

TUGAS AKHIR

**ANALISIS PERENCANAAN DESAIN CATWALK (CT10-CT14) THE
REFINERY DEVELOPMENT MASTER PLAN (RDMP) PROJECT RU V
PADA DERMAGA JETTY PERTAMINA BALIKPAPAN KALIMANTAN
TIMUR**

*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Akademis dalam Menyelesaikan Program
Sarjana (Strata-1) Teknik Sipil Universitas Sangga Buana Yayasan Pendidikan
Keuangan dan Perbankan Bandung*

Disusun Oleh:

PUTRI PERMATA JOHARA

2112191086



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SANGGA BUANA
YAYASAN PENDIDIKAN KEUANGAN DAN PERBANKAN
BANDUNG
2023**

**LEMBAR PENGESAHAN DAN PERSETUJUAN
TUGAS AKHIR**

**ANALISIS PERENCANAAN DESAIN CATWALK (CT10-CT14) THE
REFINERY DEVELOPMENT MASTER PLAN (RDMP) PROJECT RU V
PADA DERMAGA JETTY PERTAMINA BALIKPAPAN KALIMANTAN
TIMUR**

Disusun oleh:

Putri Permata Johara

2112191086

Laporan Tugas Akhir ini diperiksa dan disetujui sebagai kelengkapan persyaratan kelulusan dan guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sangga Buana YPKP Bandung

Disetujui dan Disahkan
Dosen Pembimbing

Ir. Muhammad Ryanto, MT

NIK: 432.200.175

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik
Universitas Sangga Buana YPKP

Ketua Program Studi Teknik Sipil
Universitas Sangga Buana YPKP

Slamet Risnanto, ST., M.Kom
NIK: 432.200.125

Muhammad Syukri, ST., MT
NIK: 432.200.200

HALAMAN PERSEMBAHAN

“Menghargai manusia sebagai manusia. Cari yang buat kamu senang dan hargai kesenangan orang lain. Jadilah manusia sama-sama.”

“Harus ada spasi agar tulisan bisa terbaca, harus ada jeda agar kalimat bisa tereja, harus ada henti agar langkah salah dapat diperbaiki, mari terus mendewasakan, agar mengerti kapan harus berhenti dan kapan melangkah lagi.”

- Ustadzah Halimah Alaydrus-



Tiada lembar yang paling indah dalam laporan Tugas Akhir ini kecuali lembar persembahan. Tugas Akhir ini saya persembahkan khusus untuk:

1. Cinta pertama penulis Ayahanda Asep Bara Johara, dan pintu surga penulis Ibunda Eulis Suningsih sebagai wujud jawaban dan tanggung jawab atas kepercayaan yang telah diamanatkan kepadaku serta kasih sayang, kesabaran yang tulus ikhlas membesarkan, merawat, serta selalu mendoakan ku selama menempuh dan menyelesaikan studi S1. Kebahagiaan dan rasa bangga kalian menjadi tujuan hidupku. Semoga Allah senantiasa memuliakan kalian baik di dunia maupun di akhirat. Aamiin.
2. Saudara kandungku, Angga Permana Johara, Gilang Purnama Johara, dan Almh Hasya Puspita Johara, yang selalu memberikan dorongan dan motivasi hingga bisa ke tahap saat ini.
3. Diri saya sendiri, Putri Permata Johara, yang telah bekerja keras dan berjuang sejauh ini serta mampu menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan sebaik dan semaksimal mungkin. Ini merupakan pencapaian yang patut dibanggakan untuk diri sendiri.

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya menyatakan bahwa Tugas Akhir yang berjudul “**Analisis Perencanaan Desain *Catwalk* (Ct10-Ct14) *The Refinery Development Master Plan (RDMP) Project RU V Pada Dermaga Jetty Pertamina Balikpapan Kalimantan Timur***” ini merupakan hasil dari penelitian saya sendiri dan bukan merupakan hasil plagiasi dari karya orang lain. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan Tugas Akhir yang saya kutip dari karya tulis orang lain telah dituliskan dalam sumbernya secara jelas sesuai norma, kaidah, dan etika penulisan karya ilmiah. Apabila dikemudian hari ditemukan hal-hal yang melanggar etika keilmuan dalam penulisan laporan ini, maka saya siap menanggung resiko dan sanksi yang berlaku.

Bandung, Agustus 2023
Pembuat Pernyataan,

Putri Permata Johara
2112191086

**ANALISIS PERENCANAAN DESAIN CATWALK (CT10-CT14) *THE*
REFINERY DEVELOPMENT MASTER PLAN (RDMP) PROJECT RU V
PADA DERMAGA JETTY PERTAMINA BALIKPAPAN KALIMANTAN
TIMUR**

Oleh:

Putri Permata Johara

Sebuah tugas akhir yang diajukan untuk memenuhi salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sangga Buana YPKP Bandung

© Putri Permata Johara 2023
Universitas Sangga Buana – YPKP
2023

Hak Cipta dilindungi oleh undang-undang
Tugas Akhir ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian
Dengan dicetak ulang, di fotokopi atau cara lainnya tanpa izin dari penulis.

**ANALISIS PERENCANAAN DESAIN CATWALK (CT10-CT14) THE
REFINERY DEVELOPMENT MASTER PLAN (RDMP) PROJECT RU V
PADA DERMAGA JETTY PERTAMINA BALIKPAPAN KALIMANTAN
TIMUR**

PUTRI PERMATA JOHARA

2112191086

ABSTRAK

Proyek Refinery Development Master Plan RU V di Balikpapan Kalimantan Timur adalah proyek strategis nasional yang dilaksanakan pemerintah upaya pencegahan penurunan ketahanan energi nasional untuk pemulihan perekonomian pasca pandemic covid-19.

Tugas akhir ini membahas struktur *catwalk* pada dermaga jetty PT. Pertamina Balikpapan Kalimantan Timur, yaitu jembatan yang berfungsi penghubung antar dermaga (*loading platform*) dengan *breasting dolphin*, penghubung antar *mooring* dengan *breasting dolphin*, serta penghubung antar *mooring dolphin*. Struktur *catwalk* didesain berdasarkan kriteria desain dan standar yang berlaku dengan mempertimbangkan kondisi lingkungan dan beban-beban yang terjadi pada *catwalk* yang terdiri dari beban mati, beban hidup, beban tes, beban panas, beban gelombang, beban arus, beban angin, dan beban gempa.

Hasil analisis pada struktur *catwalk* dengan beton bertulang digunakan beton dengan $f_c' = 35$ Mpa dan pada *steel Pipe Pile* digunakan spesifikasi $f_y = 250$ Mpa dan $F_u = 400$ Mpa, pada analisis perencanaan struktur *catwalk* digunakan *Software SAP2000* versi 21, dan yang menjadi acuan pada analisis ini adalah AISC – ASD89 dan ACI318M-14. Nilai *capacity ratio* terbesar yang diperoleh adalah CT10 = 0.0009, CT11= 0.012 , CT12 = 0.315, CT13 = 0.307, CT14 = 0.882, dan CTS7,8 = 0.361, sehingga tiang pancang masih aman digunakan.

Kata Kunci: *Catwalk, Tiang Pancang, Steel Stress Ratio, Beton Bertulang*

**CATWALK DESIGN PLANNING ANALYSIS (CT10-CT14) THE REFINERY
DEVELOPMENT MASTER PLAN (RDMP) PROJECT RU V AT
PERTAMINA BALIKPAPAN JETTY PIER, EAST KALIMANTAN**

PUTRI PERMATA JOHARA

2112191086

ABSTRACT

The Refinery Development Mater Plan RU V Project in Balikpapan, East Kalimantan is a national strategic project implemented by the government in a effort to prevent a decline in national energy security for economic recovery after the covid-19 pandemic.

