result:	φVc	>	P						
	171.3075	>	4.45	-->	OK!				

Dari hasil analisa pada Tabel 3.10 diketahui bahwa kuat geser dari slab beton jetty lebih besar dari gaya akibat wheel loader, sehingga slab tidak terjadi *punching shear*.



Gambar 3.14 Beban mobile crane

Tabel 3.11 Analisa punching shear Mobile crane terhadap slab jetty

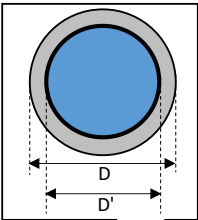
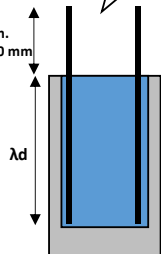
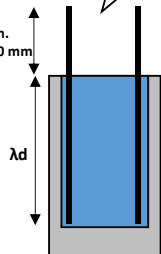
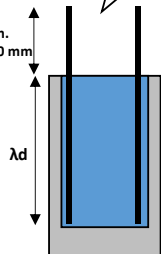
Slab Punching Shear Check									
									
Factored Load	P	26	tonf						
Loading Dimension	a	400	mm	s1	800	mm			
	b	400	mm	s2	800	mm			
Concrete Strength	fc'	36	Mpa						
Thickness	d	400	mm						
Concrete cover	c	40	mm						
effective height	d	360	mm						
Ratio s1/s2	βc	1							
Critical perimeter	b0	3200	mm						
Reduction factor	φ	0.65							
1) $V_c = \left(1 + \frac{2}{\beta_c}\right) \frac{\sqrt{f_c'} \cdot b_o \cdot d}{6}$	Vc1	3456000	N	φVc1	224.64	tonf			
2) $V_c = \left(\frac{\alpha_s \cdot d}{b_o} + 2\right) \frac{\sqrt{f_c'} \cdot b_o \cdot d}{12}$	Vc2	2448000	N	φVc2	159.12	tonf			
3) $V_c = \frac{1}{3} \sqrt{f_c'} \cdot b_o \cdot d$	Vc3	2304000	N	φVc3	149.76	tonf			
Result:	φVc	>	P						
	149.76	>	26	-->	OK!				

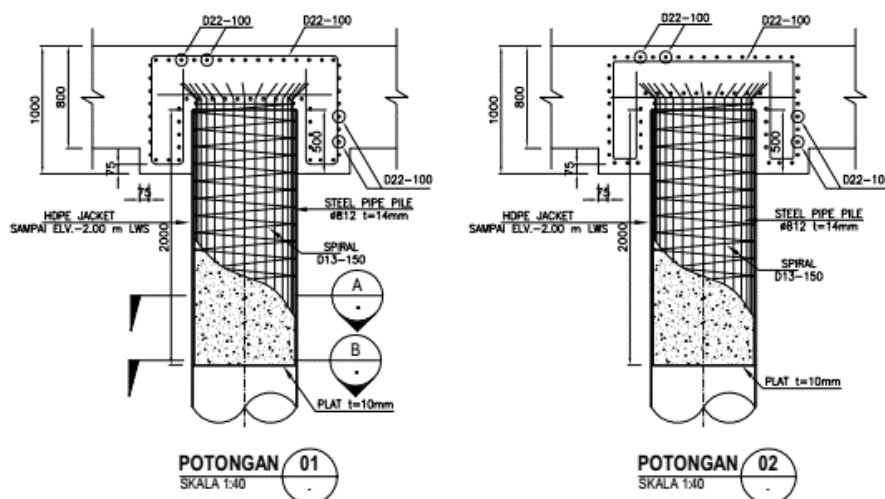
Dari hasil analisa pada Tabel 3.11 diketahui bahwa kuat geser dari slab beton jetty lebih besar dari gaya akibat Mobile crane, sehingga slab tidak terjadi *punching shear*.

3.5.2 Penulangan Kepala Tiang

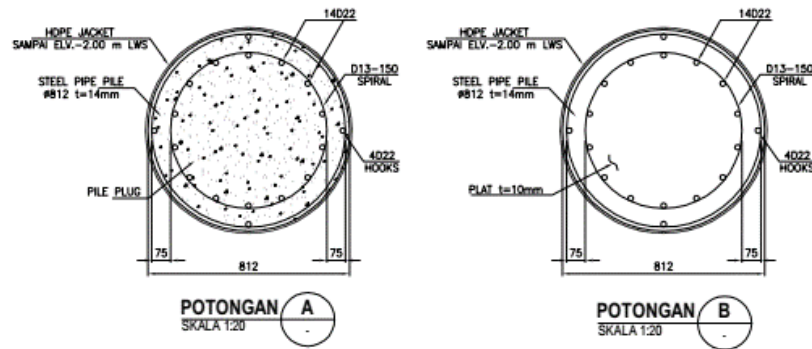
Perencanaan penulangan kepala tiang didasarkan pada pasal 12 SNI 2847 – 2013, mengenai penyaluran tulangan, dimana tulangan pada kepala tiang harus mampu untuk menyalurkan gaya-gaya yang berkerja.

