

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.I., 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, prihal 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 yunior 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.

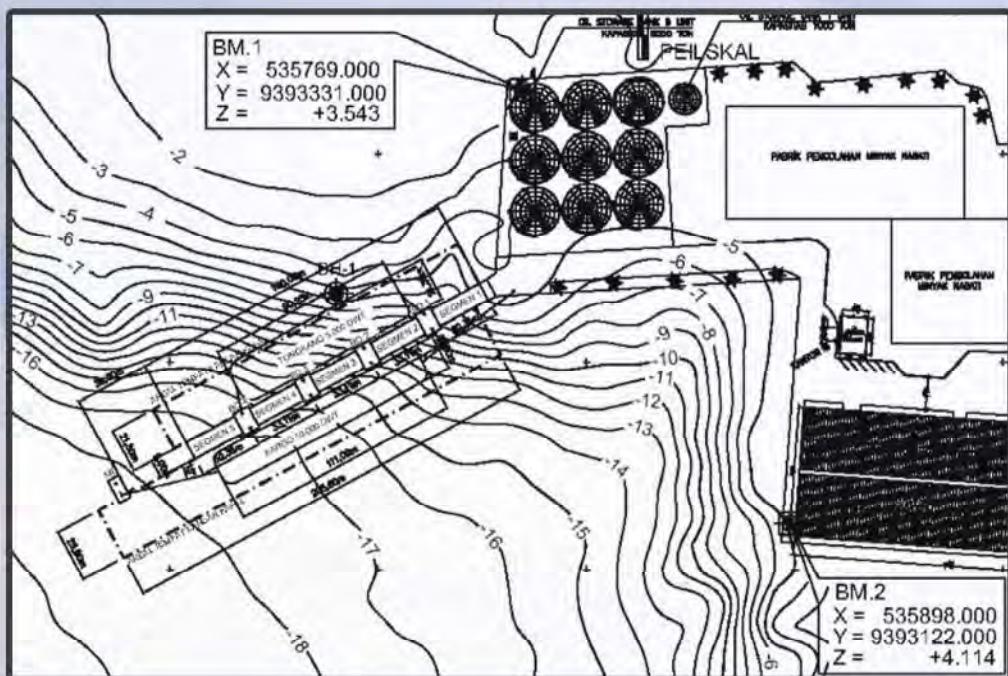
Jakarta, 30 Desember 2020



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 TRIPROPSI Engineering Consultant
Agnesia Building 1st Floor, Jl. Pemuda No. 73-B Jakarta 13220
Phone. 021-4701356/57, 4720885, 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	Description	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 illustrasi 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 Pembebatan	2-2
2.8 Kombinasi pembebatan	2-2
BAB 3 ANALISIS STRUKTUR JETTY.....	3-1
3.1 Umum	3-1
3.2 Pemodelan Struktur	3-2
3.3 Input pembebatan.....	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 (BE)</i>	4-4
4.4.6	Beban Tambat / <i>Mooring Load (M)</i>	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 pembebangan	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 dolpin	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

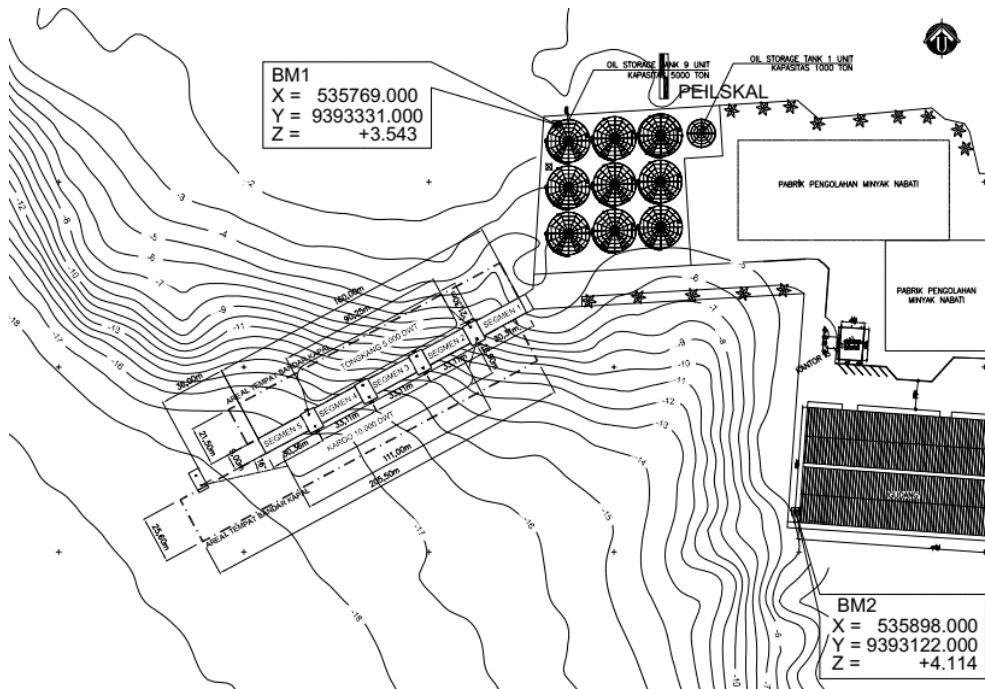


Gambar 1.1 Lokasi Pekerjaan

1.3 Rencana Layout Dermaga

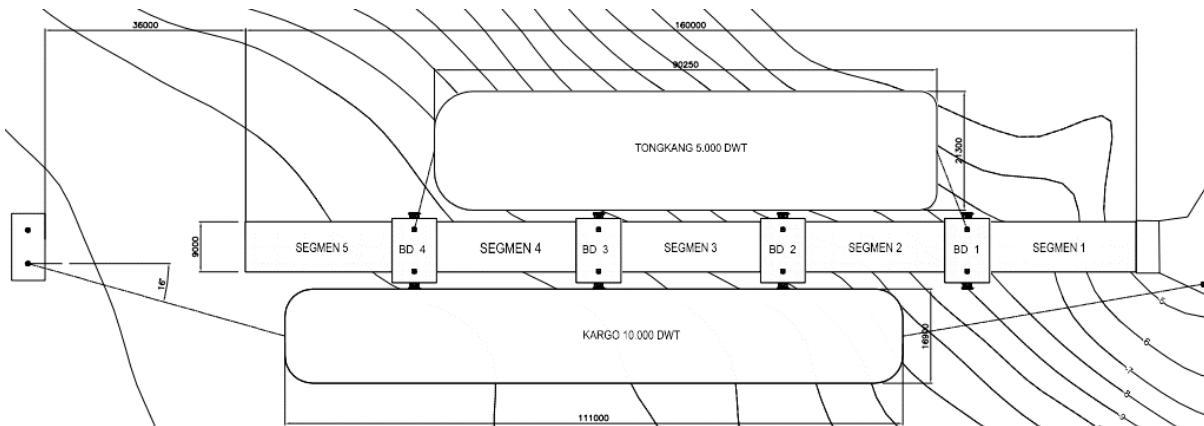
Dermaga Srengsem PT Sinar Jaya Inti Mulya direncanakan dapat mengakomodir Kapal Kargo berkapasitas 10000 DWT sebanyak satu buah, serta Kapal Tongkang berkapasitas 5000 DWT. Kapal kargo hanya dapat ditampung pada sisi Selatan dermaga, sementara untuk tongkang dapat diakomodir pada ke-2 sisi dermaga.