This final project discusses of the catwalk at the jetty of PT. Pertamina Balikpapan East Kalimantan, which is a bridge that fuctions as a link between the docks (loading platforms) and breasting dolphins, link between moorings and breasting dolphins, and link between moorings dolphins. The structure of the catwalk is designed based on design criteria and applicable standards taking into account environmental conditions and loads that occur on the catwalk consisting of dead loads, live loads, test loads, heat loads, wave loads, current loads, wind loads and earthquake loads.

The results of the analysis on the catwalk structure with reinforced concrete used concrete with $f_c' = 35$ Mpa and for the steel pipe pile specifications $f_y = 250$ Mpa and $f_u = 400$ Mpa, in the catwalk structure planning analysis used software SAP2000 version 21, and the references in this analysis were AISC – ASD89 and ACI318M-14. The largest capacity ratio values obtained were $CT10 = 0.0009$, $CT11 = 0.012$, $CT12 = 0.315$, $CT13 = 0.307$, $CT14 = 0.882$, dan $CTS7,8 = 0.361$, so the piles are still safe to used.

Keywords: Catwalk, Steel Pipe Pile, Steel Stress Ratio, Reinforced Concrete

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat-nya yang dilimpahkan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini yang berjudul **"ANALISIS PERENCANAAN DESAIN CATWALK (CT10-CT14) THE REFINERY DEVELOPMENT MASTER PLAN (RDMP) PROJECT RU V PADA DERMAGA JETTY PERTAMINA BALIKPAPAN KALIMANTAN TIMUR"** dapat diselesaikan.

Tujuan dari penulisan Tugas Akhir ini adalah syarat Akademis dalam menyelesaikan Pendidikan Tingkat Sarjana untuk (Strata-1) Teknik Sipil-Fakultas Teknik Universitas Sangga Buana (USB-YPKP).

Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan adanya bimbingan, arahan serta dukungan dari berbagai pihak, oleh karena itu penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Allah SWT karena atas Rahmat dan Karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir Ini.
2. Bapak Dr. Didin Saepudin, SE., M.Si. selaku Rektor Universitas Sangga Buana (USB) YPKP Bandung.
3. Bapak Dr. Teguh Nurhadi Suharsono, ST., MT. Selaku Wakil Rektor I Universitas Sangga Buana (USB) YPKP Bandung.
4. Bapak Bambang Susanto, SE., M.Si. Selaku Wakil Rektor II Universitas Sangga Buana (USB) YPKP Bandung.
5. Ibu Dr. Nurhaeni Sikki, S.A.P., M.A.P. Selaku Wakil Rektor III Universitas Sangga Buana (USB) YPKP Bandung.
6. Bapak Slamet Risnanto, ST, M.Kom. Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Sangga Buana (USB) YPKP Bandung.
7. Bapak Muhammad Syukri, ST., MT. Selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Sangga Buana (USB) YPKP Bandung.
8. Bapak Ir. H. Chandra Afriade Siregar, ST., M.T, IPU. Selaku Wali Dosen Teknik Sipil Universitas Sangga Buana (USB) YPKP Bandung
9. Bapak Ir. Muhammad Ryanto, MT. Selaku Dosen Pembimbing yang telah memotivasi dan membimbing selama penyusunan Tugas Akhir ini

10. Bapak Sangga Jabar, ST. Selaku Asisten Dosen Pembimbing yang telah membantu, memotivasi, dan membimbing selama penyusunan Tugas Akhir.
11. Bapak Drs. Rosadi, MT, selaku Kepala Laboratorium Prodi Teknik Sipil Universitas Sangga Buana (USB) YPKP Bandung.
12. Teristimewa Kepada Orang Tua yang saya cintai yaitu Ayahanda Asep Bara Johara, Ibunda Eulis Suningsih, serta seluruh keluarga besar yang telah mendo'akan dan memberi motivasi, bimbingan, dan arahan serta dorongan baik moril, spiritual, maupun materil.
13. Saudara Kandung dan kaka ipar yang selalu menghibur, memberikan semangat, memberikan doa serta motivasi selama ini sehingga terselesaikan Tugas Akhir ini.
14. Muhammad Bilal Bimantara Johara, keponakanku terimakasih sudah menjadi *moodbooster* disaat penulis sedang menyusun Tugas Akhir ini.
15. Rekan-rekan angkatan 2019. Khususnya Hana Hermadiana Putri, Nabila Oktaviani, Riska Nursifa yang senantiasa saling mendukung dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
16. Terakhir, untuk seseorang yang belum bisa kutuliskan dengan jelas namanya disini, namun sudah tertulis jelas di *Lauhul Mahfudz* untukku. Terimakasih sudah menjadi salah satu motivasi penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini sebagai salah satu bentuk penulis dalam memantaskan diri. Meskipun saat ini penulis tidak tahu keberadaanmu entah di bumi bagian mana dan menggenggam tangan siapa. Seperti kata Bj Habibie "kalau memang dia dilahirkan untuk saya, kamu jungkir balik pun saya yang dapat".

Akhir kata penulis berharap agar Tugas Akhir ini bermanfaat bagi para pembaca umumnya dan saya pribadi khususnya selaku penulis. Atas segala perhatiannya, kami ucapkan terima kasih.

Bandung, Agustus 2023

Putri Permata Johara
2112191086

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL.....	xix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang Masalah.....	1
1.2. Rumusan Masalah	5
1.3. Tujuan Penelitian	5
1.4. Manfaat Penelitian	6
1.5. Batasan Masalah.....	6
1.6. Sistematika Penulisan	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	8
2.1. Pengetian Transportasi	8
2.1.1. Definisi Kapal	8
2.2. Pengertian Pelabuhan	10
2.3. Macam-Macam Pelabuhan.....	12
2.4. Gelombang	20
2.4.1. Teori Gelombang <i>Airy</i>	21
2.4.2. Refraksi Gelombang.....	22
2.4.3. Difraksi Gelombang	23
2.4.4. Gelombang Laut Dalam Ekuivalen	24
2.4.5. Refleksi Gelombang.....	25
2.4.6. Gelombang Pecah.....	26
2.4.7. Gelombang Alam	26
2.4.8. Pembangkitan Gelombang	27
2.5. Perencanaan Dermaga.....	27
2.5.1. Pengertian Dermaga	28
2.5.2. Tipe Dermaga.....	29
2.5.3. Pemilihan Tipe Dermaga.....	30
2.6. Perencanaan Dimensi Dermaga	31

2.6.1.	Elevasi Dermaga	31
2.6.2.	Panjang Dermaga	32
2.6.3.	Lebar Dermaga.....	33
2.6.4.	Kedalaman Dermaga.....	33
2.7.	Data Perencanaan Dermaga	33
2.7.1.	Pasang Surut.....	33
2.7.2.	Arus	33
2.7.3.	Angin.....	34
2.7.4.	Tanah.....	34
2.8.	Struktur Dermaga.....	34
2.8.1.	Jetty	35
2.9.	Struktur <i>Catwalk</i> Pada Dermaga.....	36
2.9.1.	Metode Pelaksanaan <i>Catwalk</i>	36
2.9.2.	Pembebanan Pada <i>Catwalk</i>	37
2.10.	Analisis Struktur dan Penulangan	38
2.10.1.	Penulangan Pada Plat	38
2.10.2.	Kontrol Stabilitas Lendutan Plat	38
2.10.3.	Penulangan Pada Balok	38
2.11.	Struktur Beton	38
2.11.1.	Kualitas Bahan Beton	39
2.12.	Struktur Beton Bertulang	39
2.13.	<i>Pile Cap</i>	40
2.13.1.	Kedalaman <i>Pile Cap</i>	41
2.13.2.	Perencanaan <i>Pile Cap</i>	41
2.13.3.	Pekerjaan <i>Pile Cap</i>	42
2.14.	Struktur Baja	45
2.14.1.	Baja Sebagai Bahan Struktur	46
2.14.2.	Bentuk Profil Baja.....	46
2.14.3.	Sifat-Sifat Baja	48
2.14.4.	Keuntungan dan Kelemahan Struktur Baja.....	48
2.14.5.	Alat Sambung Pada Konstruksi Baja	49
2.15.	Pondasi Tiang Pancang	49