Tabel 3.12 Perhitungan Penulangan kepala tiang Ø 813 Jetty

Plug concrete		Development Length (λd)	
	Concrete Strength	f'c	36 Mpa
	Longitudinal Dia.	db	22 mm
	Confinement Dia.	ds	13 mm
	Yield Strength	Fy	400 MPa
	Location factor	α	1.3 see 12.2.4 SNI-2847-2013
	Coating Factor	β	1 see 12.2.4 SNI-2847-2013
	Rebar size factor	λ	1 see 12.2.4 SNI-2847-2013
	db <= 19mm	$\ell_d = \left(\frac{f_y \cdot \psi_t \cdot \psi_e}{2.1 \cdot \lambda \cdot \sqrt{f'_c}} \right) \times d_b$ 0 mm	
	db <= 22 mm	$\ell_d = \left(\frac{f_y \cdot \psi_t \cdot \psi_e}{1.7 \cdot \lambda \cdot \sqrt{f'_c}} \right) \times d_b$ 1121.569 mm	
Longitudinal Reinf. (As)			
Pile Dia.	D	813 mm	
volumetric ratio	ρ	1 %	(1%~4%)
Longitudinal Reinf. (As)	As	5191.238 mm2	
number of rebar	n	13.65638	--> use 14D22
Confining Reinf. (ps)			
Core concrete Dia.	D'	789 mm	
Gross cross section	Ag	519123.8 mm2	
Core cross section	Ac	488926.9 mm2	
$\rho_s = 0.45 \left(\frac{A_g}{A_c} - 1 \right) \frac{f_c}{f_y}$	ps	0.002501	
Bar cross section	Asp	132.7323 mm2	
Spacing $s = \frac{4 \cdot A_{sp}}{D' \cdot \rho_s}$	s	269.0201 mm	use D13-150mm



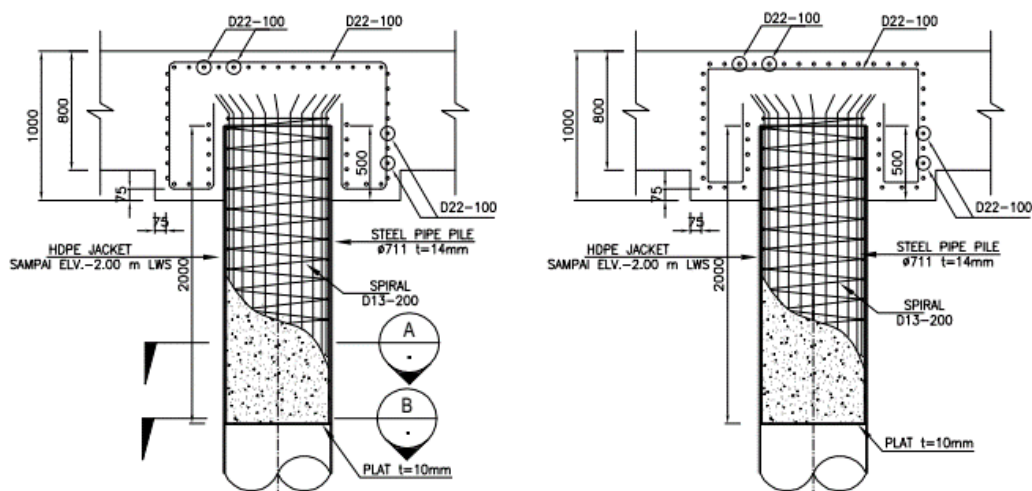
Gambar 3.15 Detail penulangan kepala tiang 812 dan pilecap jetty



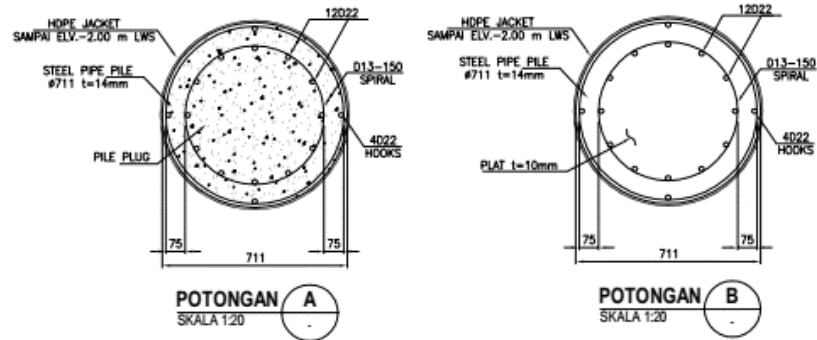
Gambar 3.16 Detail potongan penulangan kepala tiang 812 jetty