Dimensi total dermaga rencana adalah sebesar 160 m × 9 m sesuai dengan ketentuan yang dijelasakan dalam "BERITA ACARA PENINJAUAN DAN EVALUASI TUKS PT. SIM". Dermaga direncanakan terdiri dari 5 segmen jetty, 4 breasting dolphin, dan 1 morring 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 (Fy) = 240 MPa
- Kuat putus (Fu) = 410 MPa
- Modulus Elastisitas (E) = 200000 MPa

2.5.2 Material Beton

Mutu beton struktur direncanakan dengan mutu 36 MPa.

- Kuat tekan (Fc) = 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 pasiran kasar dengan kembang karang dengan SPT berkisar 10. Selanjutnya terdapat 15 meter lapisan lempung tanah sangat lunak (SPT 2 ~ 3), diikuti dengan 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 perencanaan 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

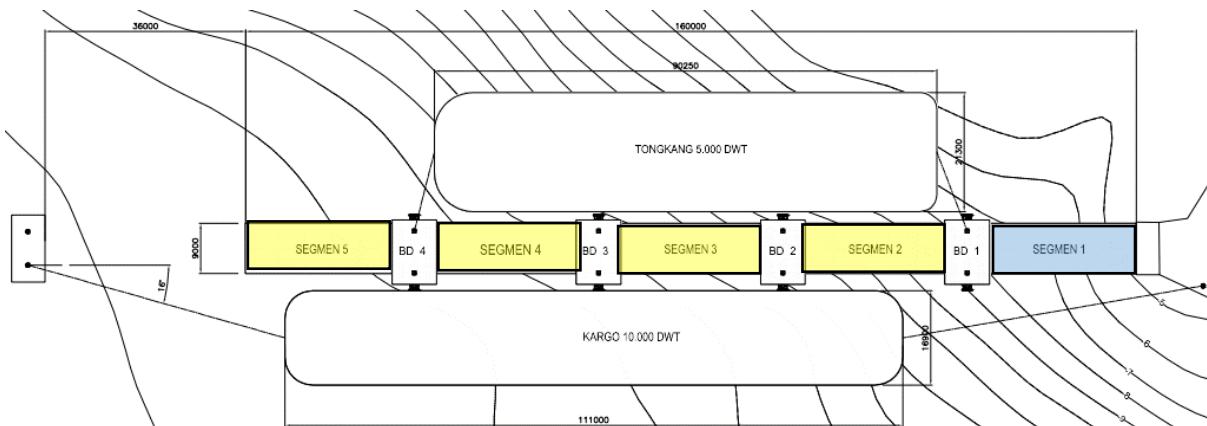
LOAD COMBINATION	DL	SDL	LL	C	Be	M	Eqx	Eqy
Service 1	1	1						
Service 2	1	1	1					
Service 3	1	1		1				
Service 4	1	1	1	1				
Service 5A	1.0+k	1.0+k	0.1				1	0.3
Service 5B	1.0+k	1.0+k	0.1				-1	0.3
Service 5C	1.0+k	1.0+k	0.1				1	-0.3
Service 5D	1.0+k	1.0+k	0.1				-1	-0.3
Service 5E	1.0+k	1.0+k	0.1				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

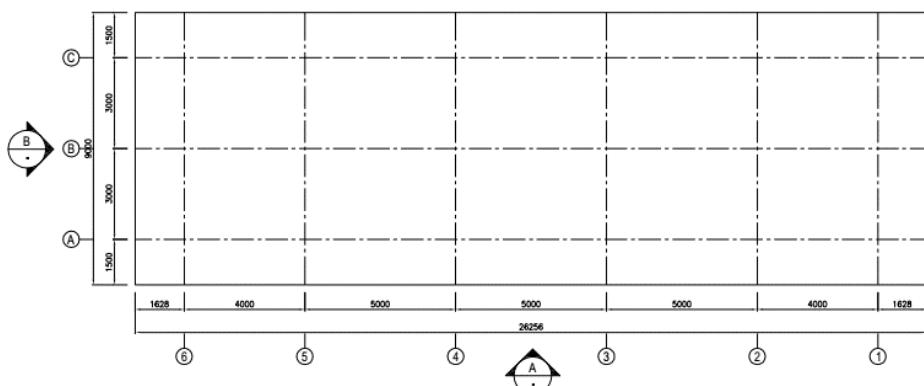
ANALISIS STRUKTUR JETTY

3.1 Umum

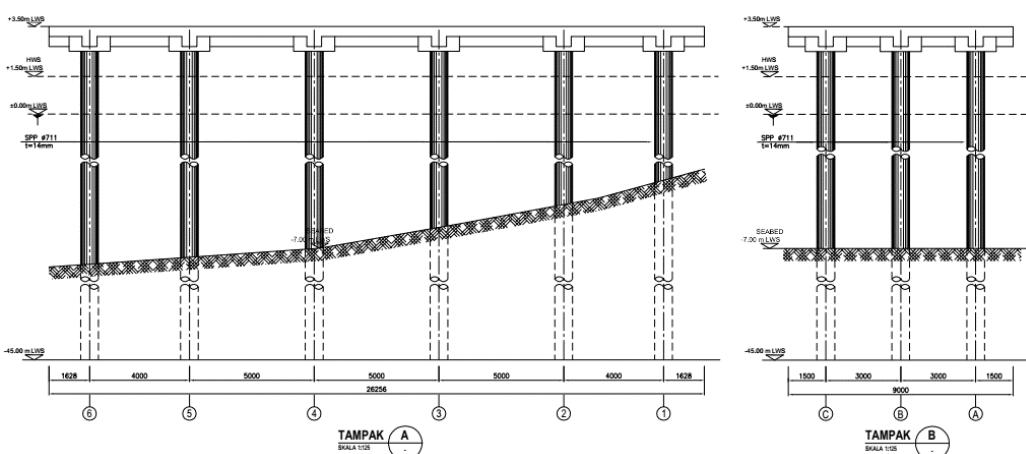
Struktur jetty akan dianalisa terhadap 2 segmen, yaitu segmen 5 yang berada pada kondisi paling dalam, yang juga akan merepresentasikan segmen 2 hingga 4. dan segmen 1 yang berada paling dekat dengan sisi darat.