2.15.1. Jenis-Jenis Tiang Pancang	51
2.15.2. Pemancangan Pondasi Tiang Pancang	52
2.15.3. Kapasitas Tiang Pancang	52
2.15.4. Kualitas Bahan Pondasi Tiang Pancang	52
2.15.4.1. Kekuatan (Daya Sukung Tiang).....	53
2.15.4.2. Keadaan Fisik Tiang	53
2.15.5. Pemotongan Pipa Tiang Pancang.....	54
2.16. Konsep Dasar Perencanaan Struktur Tahan Gempa	54
2.16.1. Faktor Keutamaan	55
2.16.2. Parameter Percepatan Spektral Desain.....	55
2.16.3. Spektrum <i>Respons</i> Desain.....	55
2.17. Pengaruh Gempa	56
2.18. Sistem Struktur Beton Bertulang Penahan Gempa Seismik	57
2.18.1. Gaya Seismik	57
BAB III METODOLOGI.....	58
3.1. Diagram Alir	58
3.2. Studi Literatur	59
3.3. Data Perencanaan	59
3.3.1. Data Umum Perencanaan Dermaga	59
3.3.2. Data Umum <i>Catwalk</i>	60
3.3.3. Properti Bahan.....	69
3.3.4. Bagian Pracetak.....	70
3.3.5. Elevasi <i>Catwalk</i>	70
3.3.6. Dimensi <i>Catwalk</i>	71
3.3.7. Dimensi Kepala Tumpukan.....	71
3.3.8. Baja	71
3.4. Perencanaan Pembebanan Struktur <i>Catwalk</i>	73
3.4.1. Beban Mati	73
3.4.2. Beban Pipa	74
3.4.3. Beban Listrik dan Instrumentasi	75
3.4.4. Beban Hidup	75
3.4.5. Beban Pemeliharaan.....	76

3.4.6.	Beban Gelombang.....	77
3.4.7.	Beban Saat Ini	77
3.4.8.	Beban Angin (WX dan WZ)	78
3.4.9.	Beban Seismik (E)	79
BAB IV PENGOLAHAN DATA.....		81
4.1.	Permodelan Struktur.....	81
4.1.1.	Permodelan Struktur <i>Catwalk</i>	81
4.2.	Simbol Pembebanan	84
4.3.	Perencanaan Pembebanan <i>Catwalk</i> 10-14 dan <i>Catwalk Support</i> 7, 8	86
4.3.1.	Beban Mati.....	86
4.3.1.1.	Beban yang Tidak DiAnalisis (DSW).....	86
4.3.1.2.	Beban yang Dianalisis	86
4.3.1.3.	Beban Struktur Yang Tidak Dimodelkan (DS).....	86
4.3.1.4.	Beban Peralatan Listrik (DEL).....	92
4.3.1.5.	Beban Pipa Kosong (DPE).....	96
4.3.2.	Beban Hidup	97
4.3.2.1.	Beban Hidup Lantai (LF)	98
4.3.2.2.	Beban Pemeliharaan (ML)	101
4.3.2.3.	Beban Operasi Pipa (FPO)	105
4.3.3.	Beban Tes.....	106
4.3.3.1.	Beban Tes Pipa (T).....	106
4.3.4.	Beban Panas	107
4.3.4.1.	Beban Gesekan Pipa (TF)	107
4.3.4.2.	Beban Thermal (TE).....	108
4.3.5.	Beban Gelombang (WVX dan WVZ)	109
4.3.6.	Beban Arus (CX dan CZ)	110
4.3.7.	Beban Angin (WX dan WZ).....	112
4.3.8.	Beban Gempa.....	117
4.4.	Kombinasi Pembebanan	123
4.4.1.	Kombinasi Beban Untuk Desain Beton	123
4.4.2.	Kombinasi Beban Untuk Desain Baja Struktural	129
4.5.	Hasil Pengecekan <i>Steel Stress Ratio</i>	135

4.6. Analisis Tulangan.....	162
BAB V PENUTUP.....	188
5.1. Kesimpulan	188
5.2. Saran.....	189
DAFTAR PUSTAKA	190
LAMPIRAN 1 DATA <i>STEEL PIPE PILE</i>	191
LAMPIRAN 2 <i>STEEL SECTION CHEK</i>	194

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Pelabuhan Proyek Jetty 6A, RDMP RU V Balikpapan, PT. Pertamina Balikpapan, Indonesia	1
Gambar 1.2 Wilayah Kota Balikpapan, Kalimantan Timur, Indonesia	3
Gambar 1.3 Lokasi Proyek Jetty 6A, RDMP RU V Balikpapan, PT. Pertamina Balikpapan, Indonesia	3
Gambar 1.4 <i>Layout</i> Perencanaan <i>Catwalk</i> 10-14 Dermaga Jetty 6A.....	4
Gambar 1.5 <i>Layout</i> Perencanaan <i>Catwalk Support</i> 7 dan 8 Dermaga Jetty 6A.....	4
Gambar 1.6 <i>Catwalk</i> Dermaga	4
Gambar 2.1 Dimensi Kapal.....	8
Gambar 2.2 Kapal Tanker	9
Gambar 2.3 Pelabuhan Jetty, Balikpapan	12
Gambar 2.4 Wilayah Pengelolaan Pelabuhan Di Indonesia.....	13
Gambar 2.5 Pelabuhan Ikan	15
Gambar 2.6 Pelabuhan Minyak.....	16
Gambar 2.7 Sketsa Terminal Barang Umum	17
Gambar 2.8 Pelabuhan Penumpang	17
Gambar 2.9 Pelabuhan Buatan	19
Gambar 2.10 Pelabuhan Semi Alam	19
Gambar 2.11 Pelabuhan Semi Alam	20
Gambar 2.12 Gelombang <i>Airy</i>	21
Gambar 2.13 Refraksi Gelombang.....	22
Gambar 2.14 Difraksi Gelombang Di Belakang Rintangan	24
Gambar 2.15 Gelombang Datang Membentuk Sudut Terhadap Celah	24
Gambar 2.16 Dermaga Jetty Pertamina Balikpapan, Kalimantan Timur.....	28
Gambar 2.17 Tampang Dermaga	28
Gambar 2.18 Tipe Dermaga	29
Gambar 2.19 Dermaga Tipe Jetty	30
Gambar 2.20 Pertimbangan Dalam Menentukan Pembuatan <i>Wharf</i> Tipe Tertutup (Turap) dan Tipe Terbuka (Tiang Pancang).....	31
Gambar 2.21 Elevasi Lantai Dermaga	31