Tabel 3.13 Perhitungan Penulangan kepala tiang Ø 711 Jetty

Plug concrete	
	Development Length (λ_d) Concrete Strength f'_c 36 Mpa Longitudinal Dia. d_b 22 mm Confinement Dia. d_s 13 mm Yield Strength F_y 420 MPa Location factor α 1.3 see 12.2.4 SNI-2847-2013 Coating Factor β 1 see 12.2.4 SNI-2847-2013 Rebar size factor λ 1 see 12.2.4 SNI-2847-2013 $d_b \leq 19\text{mm}$ $\ell_d = \left(\frac{f_y \cdot \psi_t \cdot \psi_e}{2.1 \cdot \lambda \cdot \sqrt{f'_c}} \right) \times d_b$ 0 mm $d_b \leq 22\text{mm}$ $\ell_d = \left(\frac{f_y \cdot \psi_t \cdot \psi_e}{1.7 \cdot \lambda \cdot \sqrt{f'_c}} \right) \times d_b$ 1177.647 mm
	Longitudinal Reinf. (A_s) Pile Dia. D 711.2 mm volumetric ratio ρ 1% (1%~4%) Longitudinal Reinf. (A_s) A_s 3972.587 mm ² number of rebar n 10.45053 --> use 12D22
	Confining Reinf. (ρ_s) Core concrete Dia. D' 687.2 mm Gross cross section A_g 397258.7 mm ² Core cross section A_c 370899.4 mm ² $\rho_s = 0.45 \left(\frac{A_g}{A_c} - 1 \right) \frac{f_c}{f_y}$ ρ_s 0.002741 Bar cross section A_{sp} 132.7323 mm ² Spacing $s = \frac{4 \cdot A_{sp}}{D' \cdot \rho_s}$ 281.8457 mm use D13-150mm



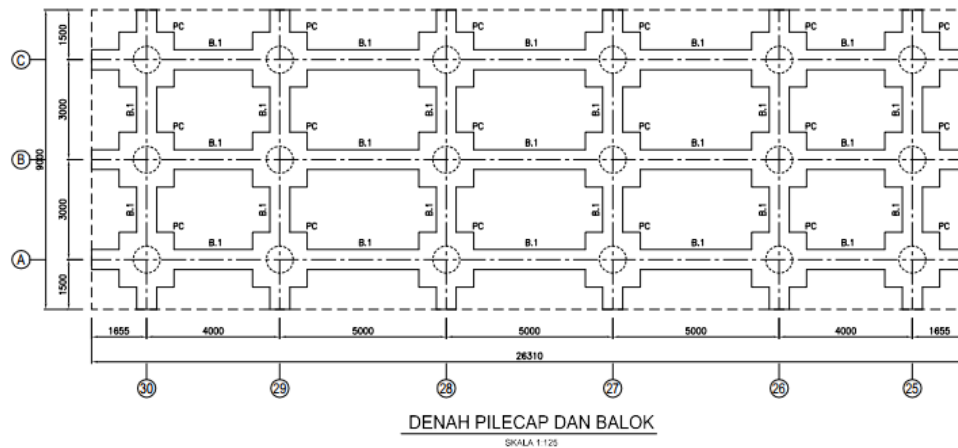
Gambar 3.17 Detail penulangan kepala tiang 711 dan pilecap jetty



Gambar 3.18 Detail penulangan kepala tiang jetty

3.5.3 Tulangan Balok

Secara umum hanya terdapat 1 macam ukuran balok pada struktur jetty Sinar Jaya, denah dari balok struktur jetty dapat dilihat pada Gambar 3.19 berikut.



Gambar 3.19 Denah typical balok struktur jetty

Kebutuhan tulangan balok dilihat dari gaya dalam yang terjadi saat kondisi ultimate. Besarnya gaya dalam ultimate yang terjadi pada balok dapat dilihat pada Tabel 3.14 di bawah ini.