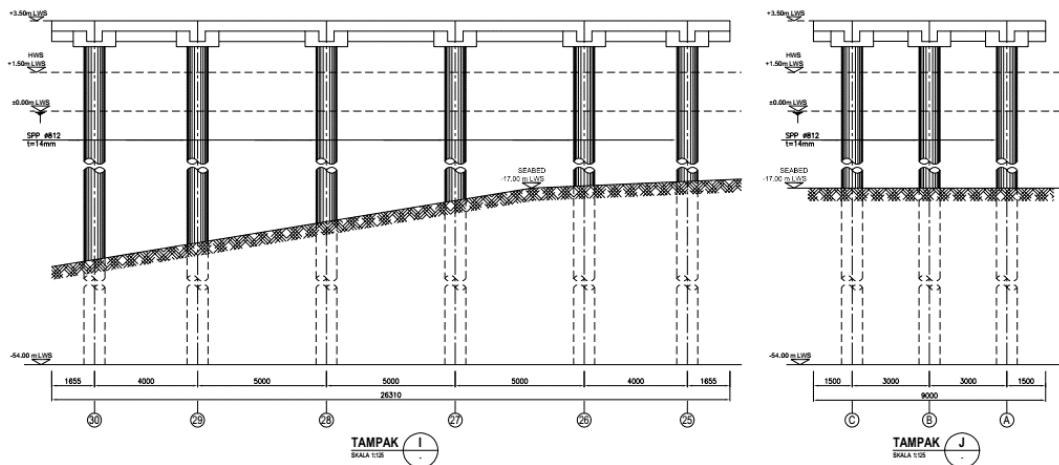
Gambar 3.1 Posisi struktur jetty yang dianalisa



Gambar 3.2 Tampak atas struktur Jetty (segmen 1)



Gambar 3.3 Tampak Samping struktur jetty (segmen 1)



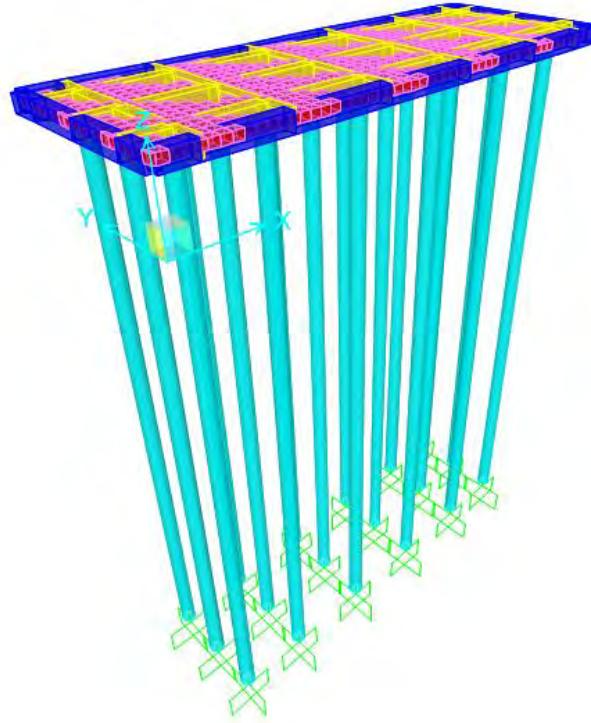
Gambar 3.4 Tampak Samping struktur jetty (segmen 5)

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 x 9	0.4	22
Jetty-5	SPP 812-14	26.3 x 9	0.4	31



Gambar 3.5 Pemodelan Jetty 3D (tipikal)

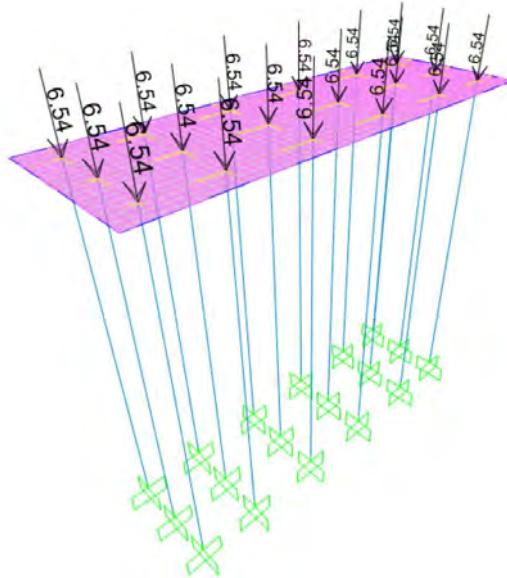
3.3 Input pembebanan

3.3.1 Input Beban Mati (DL)

Beban mati pada jetty di input otomatis oleh program analisis struktur.

3.3.2 Input Beban Mati Tambahan (SDL)

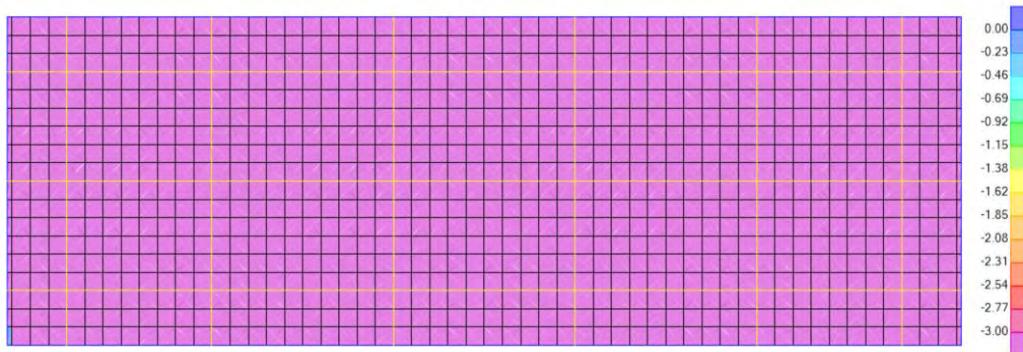
Beban mati tambahan pada jetty terdiri dari berat pile cap dapat dilihat pada Gambar 3.5 dibawah ini.



Gambar 3.5 Beban Mati Tambahan Berat Pile Cap (unit :tonf)

3.3.3 Input Beban Hidup (LL)

Beban hidup 3 ton/m² terdistribusi merata diaplikasikan pada seluruh permukaan jetty.