Gambar 2.22 Jetty Untuk Kapal Tanker Atau LNG	35
Gambar 2.23 Jetty Untuk bertambat Tiga Kapal	36
Gambar 2.24 <i>Catwalk</i> Dermaga.....	37
Gambar 2.25 Pemasangan Beton Ppada <i>Catwalk Support</i>	39
Gambar 2.26 Regangan dan Tegangan Pada Beton Bertulang	40
Gambar 2.27 Konstruksi <i>Pile Cap</i>	40
Gambar 2.28 Contoh Tulangan Spiral Isian Tiang Pancang.....	42
Gambar 2.29 Contoh Cincin Tiang Pancang.....	43
Gambar 2.30 <i>Temporary Support</i>	44
Gambar 2.31 Contoh Bekisting dan Penulangan <i>Pile Cap</i>	44
Gambar 2.32 Struktur Baja	45
Gambar 2.33 <i>Standard Rolled Shapes</i>	47
Gambar 2.34 <i>Standard Cold Formed Shapes</i>	48
Gambar 2.35 Struktur Pondasi Pancang Pada Dermaga Jetty.....	51
Gambar 2.36 Spektrum <i>Respons</i> Desain.....	56
Gambar 3.1 Diagram Alir	58
Gambar 3.2 <i>Layout</i> Jetty 6A, Balikpapan, Kalimantan Timur	60
Gambar 3.3 Tampak Atas <i>Catwalk</i> (CT10A- dan CT10B).....	61
Gambar 3.4 Tampak Samping <i>Catwalk</i> (CT10A-CT10B)	61
Gambar 3.5 Tampak Atas dan Samping <i>Catwalk</i> (CT11)	62
Gambar 3.6 Tampak Atas dan Samping <i>Catwalk</i> (CT12)	62
Gambar 3.7 Tampak Atas dan Samping <i>Catwalk</i> (CT13)	63
Gambar 3.8 Tampak Atas dan Samping <i>Catwalk</i> (CT14)	63
Gambar 3.9 Detail Penyangga Perantara <i>Catwalk</i> CTS2-CTS8	64
Gambar 3.10 <i>Pile Cap</i> <i>Catwalk</i> Bagian D	64
Gambar 3.11 Dimensi Susunan Tulangan Atas CTS2, CTS4, CTS6, CTS7, CTS8	65
Gambar 3.12 Dimensi Susunan Tulangan Bawah CTS1-CTS8	65
Gambar 3.13 <i>Pile Cap</i> <i>Catwalk</i> Bagian F.....	66
Gambar 3.14 <i>Pile Cap</i> <i>Catwalk</i> Bagian G	67
Gambar 3.15 Dimensi Tiang Pancang Tipe A dan D.....	68
Gambar 3.16 Elevasi <i>Catwalk</i> Bagian A dan D.....	68

Gambar 3.17 Pracetak Beton.....	70
Gambar 3.18 Dimensi Kepala Tiang.....	71
Gambar 3.19 Grafik <i>Design Response Spectra</i>	80
Gambar 4.1 Permodelan Struktur <i>Catwalk</i> 10	82
Gambar 4.2 Permodelan Struktur <i>Catwalk</i> 11	82
Gambar 4.3 Permodelan Struktur <i>Catwalk</i> 12	83
Gambar 4.4 Permodelan Struktur <i>Catwalk</i> 13	83
Gambar 4.5 Permodelan Struktur <i>Catwalk</i> 14	83
Gambar 4.6 Permodelan Struktur <i>Catwalk Support</i> 7 dan 8.....	84
Gambar 4.7 Beban <i>Handrail</i> yang diterima Struktur <i>Catwalk</i> 10	87
Gambar 4.8 Beban <i>Grating</i> Struktur <i>Catwalk</i> 10.....	87
Gambar 4.9 Beban <i>Handrail</i> Struktur <i>Catwalk</i> 11	88
Gambar 4.10 Beban <i>Grating</i> Struktur <i>Catwalk</i> 11	88
Gambar 4.11 Beban <i>Handrail</i> Struktur <i>Catwalk</i> 12	88
Gambar 4.12 Beban <i>Grating</i> Struktur <i>Catwalk</i> 12	89
Gambar 4.13 Beban <i>Handrail</i> Struktur <i>Catwalk</i> 13	89
Gambar 4.14 Beban <i>Grating</i> Struktur <i>Catwalk</i> 13	89
Gambar 4.15 Beban <i>Handrail</i> Struktur <i>Catwalk</i> 14	90
Gambar 4.16 Beban <i>Grating</i> Struktur <i>Catwalk</i> 14	90
Gambar 4.17 Beban Struktur yang Tidak Dimodelkan pada <i>Catwalk Support</i> 7 dan 8.....	91
Gambar 4.18 Beban Peralatan Listrik yang Diterima Struktur <i>Catwalk</i> 10.....	92
Gambar 4.19 Beban Peralatan Listrik yang Diterima Struktur <i>Catwalk</i> 11.....	93
Gambar 4.20 Beban Peralatan Listrik yang Diterima Struktur <i>Catwalk</i> 12.....	93
Gambar 4.21 Beban Peralatan Listrik yang Diterima Struktur <i>Catwalk</i> 13.....	94
Gambar 4.22 Beban Peralatan Listrik yang Diterima Struktur <i>Catwalk</i> 14.....	94
Gambar 4.23 Beban Peralatan Listrik yang Diterima Struktur <i>CTS</i> 7, 8.....	95
Gambar 4.24 Beban Pipa Kosong yang Diterima Struktur <i>Catwalk</i> 11.....	96
Gambar 4.25 Beban Pipa Kosong yang Diterima Struktur <i>Catwalk</i> 12.....	96
Gambar 4.26 Beban Pipa Kosong yang Diterima Struktur <i>CTS</i> 7, 8.....	97
Gambar 4.27 Beban Hidup Lantai yang Diterima Struktur <i>Catwalk</i> 10.....	98
Gambar 4.28 Beban Hidup Lantai yang Diterima Struktur <i>Catwalk</i> 11	98