(a) Jetty 1

Tabel 3.14 Gaya Dalam Balok jetty-1 Pada Posisi Tumpuan

Frame	Station	OutputCase	P	V2	V3	T	M2	M3
Text	m	Text	Tonf	Tonf	Tonf	Tonf-m	Tonf-m	Tonf-m
82	0	COMB5A	-2.0047	-18.696	-0.1868	-1.9937	-0.0890	-36.2205
82	0	COMB6A	1.9763	9.4944	0.1848	2.09971	0.08811	28.01101
64	0	COMB5E	-1.5833	-24.306	-0.1756	-1.7528	-0.0849	-45.8907
96	4	COMB5A	1.4153	20.8366	0.1438	1.84923	0.06703	16.6848
90	0.5	COMB6E	-0.5646	-6.9705	-0.6336	-6.4738	-0.0099	-8.91326
90	0.5	COMB6E	0.5405	0.4399	0.6336	6.47465	0.00993	5.69174
93	0.5	COMB6E	-0.3739	-7.2289	-0.4302	-6.6672	-0.0225	-5.70102
93	0.5	COMB6E	0.3707	1.9703	0.4302	6.66729	0.02258	2.00262
90	0	COMB6E	-0.5646	-7.4745	-0.6336	-6.4738	-0.3069	-12.5245
90	0	COMB6E	0.5405	-0.0641	0.6336	6.47465	0.30692	5.78568
100	4	COMB5A	-1.7101	-12.028	-0.176	-1.8545	-0.0816	-49.3933
81	0	COMB6A	1.697	13.2062	0.1741	1.94339	0.08231	42.37897

Tabel 3.15 Gaya Dalam Balok jetty-1 Pada Posisi Lapangan

Frame	Station	OutputCase	P	V2	V3	T	M2	M3
Text	m	Text	Tonf	Tonf	Tonf	Tonf-m	Tonf-m	Tonf-m
100	3.5	COMB5A	-1.7101	-12.751	-0.176	-1.8545	-0.0056	-39.3064
100	3.5	COMB6A	1.6964	18.855	0.174	1.93954	0.00557	35.64103
77	2.5	COMB6E	-1.5351	-18.319	-0.1953	-1.6557	-0.0140	-34.8692
65	3	COMB5E	1.6009	24.3067	0.1754	1.75289	0.08507	37.29829
93	3.5	COMB5E	-0.5092	-1.1736	-0.5912	-6.4470	-0.0069	-13.1297
93	3.5	COMB5E	0.4931	8.0019	0.5912	6.44701	0.00698	9.0173
89	3.5	COMB5E	-0.3746	-0.9919	-0.4286	-6.6658	-0.0229	-6.3849
89	3.5	COMB5E	0.3703	8.2074	0.4286	6.667	0.02293	1.31874
57	3	COMB5A	-0.5016	-2.6335	-0.5127	-5.9809	-0.2367	-17.7036
69	3	COMB5A	0.5175	10.7697	0.5131	5.98082	0.23702	9.69713
77	3	COMB5E	-1.5334	-16.819	-0.1956	-1.6483	-0.0977	-47.0673
77	3	COMB6E	1.5445	22.9928	0.1933	1.69379	0.09877	40.93575

Tabel 3.16 Penulangan Balok jetty-1

A) Input									
1. Material Properties									
F'c	=	36	Mpa	Fy Rebar	=	400	Mpa		
Strength Reduction (ϕ)	=	0.9		λ	=	1			
Shear Reduction (ϕ)	=	0.75		β_1	=	0.79285714			
2. Dimensi									
Tinggi Balok (H)	=	800	mm	d. Tulangan	=	19	mm		
Lebar Balok (B)	=	600	mm	d. Sengkang	=	13	mm		
Selimit (d)	=	75	mm	Tinggi Efektif (d)	=	702.5	mm		
3. Beban									
Momen Tul Atas Tumpuan	=	49.4	Ton m		=	494000000	Nmm		
Momen Tul Bawah Tumpuan	=	42.38	Ton m		=	423800000	Nmm		
Momen Tul Atas Lapangan	=	47.07			=	470700000			
Momen Tul Bawah Lapangan	=	47.07			=	470700000			
Shear Tumpuan (Vu)	=	24.31	Ton		=	243100	N		
Shear Lapangan (Vu)	=	24.31	Ton		=	243100	N		
Torsi (Tu)	=	6.67	Ton m		=	66700000	Nmm		
Momen saat Torsi	=	5.71	Ton m		=	57100000	Nmm		
Shear saat Torsi	=	7.23	Ton		=	72300	N		
B) Reinforcement Rebar Tumpuan									
Tulangan Atas					Tulangan bawah				
Mn	=	548888889			Mn	=	470888889		
Rn	=	1.8537046			Rn	=	1.59028344		
m	=	13.071895			m	=	13.0718954		
ρ_b	=	0.0363921			ρ_b	=	0.03639214		
ρ	=	0.0047838			ρ	=	0.00408476		
ρ_{min}	=	0.0035			ρ_{min}	=	0.0035		
ρ_{max}	=	0.0272941			ρ_{max}	=	0.02729411		
Diambil					Diambil				
ρ	=	0.0047838			ρ	=	0.00408476		