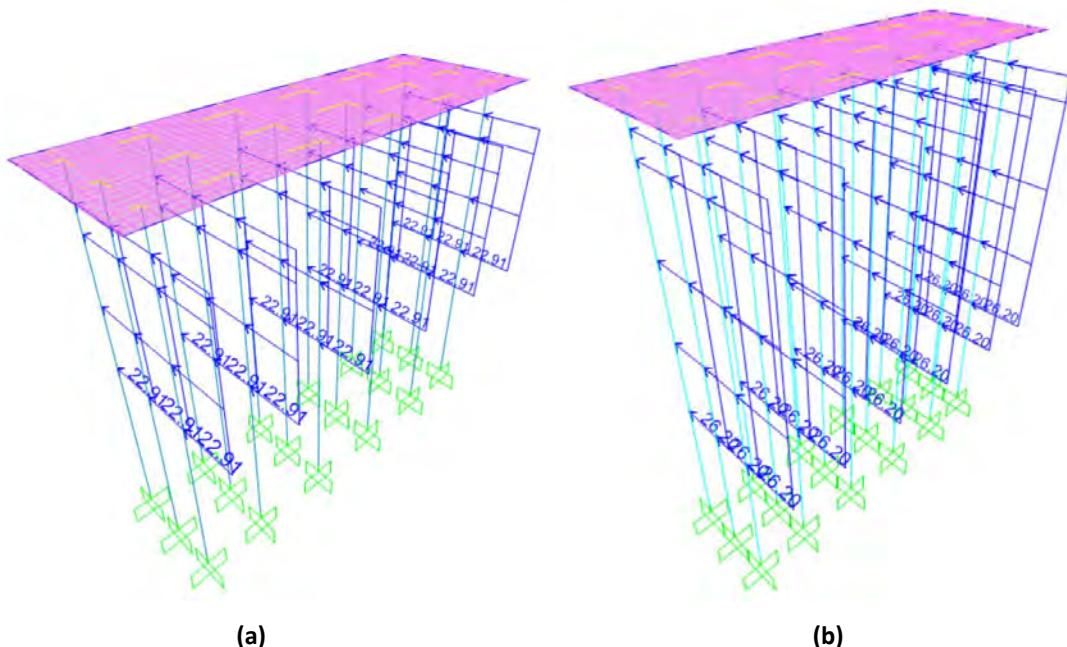
Gambar 3.6 Beban Hidup Area Pada Lantai Jetty (3 Ton/m²)

Beban truck, Excavator, dan wheel loader dalam analisa tidak sebesar gaya beban hidup terbagi merata, sehingga beban-beban tersebut hanya dipertimbangkan dalam pengecekan kekuatan pelat struktur dalam menahan tekanan *punching shear* dari beban-beban tersebut.

3.3.4 Input Beban Arus (C)

Beban arus yang diaplikasikan pada struktur tiang pancang jetty menyesuaikan dengan arah arus maksimum dan ukuran tiang yang dipergunakan.

- Segmen 1 (Dia 711) = 22.91 kg/m'
- Segmen 5 (Dia 812) = 26.2 kg/m'



Gambar 3.7 Beban Arus : (a) segmen 1 (22.91 kg/m³); (b) segmen 5 (26.2 kg/m³)

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

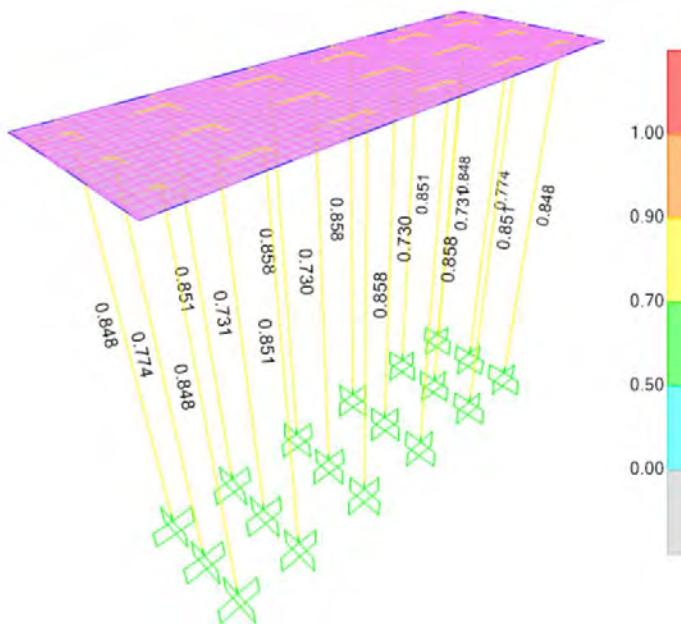
Defleksi terbesar yang terjadi pada struktur Jetty 5 adalah **23.47 cm**. Nilai tersebut tidak melebihi dari batas nilai defleksi 62 cm. Dengan demikian disimpulkan bahwa tiang steel pipe pile cukup kaku dalam menerima beban gempa struktur dermaga.

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

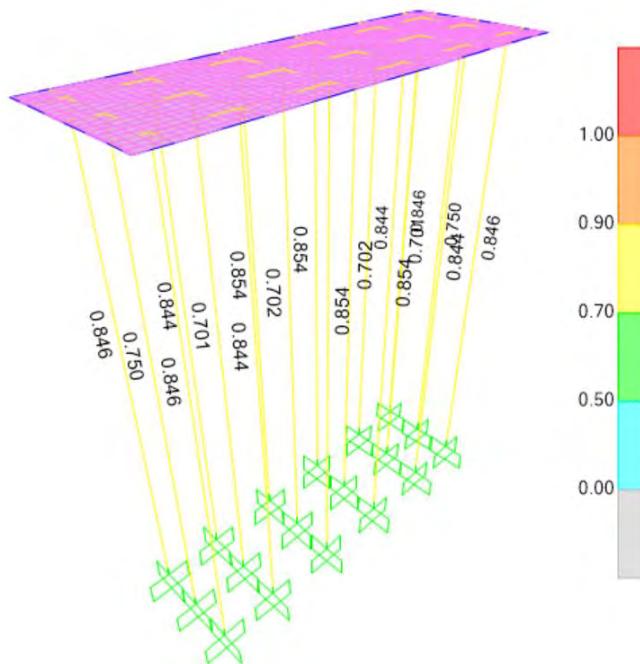
Tabel 3.6 Daftar Ratio tiang model struktur jetty -1

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

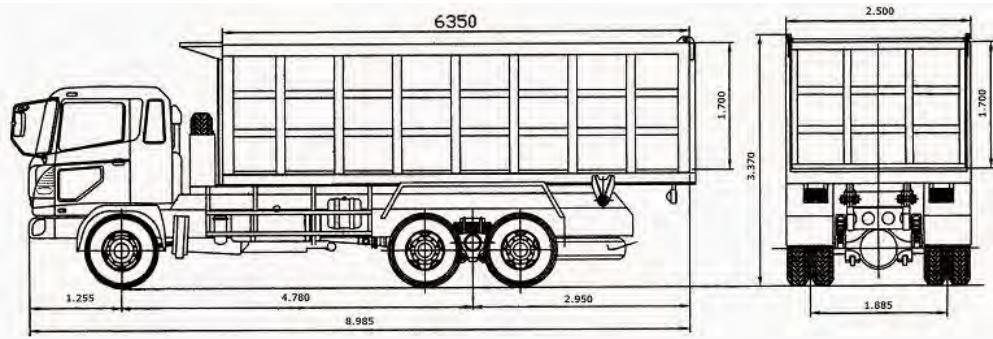
*kedalaman dihitung dari permukaan tanah

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.