Gambar 4.29 Beban Hidup Lantai yang Diterima Struktur <i>Catwalk</i> 12.....	99
Gambar 4.30 Beban Hidup Lantai yang Diterima Struktur <i>Catwalk</i> 13.....	99
Gambar 4.31 Beban Hidup Lantai yang Diterima Struktur <i>Catwalk</i> 14.....	100
Gambar 4.32 Beban Hidup Lantai yang Diterima Struktur <i>CTS</i> 7, 8	100
Gambar 4.33 Beban Hidup Lantai yang Diterima Struktur <i>CTS</i> 7, 8	101
Gambar 4.34 Beban Pemeliharaan yang Diterima Struktur <i>Catwalk</i> 10	102
Gambar 4.35 Beban Pemeliharaan yang Diterima Struktur <i>Catwalk</i> 11	102
Gambar 4.36 Beban Pemeliharaan yang Diterima Struktur <i>Catwalk</i> 12	102
Gambar 4.37 Beban Pemeliharaan yang Diterima Struktur <i>Catwalk</i> 13	103
Gambar 4.38 Beban Pemeliharaan yang Diterima Struktur <i>Catwalk</i> 14	103
Gambar 4.39 Beban Pemeliharaan yang Diterima Struktur <i>CTS</i> 7 , 8.....	104
Gambar 4.40 Beban Pemeliharaan yang Diterima Struktur <i>CTS</i> 7 , 8.....	104
Gambar 4.41 Beban Operasi Pipa yang Diterima Struktur <i>Catwalk</i> 11.....	105
Gambar 4.42 Beban Operasi Pipa yang Diterima Struktur <i>Catwalk</i> 12.....	105
Gambar 4.43 Beban Tes Pipa yang Diterima Struktur <i>Catwalk</i> 11	106
Gambar 4.44 Beban Tes Pipa yang Diterima Struktur <i>Catwalk</i> 12	106
Gambar 4.45 Beban Gesekan Pipa yang Diterima Struktur <i>Catwalk</i> 11	107
Gambar 4.46 Beban Gesekan Pipa yang Diterima Struktur <i>Catwalk</i> 12	107
Gambar 4.47 Beban Thermal yang Diterima Struktur <i>Catwalk</i> 11.....	108
Gambar 4.48 Beban Thermal yang Diterima Struktur <i>Catwalk</i> 12.....	108
Gambar 4.49 Beban Gelombang (WVX) yang Diterima Struktur <i>CTS</i> 7, 8.....	109
Gambar 4.50 Beban Gelombang (WVZ) yang Diterima Struktur <i>CTS</i> 7, 8	110
Gambar 4.51 Beban Arus (CX) yang Diterima Struktur <i>CTS</i> 7, 8.....	111
Gambar 4.52 Beban Arus (CZ) yang Diterima Struktur <i>CTS</i> 7, 8.....	111
Gambar 4.53 Beban Angin (WX) yang Diterima Struktur <i>Catwalk</i> 10.....	112
Gambar 4.54 Beban Angin (WZ) yang Diterima Struktur <i>Catwalk</i> 10	112
Gambar 4.55 Beban Angin (WX) yang Diterima Struktur <i>Catwalk</i> 11.....	113
Gambar 4.56 Beban Angin (WZ) yang Diterima Struktur <i>Catwalk</i> 11	113
Gambar 4.57 Beban Angin (WX) yang Diterima Struktur <i>Catwalk</i> 12.....	113
Gambar 4.58 Beban Angin (WZ) yang Diterima Struktur <i>Catwalk</i> 12	114
Gambar 4.59 Beban Angin (WX) yang Diterima Struktur <i>Catwalk</i> 13.....	114
Gambar 4.60 Beban Angin (WZ) yang Diterima Struktur <i>Catwalk</i> 13	114

Gambar 4.61 Beban Angin (WX) yang Diterima Struktur <i>Catwalk</i> 14.....	115
Gambar 4.62 Beban Angin (WZ) yang Diterima Struktur <i>Catwalk</i> 14	115
Gambar 4.63 Beban Angin (WX) yang Diterima Struktur <i>CTS</i> 7, 8	116
Gambar 4.64 Beban Angin (WZ) yang Diterima Struktur <i>CTS</i> 7, 8.....	116
Gambar 4.65 Beban Gempa (EX) yang Diterima Struktur <i>CTS</i> 7, 8.....	121
Gambar 4.66 Beban Gempa (EZ) yang Diterima Struktur <i>CTS</i> 7, 8.....	122
Gambar 4.67 Nilai <i>Steel Stress Ratio</i> Terbesar <i>Catwalk</i> 10.....	136
Gambar 4.68 <i>Output steel Stress Ratio Catwalk</i> 10 oleh SAP 2000.....	136
Gambar 4.69 Nilai <i>Steel Stress Ratio</i> Terbesar <i>Catwalk</i> 11.....	137
Gambar 4.70 <i>Output steel Stress Ratio Catwalk</i> 11 oleh SAP 2000.....	137
Gambar 4.71 Nilai <i>Steel Stress Ratio</i> Terbesar <i>Catwalk</i> 12.....	137
Gambar 4.72 <i>Output steel Stress Ratio Catwalk</i> 11 oleh SAP 2000.....	138
Gambar 4.73 Nilai <i>Steel Stress Ratio</i> Terbesar <i>Catwalk</i> 13.....	138
Gambar 4.74 <i>Output steel Stress Ratio Catwalk</i> 13 oleh SAP 2000.....	138
Gambar 4.75 Nilai <i>Steel Stress Ratio</i> Terbesar <i>Catwalk</i> 14.....	139
Gambar 4.76 <i>Output steel Stress Ratio Catwalk</i> 14 oleh SAP 2000.....	139
Gambar 4.77 Nilai <i>Steel Stress Ratio</i> Terbesar <i>Catwalk Support</i> 7, 8.....	140
Gambar 4.78 <i>Output steel Stress Ratio Catwalk Support</i> 7, 8 oleh SAP 2000....	140
Gambar 4.79 <i>Steel Section Check Catwalk</i> 10	141
Gambar 4.80 <i>Steel Section Check Catwalk</i> 11	143
Gambar 4.81 <i>Steel Section Check Catwalk</i> 12	147
Gambar 4.82 <i>Steel Section Check Catwalk</i> 13	151
Gambar 4.83 <i>Steel Section Check Catwalk</i> 14.....	155
Gambar 4.84 <i>Steel Section Check Catwalk Support</i> 7 dan 8.....	159
Gambar 4.85 <i>Pile Head Dimension</i>	162
Gambar 4.86 <i>Pile Head Treatment</i>	163
Gambar 4.87 Kapasitas Lentur dan Aksial	164
Gambar 4.88 Grafik <i>Pile Head Treatment Capacity Catwalk Support</i>	167
Gambar 4.89 Tipe Ketinggian.....	168
Gambar 4.90 Kunci Geser di dalam Tumpukan Baja	170
Gambar 4.91 <i>Reinforcement Design</i>	171
Gambar 4.92 <i>Momen Max M11</i>	172

Gambar 4.93 <i>Momen Min M11</i>	172
Gambar 4.94 <i>Momen Max M22</i>	173
Gambar 4.95 <i>Momen Min M22</i>	173
Gambar 4.96 <i>One-Way Shear Check</i>	176
Gambar 4.97 <i>Two-Way Shear Check</i>	177
Gambar 4.98 <i>Penampang Beton</i>	178
Gambar 4.99 <i>Lifting Conditon dan Supported Condition</i>	179
Gambar 4.100 <i>Hooked Type</i>	182
Gambar 4.101 <i>Susunan Tulangan Atas (Dukungan Perantara Catwalk 7, 8)</i>	185
Gambar 4.102 <i>Susunan Tulangan Bawah (Dukungan Perantara Catwalk 7, 8)</i> ..	185
Gambar 4.103 <i>Pile Cap Catwalk Bagian G</i>	186
Gambar 4.104 <i>Perawatan Kepala Tiang</i>	186
Gambar 4.105 <i>Detail Pelat Kunci Geser</i>	187
Gambar 4.106 <i>Bagian Detail Pelat Kunci Geser</i>	187