As	=	2016.3874	mm2	As	=	1721.7275	mm2
Jumlah Tulangan	=	7.1117569	buah	Jumlah Tulangan	=	6.0724973	buah
B) Reinforcement Rebar Lapangan							
Tulangan Atas				Tulangan bawah			
Mn	=	523000000		Mn	=	523000000	
Rn	=	1.7662728		Rn	=	1.7662728	
m	=	13.071895		m	=	13.0718954	
ρ b	=	0.0363921		ρ b	=	0.03639214	
ρ	=	0.0045511		ρ	=	0.00455106	
ρ min	=	0.0035		ρ min	=	0.0035	
ρ max	=	0.0272941		ρ max	=	0.02729411	
Diambil				Diambil			
ρ	=	0.0045511		ρ	=	0.00455106	
As	=	1918.2698	mm2	As	=	1918.26978	mm2
Jumlah Tulangan	=	6.7656979	buah	Jumlah Tulangan	=	6.7656979	buah
C)Shear Rebar							
0.66*b*d*fc^0.5				=	1669140	N	
0.33*b*d*fc^0.5				=	834570	N	
Section Sengkang				=	2	section	
As				=	132.73229	mm2	
Av				=	265.464579	mm2	
Tumpuan				Lapangan			
Vn	=	324133.33	N	Vn	=	324133.333	N
Vc	=	429930	N	Vc	=	429930	N
Vs	=	-105796.7	N	Vs	=	-105796.67	N
Jarak Sengkang Maksimum yang Di ijin				Jarak Sengkang Maksimum yang Di ijin			
S	=	351.25	mm	S	=	351.25	mm
S	=	600	mm	S	=	600	mm
S (d/4)	=	175.625	mm	S (d/4)	=	175.625	mm
S diambil	=	168	mm	S diambil	=	168	mm
D) Torsi							
Luas Penampang	=	480000	mm	Diperlukan Tulangan Torsi			
Keliling	=	2800	mm				
Torsi Ijin	=	30733714	Nmm	Section Ok			
Check Torsion	=						
1. Section Check							
Poh	=	2096	mm2				
Aoh	=	264576	mm2				
Dimension Check	=	1.1872654					
Harus lebih kecil dari	=	3.765					
2. Shear Check							
Ao	=	224889.6	mm2	At	=	83.045192	mm2
Tn	=	88933333	Nmm	Av	=	265.464579	mm2
At/s	=	0.4943166	mm	av+2at	=	431.554963	mm2
Av/s	=	1.5801463	mm	Av+2at min	=	93.744	mm2
				Tdk boleh kurang			
Avt/s	=	2.5687795	mm	dari	=	88.2	mm2
Shear OK							
3. Longitudinal Reinforcing for Torsion							
Al	=	1036.0876	mm2	Al minimum	=	1987.91237	mm2
Al di ambil	=	1987.9124	mm2				

d	=	19	mm
Jumlah tulangan	=	7.0113259	Buah

Berdasarkan perhitungan pada Tabel Penulangan Balok, didapat jumlah tulangan adalah 8D19 untuk tumpuan dan 8D19 untuk lapangan. Sengkang yang digunakan adalah 2 kaki yaitu D13-150 untuk tumpuan dan lapangan.

(b) Jetty 5

Tabel 3.17 Gaya Dalam Balok jetty-5 Pada Posisi Tumpuan

Frame	Station	OutputCase	P	V2	V3	T	M2	M3
Text	m	Text	Tonf	Tonf	Tonf	Tonf-m	Tonf-m	Tonf-m
82	0	COMB5A	-1.5091	-20.486	-0.1418	-2.2275	-0.0676	-41.4025
82	0	COMB6A	1.4849	11.2575	0.1401	2.3395	0.06686	33.21546
60	0	COMB5E	-1.1989	-26.597	-0.1333	-1.9839	-0.0642	-50.7055
81	4	COMB5A	1.0824	22.4255	0.1113	2.12007	0.05013	17.83112
92	5	COMB5E	-0.4304	1.035	-0.4799	-7.2343	-0.2324	-15.3053
92	5	COMB5E	0.4023	9.4345	0.4799	7.23432	0.2324	6.04497
89	4	COMB5E	-0.2882	-0.7625	-0.328	-7.4536	-0.1469	-10.9252
89	4	COMB5E	0.2846	9.3577	0.328	7.45367	0.14699	1.9819
92	5	COMB5E	-0.4304	1.035	-0.4799	-7.2343	-0.2324	-15.3053
92	5	COMB5E	0.4023	9.4345	0.4799	7.23432	0.2324	6.04497
100	4	COMB5A	-1.2786	-13.596	-0.1333	-2.075	-0.0620	-54.7027
100	4	COMB6A	1.2671	20.9976	0.1318	2.16479	0.0628	47.37379