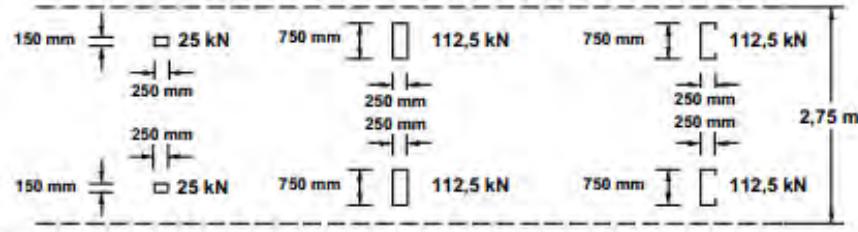
Dalam hal ini punching shear dianalisa terhadap beban truck yang membawa backhoe, dan wheel loader.



Gambar 3.10 Beban truk (kapasitas 30 ton)

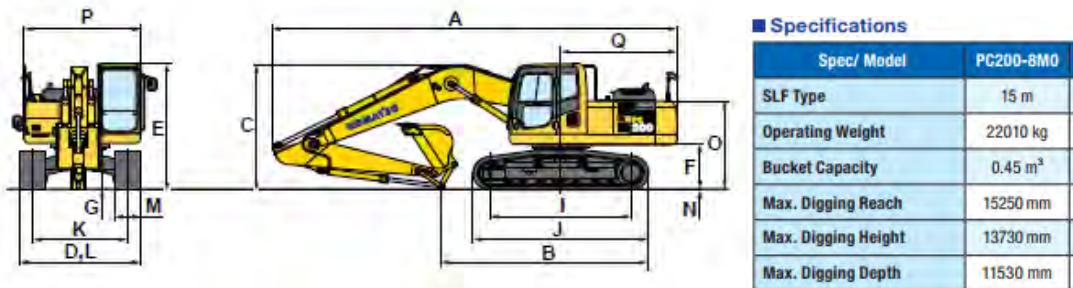
Berat Truck:

- 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:

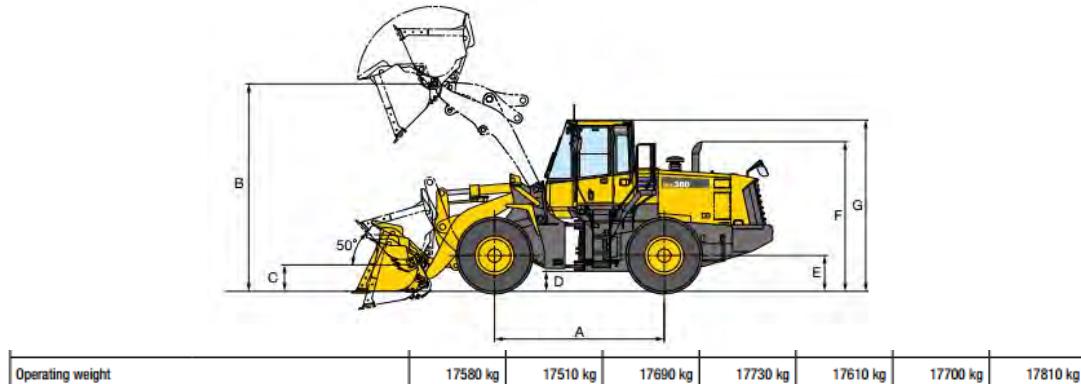
- Total berat : $6.981 + 22.01 = \sim 29$ ton
- Berat per roda = $29 / 10 = 2.9$ ton
- Sehingga beban per sumbu = $(5.8\text{ T} / 11.6\text{ T} / 11.6\text{ T})$

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			
$1) V_c = \left(1 + \frac{2}{\beta_c}\right) \frac{\sqrt{f_{c'}} \cdot b_o \cdot d}{6} \quad V_{c1} = 2684348 \text{ N} \quad \phi V_{c1} = 174.4826 \text{ tonf}$					
$2) V_c = \left(\frac{\alpha_s \cdot d}{b_o} + 2\right) \frac{\sqrt{f_{c'}} \cdot b_o \cdot d}{12} \quad V_{c2} = 2485000 \text{ N} \quad \phi V_{c2} = 161.525 \text{ tonf}$					
$3) V_c = \frac{1}{3} \sqrt{f_{c'}} \cdot b_o \cdot d \quad V_{c3} = 2520000 \text{ N} \quad \phi V_{c3} = 163.8 \text{ tonf}$					
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:

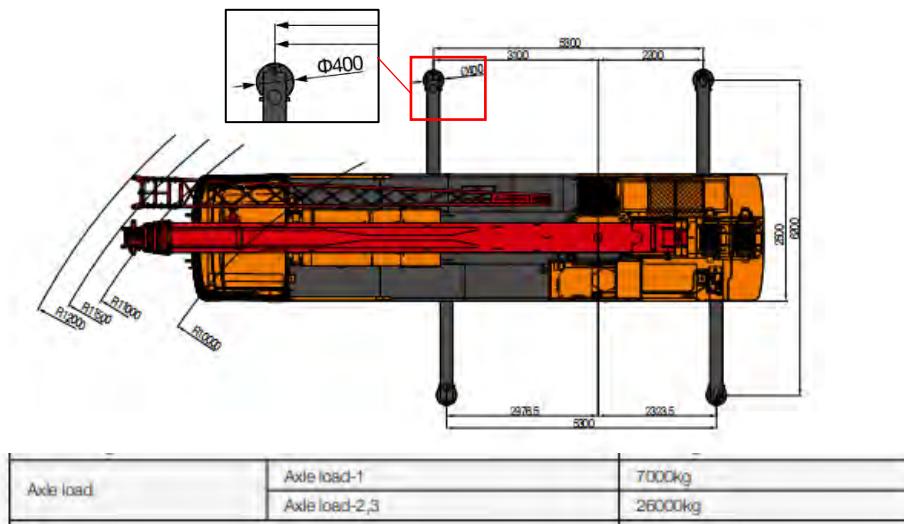
- Total berat : 17.81 ton
- Berat per roda = $17.81 / 4 = 4.45$ ton

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						
	$a:b$	d	$s_1;s_2$	s_1	s_2	
Factored Load	P	4.45	tonf			
Loading Dimension	a	600	mm	s1	1000	mm
	b	615	mm	s2	1015	mm
Concrete Strength	f_c'	36	Mpa			
Thickness	d	400	mm			
Concrete cover	c	50	mm			
efective height	d	350	mm			
Ratio s_1/s_2	β_c	1.015				
Critical perimeter	b_0	4030	mm			
Reduction factor	ϕ	0.65				
1)	$V_c = \left(1 + \frac{2}{\beta_c}\right) \frac{\sqrt{f_c'} \cdot b_0 \cdot d}{6}$	4189810	N	ϕV_c	272.3377	tonf
2)	$V_c = \left(\frac{\alpha_s \cdot d}{b_0} + 2\right) \frac{\sqrt{f_c'} \cdot b_0 \cdot d}{12}$	2635500	N	ϕV_c	171.3075	tonf
3)	$V_c = \frac{1}{3} \sqrt{f_c'} \cdot b_0 \cdot d$	2821000	N	ϕV_c	183.365	tonf
Result:	ϕV_c	>	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