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Karakteristik Kapal (Kapal Tanker Minyak)	10
Tabel 2.2 Koefisien Refleksi.....	25
Tabel 2.3 Elevasi Dermaga Di Atas HWS	32
Tabel 2.4 Faktor Keutamaan Gempa	55
Tabel 3.1 Kualitas Bahan	69
Tabel 3.2 Satuan Berat Bahan.....	69
Tabel 3.3 Elevasi <i>Catwalk</i>	70
Tabel 3.4 Elevasi <i>Catwalk Support 7, 8</i>	70
Tabel 3.5 Dimensi Panjang <i>Catwalk (CT10-CT14)</i>	71
Tabel 3.6 Total Beban Berat Sendiri Struktur (CT10-CT14)	73
Tabel 3.7 Struktur Tidak Dianalisa Beban Pegangan Tangan <i>Catwalk (10-14)</i>	73
Tabel 3.8 Struktur Tidak Dianalisa Beban Kisi <i>Catwalk (CT10-CT14)</i>	74
Tabel 3.9 Struktur Tidak Dianalisa <i>Catwalk Support 7 dan 8</i>	74
Tabel 3.10 Beban Total Pipa Dengan 10% Kontingensi Pada Struktur <i>Catwalk</i> ..	74
Tabel 3.11 Beban Total Pipa Dengan 10% Kontingensi Pada Struktur <i>Catwalk Support 7 dan 8</i>	75
Tabel 3.12 Daftar Peralatan Listrik	75
Tabel 3.13 Beban Peralatan Listrik Terapan.....	75
Tabel 3.14 Beban Hidup Pada Struktur <i>Catwalk</i>	76
Tabel 3.15 Beban Hidup Pada Struktur <i>Catwalk Support 7 dan 8</i>	76
Tabel 3.16 Data Beban Pemeliharaan <i>Catwalk (CT10-CT14)</i>	76
Tabel 3.17 Data Beban Pemeliharaan <i>Catwalk Support 7 dan 8</i>	77
Tabel 3.18 Data Beban Gelombang	77
Tabel 3.19 Data Beban Saat Ini	78
Tabel 3.20 Tekanan Kecepatan Angin	79
Tabel 3.21 Beban Angin Dikepala Tiang Arah Z	79
Tabel 3.22 Parameter Respons Spektral.....	80
Tabel 4.1 Data Struktur <i>Catwalk 10-14 Jetty 6A</i>	81
Tabel 4.2 Data Struktur <i>Catwalk Support 7 dan 8 Jetty 6A</i>	82
Tabel 4.3 Simbol Pembebanan.....	84

Tabel 4.4 Beban Struktur yang Tidak Dimodelkan pada <i>Catwalk</i> 10-14	87
Tabel 4.5 Beban Struktur yang Tidak Dimodelkan pada <i>CTS</i> 7 dan 8	91
Tabel 4.6 Beban Peralatan Listrik pada <i>Catwalk</i> 10-14.....	92
Tabel 4.7 Beban Peralatan Listrik pada <i>Catwalk Support</i> 7 dan 8.....	95
Tabel 4.8 Beban Pipa Kosong pada <i>Catwalk</i> 11 dan 12	96
Tabel 4.9 Beban Pipa Kosong pada <i>Catwalk Support</i> 7 dan 8.....	97
Tabel 4.10 Beban Hidup Lantai pada <i>Catwalk</i> 10-14.....	98
Tabel 4.11 Beban Hidup Lantai pada <i>Catwalk Support</i> 7 dan 8.....	100
Tabel 4.12 Beban Pemeliharaan pada <i>Catwalk</i> 10-14	101
Tabel 4.13 Beban Pemeliharaan pada <i>Catwalk Support</i> 7 dan 8	103
Tabel 4.14 Beban Operasi Pipa pada <i>Catwalk</i> 11 dan 12	105
Tabel 4.15 Beban Tes Pipa pada <i>Catwalk</i> 11 dan 12.....	106
Tabel 4.16 Beban Gesekan Pipa pada <i>Catwalk</i> 11 dan 12.....	107
Tabel 4.17 Beban Thermal Pada <i>Catwalk</i> 11 dan 12.....	108
Tabel 4.18 Beban Gelombang Pada <i>Catwalk Support</i> 7 dan 8	109
Tabel 4.19 Beban Arus pada <i>Catwalk Support</i> 7 dan 8	110
Tabel 4.20 Beban Angin pada <i>Catwalk</i> 10-14 dan <i>Catwalk Support</i> 7, 8	112
Tabel 4.21 Kombinasi Beban Untuk Desain Beton	123
Tabel 4.22 Kombinasi Beban Untuk Desain Baja Struktural	129
Tabel 4.23 Rangkuman Nilai <i>Steel Stress Ratio</i> Tiang Pancang <i>Catwalk</i> 10	142
Tabel 4.24 Rangkuman Nilai <i>Steel Stress Ratio</i> Tiang Pancang <i>Catwalk</i> 11	144
Tabel 4.25 Rangkuman Nilai <i>Steel Stress Ratio</i> Tiang Pancang <i>Catwalk</i> 12	148
Tabel 4.26 Rangkuman Nilai <i>Steel Stress Ratio</i> Tiang Pancang <i>Catwalk</i> 13	152
Tabel 4.27 Rangkuman Nilai <i>Steel Stress Ratio</i> Tiang Pancang <i>Catwalk</i> 14	156
Tabel 4.28 Rangkuman Nilai <i>Steel Stress Ratio</i> Tiang Pancang <i>CTS</i> 7 dan 8.....	160
Tabel 4.29 Resume Nilai Maksimal <i>Steel Stress Ratio</i> Tiang Pancang <i>Catwalk</i>	160
Tabel 4.30 <i>Beam and Force Member</i>	162
Tabel 4.31 <i>Maximum Ultimate Load</i>	162
Tabel 4.32 Lapisan Penguat Setara	164
Tabel 4.33 <i>Pile Head Treatment Capacity</i>	167
Tabel 4.34 <i>Plate Result-Lifting Condition</i>	179
Tabel 4.35 <i>Plate Result-Supported Condition</i>	180

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Peran angkutan laut di Indonesia yaitu negara kepulauan yang sangat penting. Angkutan barang melalui laut sangat efisien dibanding moda angkutan darat dan udara. Kapal mempunyai daya angkut yang jauh lebih besar dari pada kendaraan darat dan udara. Hampir semua barang *impor*, *ekspor*, dan muatan dalam jumlah sangat besar diangkut dengan menggunakan kapal laut. Untuk mendukung sarana angkutan laut diperlukan prasarana yang berupa pelabuhan, tempat berlabuh kapal untuk melakukan berbagai kegiatan seperti menaik-turunkan penumpang, bongkar muat barang, pengisian bahan bakar, dan air tawar, melakukan reparasi, mengadakan perbekalan, dan sebagainya.



Gambar 1.1 Pelabuhan Proyek Jetty 6A, RDMP RU V Balikpapan, PT. Pertamina Balikpapan, Indonesia

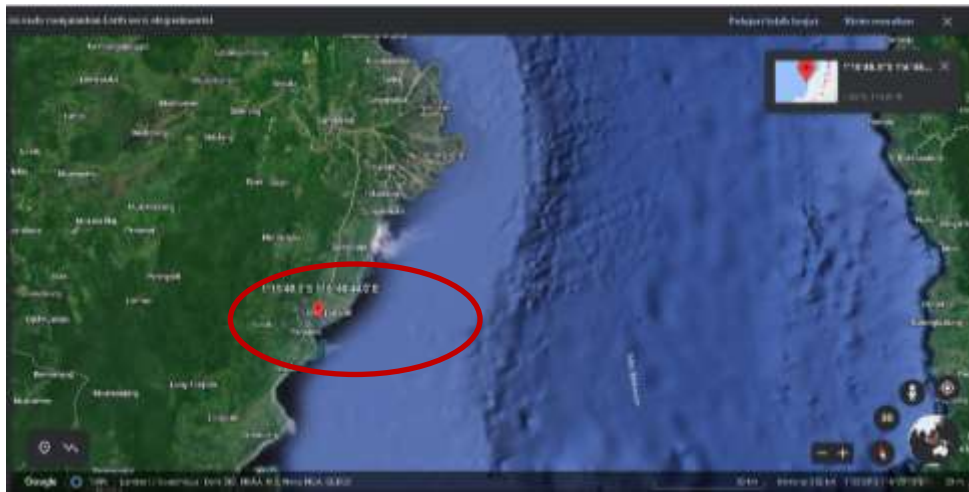
(Sumber : www.ekbis.sindonews.com)

Pada awalnya, pelabuhan hanya merupakan suatu tepian dimana kapal-kapal dan perahu-perahu dapat merapat dan bertambat untuk bisa melakukan bongkar muat barang, menaik-turunkan penumpang, dan kegiatan lain. Untuk bisa melakukan kegiatan tersebut maka pelabuhan harus tenang terhadap gangguan gelombang, sehingga pada masa itu pelabuhan berada di tepi sungai, teluk atau pantai yang secara alami terlindung terhadap gangguan gelombang.