Tabel 3.18 Gaya Dalam Balok jetty-5 Pada Posisi Lapangan

Frame	Station	OutputCase	P	V2	V3	T	M2	M3
Text	m	Text	Tonf	Tonf	Tonf	Tonf-m	Tonf-m	Tonf-m
86	3.5	COMB5A	-1.2786	-14.319	-0.1315	-2.1778	-0.0041	-43.791
86	3.5	COMB6A	1.2671	20.4936	0.1331	2.08805	0.00416	39.85586
53	2.5	COMB6E	-1.163	-20.677	-0.1438	-1.8753	-0.0100	-38.6915
61	3	COMB5E	1.213	26.5973	0.1333	1.98397	0.06404	42.13051
93	3.5	COMB5E	-0.3818	-1.563	-0.4479	-7.2081	-0.0052	-14.5736
93	3.5	COMB5E	0.3681	8.5033	0.4479	7.20811	0.00526	10.14466
89	3.5	COMB5E	-0.2882	-1.4855	-0.328	-7.4536	-0.0170	-6.42709
89	3.5	COMB5E	0.2846	8.6347	0.328	7.45367	0.01701	1.4199
57	3	COMB5A	-0.3779	-3.3302	-0.3893	-6.6880	-0.1799	-19.2451
69	3	COMB5A	0.3904	11.4052	0.3893	6.68804	0.17998	11.26698
77	3	COMB5E	-1.1617	-19.176	-0.1458	-1.8240	-0.0721	-52.031
77	3	COMB6E	1.1705	25.3509	0.1438	1.87538	0.0731	45.89208

Tabel 3.19 Penulangan Balok jetty-5

A) Input					
1. Material Properties					
F'c	=	36	Mpa	Fy Rebar	= 400 Mpa
Strength Reduction (ϕ)	=	0.9		λ	= 1
Shear Reduction (ϕ)	=	0.75		β_1	= 0.79285714
2. Dimensi					
Tinggi Balok (H)	=	800	mm	d. Tulangan	= 19 mm
Lebar Balok (B)	=	600	mm	d. Sengkang	= 13 mm

Selimut (d)	=	75 mm	Tinggi Efektif (d)	=	702.5 mm
3. Beban					
Momen Tul Atas Tumpuan	=	54.71 Ton m		=	547100000 Nmm
Momen Tul Bawah Tumpuan	=	47.38 Ton m		=	473800000 Nmm
Momen Tul Atas Lapangan	=	52.04		=	520400000
Momen Tul Bawah Lapangan	=	52.04		=	520400000
Shear Tumpuan (Vu)	=	26.6 Ton		=	266000 N
Shear Lapangan (Vu)	=	26.6 Ton		=	266000 N
Torsi (Tu)	=	7.46 Ton m		=	74600000 Nmm
Momen saat Torsi	=	10.93 Ton m		=	109300000 Nmm
Shear saat Torsi	=	0.77 Ton		=	7700 N
B) Reinforcement Rebar Tumpuan					
Tulangan Atas			Tulangan bawah		
Mn	=	607888889	Mn	=	526444444
Rn	=	2.0529591	Rn	=	1.77790536
m	=	13.071895	m	=	13.0718954
ρb	=	0.0363921	ρb	=	0.03639214
ρ	=	0.0053172	ρ	=	0.00458198
ρ_{min}	=	0.0035	ρ_{min}	=	0.0035
ρ_{max}	=	0.0272941	ρ_{max}	=	0.02729411
Diambil			Diambil		
ρ	=	0.0053172	ρ	=	0.00458198
As	=	2241.1935 mm ²	As	=	1931.30575 mm ²
Jumlah Tulangan	=	7.9046432 buah	Jumlah Tulangan	=	6.8116754 buah
B) Reinforcement Rebar Lapangan					
Tulangan Atas			Tulangan bawah		
Mn	=	578222222	Mn	=	578222222
Rn	=	1.952769	Rn	=	1.95276899
m	=	13.071895	m	=	13.0718954
ρb	=	0.0363921	ρb	=	0.03639214
ρ	=	0.0050485	ρ	=	0.00504851
ρ_{min}	=	0.0035	ρ_{min}	=	0.0035
ρ_{max}	=	0.0272941	ρ_{max}	=	0.02729411
Diambil			Diambil		
ρ	=	0.0050485	ρ	=	0.00504851
As	=	2127.9457 mm ²	As	=	2127.94568 mm ²
Jumlah Tulangan	=	7.5052205 buah	Jumlah Tulangan	=	7.5052204 buah
C) Shear Rebar					
	$0.66 \cdot b \cdot d \cdot f_c^{0.5}$		=	1669140 N	
	$0.33 \cdot b \cdot d \cdot f_c^{0.5}$		=	834570 N	
Section Sengkang			=	2 section	
As			=	132.73229 mm ²	
Av			=	265.464579 mm ²	
Tumpuan			Lapangan		
Vn	=	354666.67 N	Vn	=	354666.667 N
Vc	=	429930 N	Vc	=	429930 N
Vs	=	-75263.33 N	Vs	=	-75263.333 N
Jarak Sengkang Maksimum yang Di ijin			Jarak Sengkang Maksimum yang Di ijin		
S	=	351.25 mm	S	=	351.25 mm
S	=	600 mm	S	=	600 mm
S (d/4)	=	175.625 mm	S (d/4)	=	175.625 mm