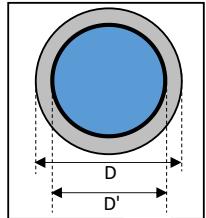
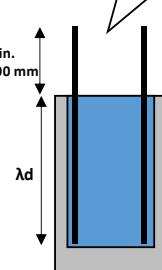
Slab Punching Shear Check						
Factored Load	P	26 tonf				
Loading Dimension	a	400 mm	s1	800 mm		
	b	400 mm	s2	800 mm		
Concrete Strength	f _{c'}	36 Mpa				
Thickness	d	400 mm				
Concrete cover	c	40 mm				
effective height	d	360 mm				
Ratio s ₁ /s ₂	β _c	1				
Critical perimeter	b ₀	3200 mm				
Reduction factor	ϕ	0.65				
1)	$V_c = \left(1 + \frac{2}{\beta_c}\right) \frac{\sqrt{f_{c'}} \cdot b_0 \cdot d}{6}$	V _{c1} 345600 N	ϕV _{c1}	224.64 tonf		
2)	$V_c = \left(\frac{\alpha_s \cdot d}{b_0} + 2\right) \frac{\sqrt{f_{c'}} \cdot b_0 \cdot d}{12}$	V _{c2} 244800 N	ϕV _{c2}	159.12 tonf		
3)	$V_c = \frac{1}{3} \sqrt{f_{c'}} \cdot b_0 \cdot d$	V _{c3} 230400 N	ϕV _{c3}	149.76 tonf		
Result:	ϕV _c	> P				
	149.76	> 26 -->				OK!

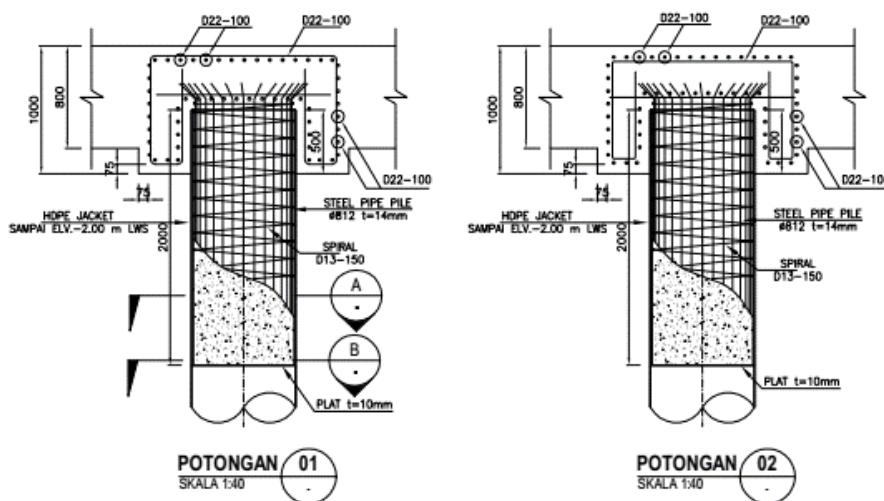
Dari hasil analisa pada Tabel 3.11 diketahui bahwa kuat geser dari slab beton jetty lebih besar dari gaya akibat Mobile crane, sehingga slab tidak terjadi *punching shear*.

3.5.2 Penulangan Kepala Tiang

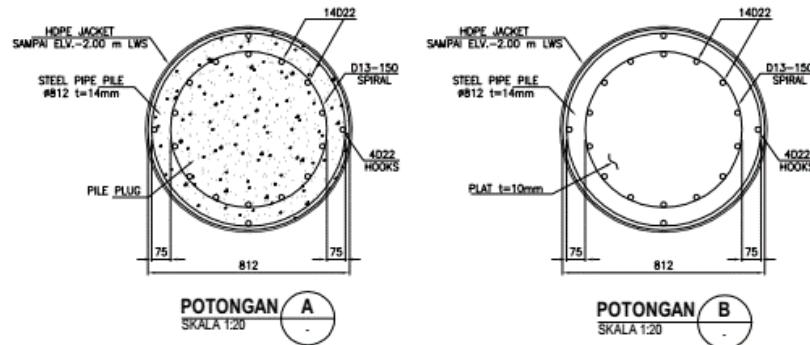
Perencanaan penulangan kepala tiang didasarkan pada pasal 12 SNI 2847 – 2013, mengenai penyaluran tulangan, dimana tulangan pada kepala tiang harus mampu untuk menyalurkan gaya-gaya yang berkerja.

Tabel 3.12 Perhitungan Penulangan kepala tiang Ø 813 Jetty

Plug concrete		Development Length (λd)	
		Concrete Strength f_c' 36 Mpa Longitudinal Dia. d_b 22 mm Confinement Dia. d_s 13 mm Yield Strength F_y 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	
$d_b \leq 19\text{mm}$	$\ell_d = \left(\frac{f_y \cdot \psi_t \cdot \psi_e}{2.1 \cdot \lambda \cdot \sqrt{f_c'}} \right) \times d_b$	0 mm	$\ell_d = \left(\frac{f_y \cdot \psi_t \cdot \psi_e}{1.7 \cdot \lambda \cdot \sqrt{f_c'}} \right) \times d_b$ 1121.569 mm
		Longitudinal Reinf. (As) Pile Dia. D 813 mm volumetric ratio p 1 % (1%~4%) Longitudinal Reinf. (As) As 5191.238 mm ² number of rebar n 13.65638 --> use 14D22	
Confining Reinf. (ps)		Core concrete Dia. D' 789 mm Gross cross section A_g 519123.8 mm ² Core cross section A_c 488926.9 mm ² $\rho_s = 0.45 \left(\frac{A_g}{A_c} - 1 \right) \frac{f_c}{f_y}$ Bar cross section As_p 132.7323 mm ² Spacing s $s = \frac{4 \cdot A_{sp}}{D' \cdot \rho_s}$ 269.0201 mm use D13-150mm	



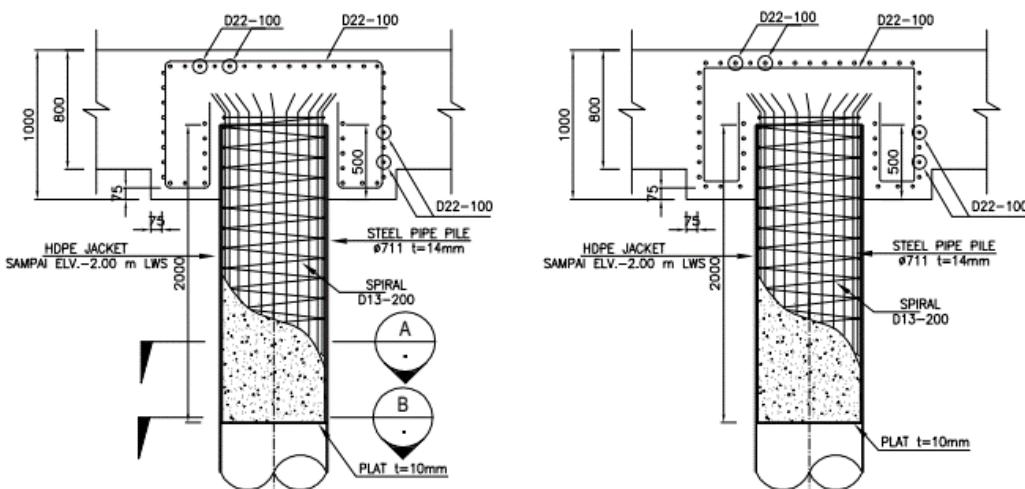
Gambar 3.15 Detail penulangan kepala tiang 812 dan pilecap jetty