Dengan berkembangnya kehidupan sosial dan ekonomi penduduk suatu daerah atau negara maka kebutuhan akan sandang, pangan, dan fasilitas hidup lainnya meningkat. Hasil produksi suatu daerah baik yang berupa hasil bumi maupun industri semakin banyak sehingga diperlukan pemindahan atau pemasaran barang ke daerah lain. Dengan demikian diperlukan sarana dan prasarana pengangkutan yang lebih memadai. Kapal yang semula sederhana dan kecil, sesuai dengan berkembangnya teknologi mengikat menjadi kapal-kapal besar dengan teknologi lebih canggih. Bahkan kemudian berkembang kapal-kapal khusus yang disesuaikan dengan barang yang diangkut, seperti kapal barang umum (*general cargo ship*), kapal barang curah, kapal tanker, kapal peti kemas, kapal pengangkut gas alam cair (*LNG tanker*), kapal penumpang, kapal ferry, kapal ikan, kapal keruk, kapal perang, dan lain sebagainya. Sejalan dengan itu, pelabuhan sebagai prasarana angkutan laut juga berkembang. Pelabuhan tidak lagi harus berada di daerah terlindung secara alami, tetapi bisa berada di laut terbuka, untuk mendapatkan perairan yang luas dan dalam, dengan membuat pemecah gelombang untuk melindungi daerah perairan. Tipe pelabuhan juga disesuaikan dengan kapal-kapal yang menggunakannya, sehingga ada pelabuhan barang, pelabuhan minyak, pelabuhan ikan, dan sebagainya. Daerah pelabuhan harus cukup luas yang menyediakan berbagai fasilitas untuk bongkar muat barang dan menaik-turunkan penumpang.

Indonesia sebagai negara kepulauan/maritim, peranan pelayaran adalah sangat penting bagi kehidupan sosial, ekonomi, pemerintahan, pertahanan/keamanan, dan sebagainya. Bidang kegiatan pelayaran sangat luas yang meliputi angkutan penumpang dan barang, penjagaan pantai, hidrografi, dan masih banyak lagi jenis pelayaran lainnya.

Pada penelitian Tugas Akhir ini berlokasi di Wilayah Kota Balikpapan, Kalimantan Timur, Indonesia dengan titik koordinat 1°15'22.2"S 116°48'48.0"



Gambar 1.2 Wilayah Kota Balikpapan, Kalimantan Timur, Indonesia

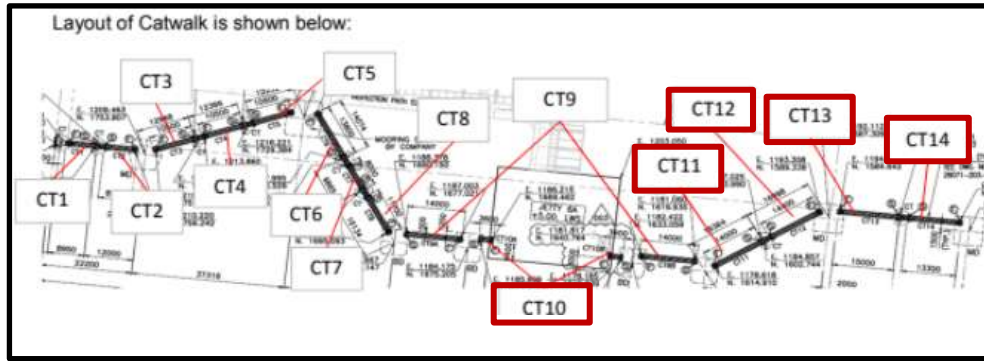
(Sumber : Google Earth)



Gambar 1.3 Lokasi Proyek Jetty 6A, RDMP RU V Balikpapan, PT. Pertamina Balikpapan, Indonesia

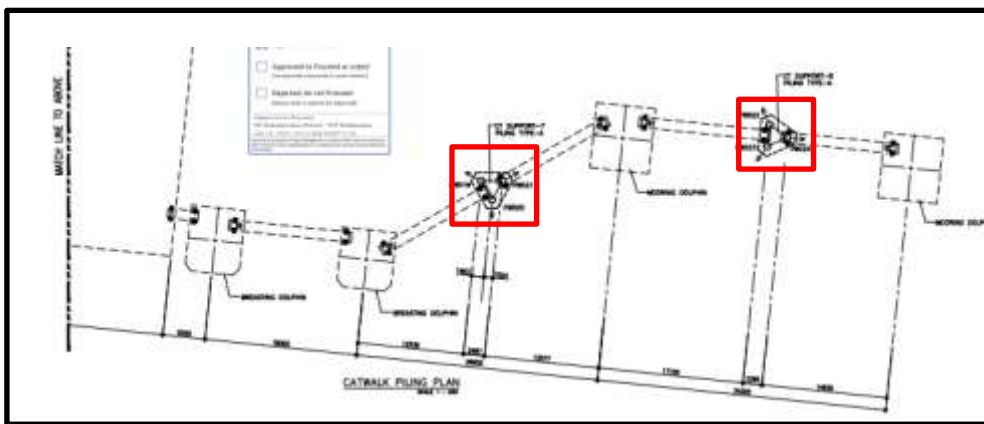
(Sumber : Google Earth)

Pada penelitian Tugas Akhir ini difokuskan perencanaan struktur *Catwalk* 10A, 10B, 11, 12, 13, 14 jetty 6A Proyek RDMP RU V Balikpapan.



Gambar 1.4 Layout Perencanaan Catwalk 10-14 Dermaga Jetty 6A

(Sumber : Dokumen Perencanaan Jetty 6A No. 26071-203-DBC-323-30007-001)



Gambar 1.5 Layout Perencanaan Catwalk Support 7 dan 8 Dermaga Jetty 6A

(Sumber : Dokumen Perencanaan Jetty 6A No. 26071-203-DBC-323-30007-001)

Catwalk pada pembangunan Jetty 6A Proyek RDMP RU V Balikpapan, Kalimantan Timur Pemodelan Struktur analisis ini menggunakan *software* SAP 2000 Versi 21.



Gambar 1.6 Catwalk Dermaga

(Sumber : www.wordpress.com)

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan Uraian latar belakang di atas, maka perumusan masalah yang akan dianalisis dalam Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Memodelkan Perencanaan Desain struktur *Catwalk* 10-14 dan *Catwalk Support* 7, 8 yang bekerja pada struktur dermaga Jetty 6A PT. Pertamina Balikpapan Kalimantan Timur.
2. Perencanaan Pembebanan struktur *Catwalk* 10-14 dan *Catwalk Support* 7, 8 yang diterapkan pada struktur *Catwalk* dermaga Jetty 6A PT. Pertamina Balikpapan Kalimantan Timur.
3. Menganalisis Kapasitas Struktur Tiang Pancang *Catwalk Support* 7 dan 8 pada struktur *Catwalk Support* dermaga Jetty 6A PT. Pertamina Balikpapan Kalimantan Timur.
4. Menganalisis Perencanaan Desain Beton pada Struktur *Catwalk Support* 7 dan 8 dermaga Jetty 6A PT. Pertamina Balikpapan Kalimantan Timur.