S diambil	=	168	mm	S diambil	=	168	mm
D) Torsi							
Luas Penampang	=	480000	mm				
Keliling	=	2800	mm				
Torsi Ijin	=	30733714	Nmm				
Check Torsion	=				Diperlukan Tulangan Torsi		
1. Section Check							
Poh	=	2096	mm2				
Aoh	=	264576	mm2				
Dimension Check	=	1.3140814					
Harus lebih kecil dari	=	3.765					
2. Shear Check							
Ao	=	224889.6	mm2	At	=	92.8811292	mm2
Tn	=	99466667	Nmm	Av	=	265.464579	mm2
At/s	=	0.5528639	mm	av+2at	=	451.226838	mm2
Av/s	=	1.5801463	mm	Av+2at min	=	93.744	mm2
				Tdk boleh kurang dari	=	88.2	mm2
Avt/s	=	2.685874	mm				
Shear OK							
3. Longitudinal Reinforcing for Torsion							
Al	=	1158.8027	mm2	Al minimum	=	1865.19734	mm2
Al di ambil	=	1865.1973	mm2				
d	=	19	mm				
Jumlah tulangan	=	6.5785125	Buah				

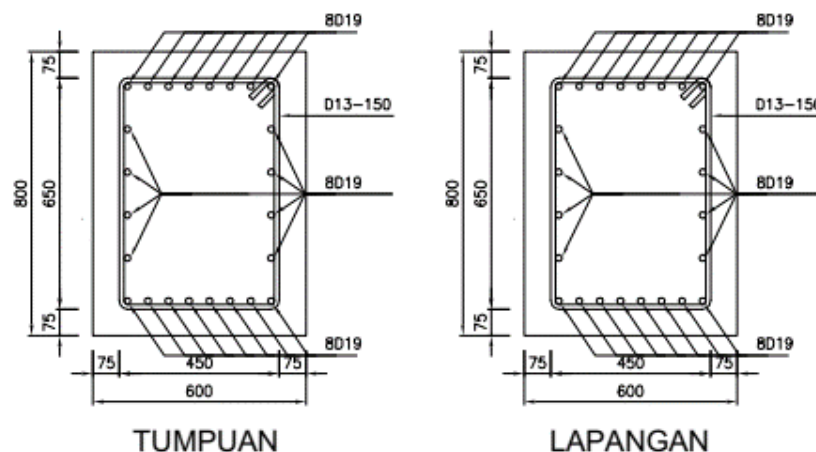
Berdasarkan perhitungan pada Tabel Penulangan Balok, didapat jumlah tulangan adalah 8D19 untuk tumpuan dan 8D19 untuk lapangan. Sengkang yang digunakan adalah 2 kaki yaitu D13-150 untuk tumpuan dan lapangan.

(c) Summary penulangan balok

Tabel 3.20 berisi rangkuman penulangan dari balok struktur jetty yang didesain

Tabel 3.20 Summary penulangan balok struktur Jetty

B 600/800	Tumpuan		Lapangan		Tumpuan	Lapangan	Tulangan Pinggang Kiri Kanan
	Tulangan Atas	Tulangan Bawah	Tulangan Atas	Tulangan Bawah	Sengkang	Sengkang	
Segmen 1	8D19	8D19	8D19	8D19	D13-150	D13-150	4D19
Segmen 2 sd 5	8D19	8D19	8D19	8D19	D13-150	D13-150	4D19
Dipakai	8D19	8D19	8D19	8D19	D13-150	D13-150	4D19



Gambar 3.20 Detail gambar penulangan balok Jetty Sinar Jaya

3.5.4 Tulangan Pelat

Kebutuhan tulangan pelat dilihat dari gaya dalam yang terjadi saat kondisi ultimate. Besarnya gaya dalam ultimate yang terjadi pada pelat dan penulangan pelat dapat dilihat pada Tabel 3.22 ini.