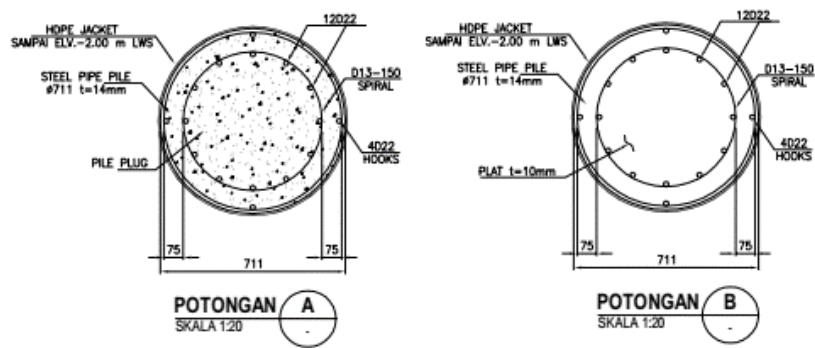
Gambar 3.16 Detail potongan penulangan kepala tiang 812 jetty

Tabel 3.13 Perhitungan Penulangan kepala tiang Ø 711 Jetty

Plug concrete	Development Length (λd)
	Concrete Strength f_c' 36 Mpa
min. 300 mm	Longitudinal Dia. db 22 mm
	Confinement Dia. ds 13 mm
λd	Yield Strength Fy 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
db <19mm	db <22 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	$\ell_d = \left(\frac{f_y \cdot \psi_t \cdot \psi_e}{1.7 \cdot \lambda \cdot \sqrt{f_c'}} \right) \times d_b$ 1177.647 mm
Longitudinal Reinf. (As)	Longitudinal Reinf. (As)
Pile Dia. D 711.2 mm	volumetric ratio p 1% (1%~4%)
volumetric ratio p 1%	Longitudinal Reinf. (As) As 3972.587 mm²
Longitudinal Reinf. (As) As 3972.587 mm²	number of rebar n 10.45053 --> use 12D22
Confining Reinf. (ps)	Confining Reinf. (ps)
Core concrete Dia. D' 687.2 mm	Core concrete Dia. D' 687.2 mm
Gross cross section Ag 397258.7 mm²	Gross cross section Ag 397258.7 mm²
Core cross section Ac 370899.4 mm²	Core cross section Ac 370899.4 mm²
$\rho_s = 0.45 \left(\frac{A_g - 1}{A_c} \right) \frac{f_c}{f_y}$	$\rho_s = 0.45 \left(\frac{A_g - 1}{A_c} \right) \frac{f_c}{f_y}$
Bar cross section Asp 132.7323 mm²	Bar cross section Asp 132.7323 mm²
Spacing s $\frac{4 \cdot A_{sp}}{D' \cdot \rho_s}$ 281.8457 mm	Spacing s $\frac{4 \cdot A_{sp}}{D' \cdot \rho_s}$ 281.8457 mm use D13-150mm



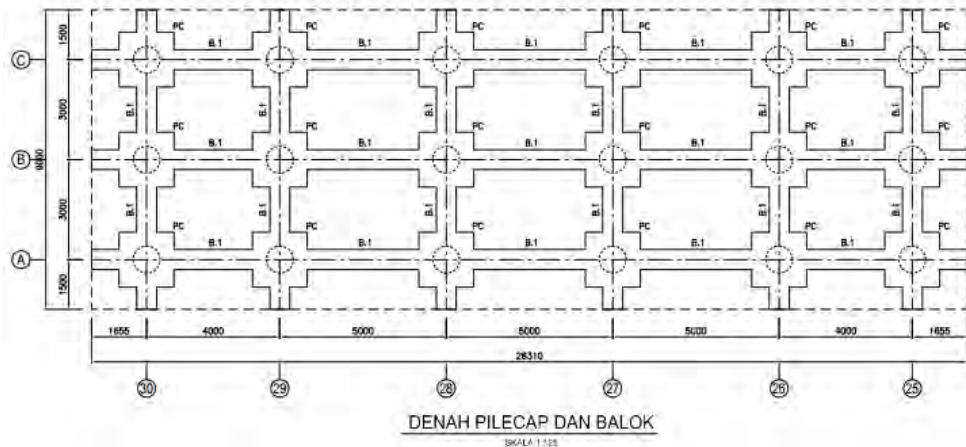
Gambar 3.17 Detail penulangan kepala tiang 711 dan pilecap jetty



Gambar 3.18 Detail penulangan kepala tiang jetty

3.5.3 Tulangan Balok

Secara umum hanya terdapat 1 macam ukuran balok pada strukur 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
Strength Reduction (ϕ)	=	0.9	λ
Shear Reduction (ϕ)	=	0.75	β_1
			= 0.79285714
2.			
Dimensi			
Tinggi Balok (H)	=	800	mm
Lebar Balok (B)	=	600	mm
Selimut (d)	=	75	mm
			Tinggi Efektif (d)
			= 702.5 mm
3. Beban			
Momen Tul Atas Tumpuan	=	49.4	Ton m
Momen Tul Bawah			= 494000000 Nmm
Tumpuan	=	42.38	Ton m
Momen Tul Atas Lapangan	=	47.07	
Momen Tul Bawah Lapangan	=	47.07	
Shear Tumpuan (Vu)	=	24.31	Ton
Shear Lapangan (Vu)	=	24.31	Ton
Torsi (Tu)	=	6.67	Ton m
Momen saat Torsi	=	5.71	Ton m
Shear saat Torsi	=	7.23	Ton
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 mm ²	As = 1721.7275 mm ²
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 mm ²	As = 1918.26978 mm ²
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 mm ²	
Av = 265.464579 mm ²	
Tumpuan	
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 ijinkan	
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
Lapangan	
Vn = 324133.333 N	
Vc = 429930 N	
Vs = -105796.67 N	
D) Torsi	
Luas Penampang = 480000 mm	
Keliling = 2800 mm	
Torsi Ijin = 30733714 Nmm	
Check Torsion =	Diperlukan Tulangan Torsi
1. Section Check	
Poh = 2096 mm ²	
Aoh = 264576 mm ²	
Dimension Check = 1.1872654	
Harus lebih kecil dari = 3.765	
Section Ok	
2. Shear Check	
Ao = 224889.6 mm ²	At = 83.045192 mm ²
Tn = 88933333 Nmm	Av = 265.464579 mm ²
At/s = 0.4943166 mm	av+2at = 431.554963 mm ²
Av/s = 1.5801463 mm	Av+2at min = 93.744 mm ²
Avt/s = 2.5687795 mm	Tdk boleh kurang dari = 88.2 mm ²
Shear OK	
3. Longitudinal Reinforcing for Torsion	
Al = 1036.0876 mm ²	Al minimum = 1987.91237 mm ²
Al di ambil = 1987.9124 mm ²	