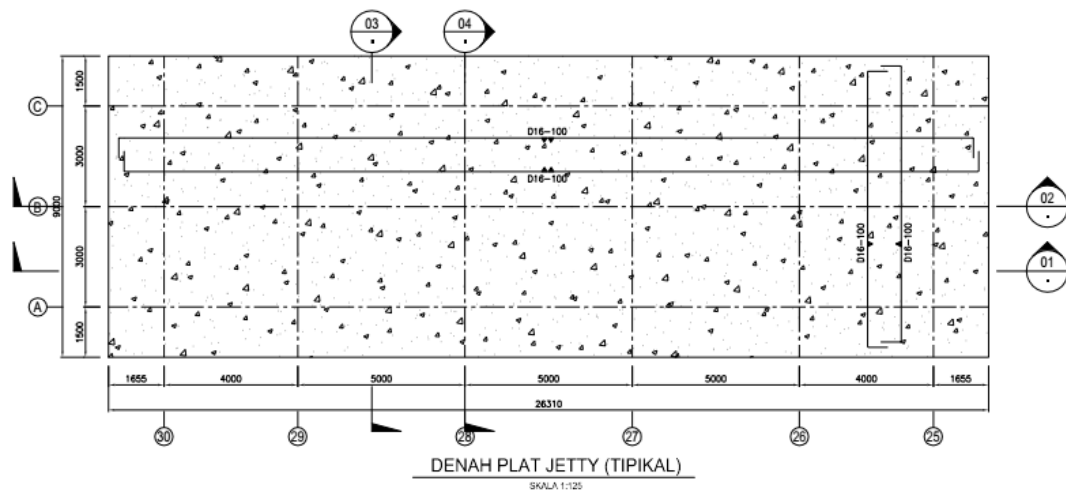
Tabel 3.22 Gaya Dalam Ultimate Pada Pelat jetty

Area	AreaElem	ShellType	Joint	OutputCase	M11	M22
Text	Text	Text	Text	Text	Tonf-m/m	Tonf-m/m
311	311	Shell-Thin	76	COMB5A	-20.4354	-12.0246
173	173	Shell-Thin	57	COMB6A	15.52987	7.64248
311	311	Shell-Thin	76	COMB5E	-12.931	-21.4591
311	311	Shell-Thin	76	COMB6E	8.02233	17.07563

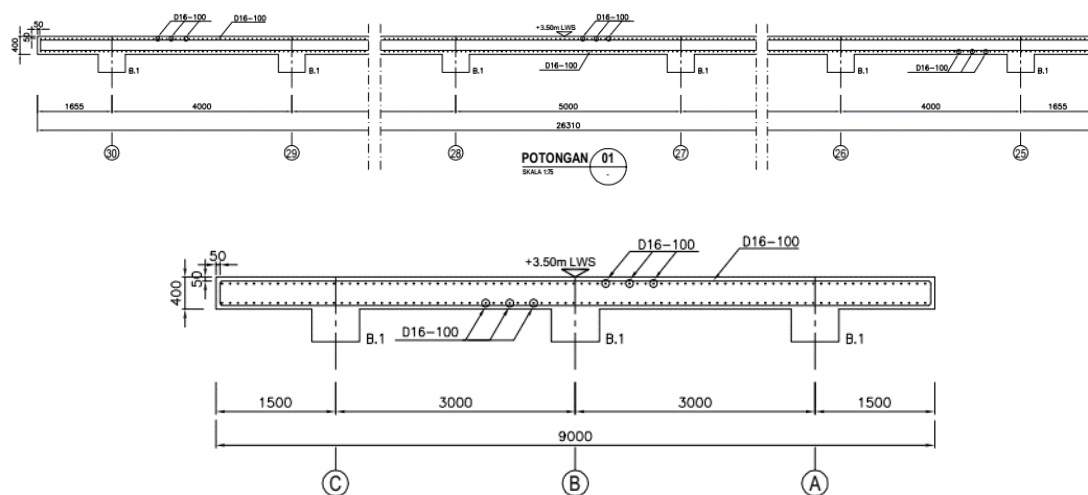
Tabel 3.21 Penulangan Pelat jetty

1. Material Properties					
F'c	=	36	Mpa	Fy Rebar	= 400 Mpa
2. Dimensi					
Tebal Pelat	=	400	mm	d. Tulangan	= 16 mm
Selimut (d)	=	50	mm	d efektif	= 342 mm
3. Beban					
Momen	=	21.46	Ton m		= 2.15E+08 N mm
4) Penulangan					
Rn	=	2.038614		m	= 13.0719
β1	=	0.792857		ρ	= 0.005279
ρ min	=	0.0018		ρ max	= 0.027294
Diambi ρ	=	0.005279			
As	=	1805.3	mm ²		
Jumlah Tulangan	=	9		Jarak max	= 125 mm

Berdasarkan perhitungan pada Tabel 3.21 didapat kebutuhan tulangan pelat adalah D16-125 dan dipakai D16-100.



Gambar 3.21 Denah penulangan pelat jetty



Gambar 3.22 Detail penulangan pelat Jetty