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
ρ_b	=	0.0363921	ρ_b	=	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
ρ_b	=	0.0363921	ρ_b	=	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*b*d*fc^0.5				=	1669140 N
0.33*b*d*fc^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 Diijinkan			Jarak Sengkang Maksimum yang Diijinkan		
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 mm ²			
Aoh	=	264576 mm ²			Section Ok
Dimension Check	=	1.3140814			
Harus lebih kecil dari	=	3.765			
2. Shear Check					
Ao	=	224889.6 mm ²	At	=	92.8811292 mm ²
Tn	=	99466667 Nmm	Av	=	265.464579 mm ²
At/s	=	0.5528639 mm	av+2at	=	451.226838 mm ²
Av/s	=	1.5801463 mm	Av+2at min	=	93.744 mm ²
Avt/s	=	2.685874 mm	Tdk boleh kurang dari	=	88.2 mm ²
			Shear OK		
3. Longitudinal Reinforcing for Torsion					
Al	=	1158.8027 mm ²	Al minimum	=	1865.19734 mm ²
Al di ambil	=	1865.1973 mm ²			
d	=	19 mm			
Jumlah tulangan	=	6.5785125 Buah			

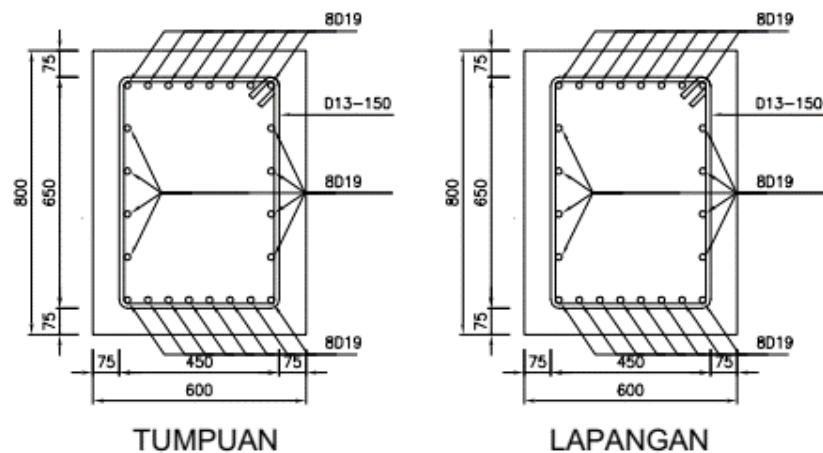
Berdasarkan perhitungan pada Tabel Penulangan Balok, didapat jumlah tulangan adalah 8D19 untuk tumpuan dan 8D19 untuk lapangan. Sengkang yang digunakan adalah 2 kaki yaitu D13-150 untuk tumpuan dan lapangan.

(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.

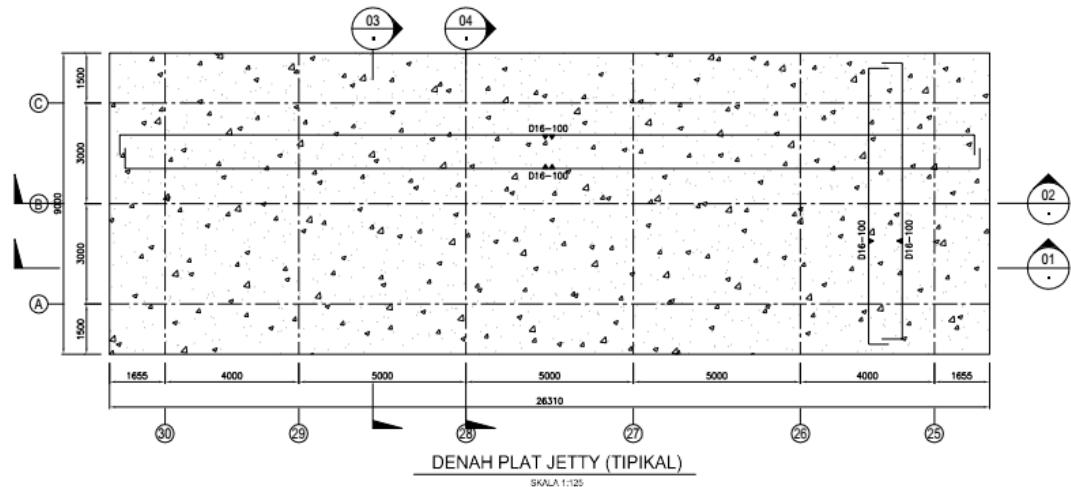
Tabel 3.22 Gaya Dalam Ultimate Pada Pelat jetty

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

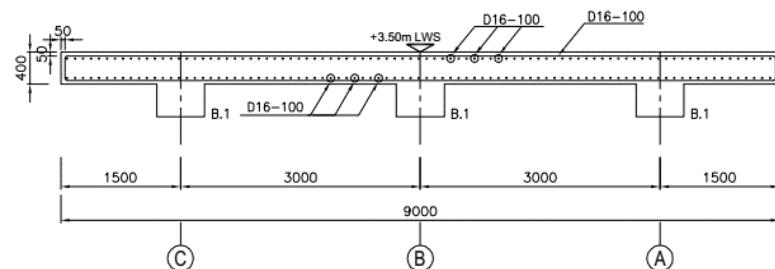
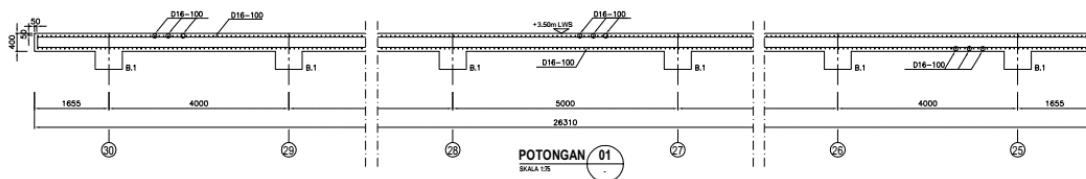
Tabel 3.21 Penulangan Pelat jetty

1. Material Properties	
F'c	= 36 Mpa
2. Dimensi	
Tebal Pelat	= 400 mm
Selimut (d)	= 50 mm
3. Beban	
Momen	= 21.46 Ton m
4) Penulangan	
Rn	= 2.038614 m
β_1	= 0.792857 ρ
ρ_{min}	= 0.0018 ρ_{max}
Diambil 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