1.3. Tujuan Penelitian

Adapun Tujuan penelitian Tugas Akhir ini untuk:

1. Untuk memodelkan desain struktur *Catwalk* 10-14 dan *Catwalk Support* 7, 8 yang bekerja pada struktur Dermaga Jetty 6A PT. Pertamina Balikpapan Kalimantan Timur.
2. Untuk menentukan rancangan pembebanan yang bekerja pada struktur *Catwalk* 10-14 dan *Catwalk Support* 7, 8 Dermaga Jetty 6A PT. Pertamina Balikpapan Kalimantan Timur.
3. Untuk Mengetahui Stabilitas Tiang Pancang Struktur *Catwalk Support* 7 dan 8 terhadap beban yang bekerja pada Struktur *Catwalk Support* dermaga Jetty 6A PT. Pertamina Balikpapan Kalimantan Timur.
5. Untuk mengetahui kekuatan desain beton Struktur *Catwalk Support* 7 dan 8 pada struktur *Catwalk Support* dermaga Jetty 6A PT. Pertamina Balikpapan Kalimantan Timur.

1.4. Manfaat Penelitian

Adapun Manfaat dilakukannya penelitian ini adalah:

1. Bagi penulis adalah dapat menerapkan ilmu yang didapat pada bangku perkuliahan yang berupa teori, dengan kenyataan yang berupa permasalahan dalam kehidupan sehari-sehari yang berkaitan dengan transportasi.
2. Bagi mahasiswa hasil studi ini juga dapat menjadi bahan pertimbangan yang akan melakukan studi mengenai masalah yang sama pada kurun waktu yang berbeda dengan lokasi yang berbeda pula.
3. Bagi *Engineer* dapat digunakan sumber informasi mengenai hal-hal tertentu dikemudian hari.

1.5. Batasan Masalah

Mengingat keterbatasan waktu dan luasnya ruang lingkup pembahasan tentang perencanaan struktur *Catwalk* dermaga Jetty Pertamina di pelabuhan Balikpapan, maka pada kajian ini dibatasi hal-hal sebagai berikut:

1. Dalam penelitian ini difokuskan pada *Catwalk* 10-14 dan *Catwalk Support* 7, 8 Proyek RDMP RU V yang berlokasi di Balikpapan, Kalimantan Timur.
2. Tanpa meninjau analisis biaya, manajemen konstruksi maupun segi arsitektur dalam melakukan perhitungan perencanaan.
3. Tanpa meninjau analisis struktur bawah tanah
4. Pemodelan dan analisis struktur menggunakan bantuan SAP 2000 Versi 21.
5. Beban yang bekerja adalah beban mati struktural, beban mati tambahan, beban pipa, beban peralatan, beban peralatan listrik dan instrumentasi, beban pemeliharaan, beban hidup, beban gelombang, beban arus, beban angin, dan beban gempa.

1.6. Sistematika Penulisan

Adapun sistematika dari penulis laporan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini merupakan langkah awal berisi gambaran permasalahan secara keseluruhan meliputi latar belakang Masalah, Rumusan Masalah, Tujuan dan Manfaat Penelitian, Batasan Masalah, dan sistematika penulisan Tugas Akhir tersebut.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini menuangkan teori-teori yang menjadi landasan teori yang akan dipakai untuk menganalisis dalam penelitian kasus ini.

BAB III METODOLOGI

Pada bab ini membahas tentang pendekatan dan jenis penelitian yang digunakan, metode pengumpulan data yang diperlukan baik itu data primer maupun data sekunder serta metode pemecahan permasalahan dengan menyusun langkah-langkah guna memecahkan permasalahan teori yang ada.

BAB IV PENGOLAHAN DATA

Pada bab ini membahas tentang Analisis Pemodelan Struktur *Catwalk* menggunakan bantuan SAP 2000 Versi 21 untuk menentukan beban-beban yang diterima dengan Kombinasi Pembebanan pada struktur *Catwalk*, Pengecekan *Steel Stress Ratio*, Tiang dan Penulangan beton pada struktur *Catwalk Support* Dermaga Jetty 6A PT. Pertamina Balikpapan Kalimantan Timur dan kemudian dibuat pembahasannya.

BAB V PENUTUP

Pada bab ini berisi kesimpulan dan saran logis berdasarkan Analisis Data, temuan dan bukti yang disajikan sebelumnya yang menjadi dasar untuk menyusun suatu saran sebagai suatu usulan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

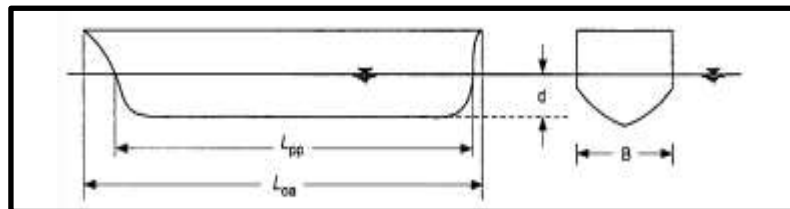
2.1. Pengertian Transportasi

Pengertian Transportasi secara harafiah adalah pemindahan manusia atau barang dari satu tempat ke tempat lain secara fisik dalam waktu yang tertentu dengan menggunakan atau digerakkan oleh manusia, hewan, atau mesin. Secara umum transportasi dibagi menjadi tiga yaitu transportasi darat, transportasi laut, dan transportasi udara. Menurut beberapa ahli transportasi dapat didefinisikan sebagai berikut:

1. Menurut Hadihardaja dkk, dalam buku Sistem Transportasi (1997), Transportasi adalah pemindahan penumpang dan barang dari satu tempat ke tempat lain. Dalam transportasi ada dua unsur yang terpenting yaitu pergerakan (*movement*) dan secara fisik terjadi perpindahan tempat atas barang atau penumpang dengan atau tanpa alat angkut ke tempat lain.
2. Menurut Kamaludin (1986) dalam Musa dan Setiono (2012), transportasi adalah mengangkut atau membawa suatu barang dari suatu tempat ke tempat lainnya atau dengan kata lain yaitu suatu gerakan pemindahan barang-barang atau orang dari suatu tempat ke tempat yang lain.

2.1.1. Definisi Kapal

Panjang, lebar dan sarat (*draft*) kapal yang akan menggunakan pelabuhan berhubungan langsung pada perencanaan pelabuhan dan fasilitas-fasilitas harus tersedia di pelabuhan (Bambang Triatmodjo 2010).



Gambar 2.1 Dimensi Kapal

(Sumber : Triatmodjo, Bambang. 2010. Perencanaan Pelabuhan)

Kapal pada pelabuhan ini menggunakan kapal Tanker. kPl Tanker yaitu kapal ini digunakan untuk mengangkut minyak, yang umumnya mempunyai

ukuran sangat besar. Berat yang bisa diangkut bervariasi antara beberapa ribu ton sampai ratusan ribu ton. Kapal tanker ada yang mempunyai kapasitas sampai 555.000 DWT yang mempunyai panjang 414m, lebar 63 m, dan sarat 28,5 m.

Karena barang cair yang berada di dalam ruangan kapal dapat bergerak secara horizontal (memanjang dan melintang), sehingga dapat membahayakan stabilitas kapal, maka ruangan kapal dibagi menjadi beberapa kompartemen (bagian ruangan) yang berupa tangki-tangki. Dengan pembagian ini maka tekanan zat cair dapat dipecah sehingga tidak membahayakan stabilitas kapal. Tetapi dengan demikian diperlukan lebih banyak pompa dan pipa-pipa untuk menyalurkan minyak masuk dan keluar kapal.

Jenis kapal yang telah didesain agar mampu mengangkut berbagai jenis minyak, cairan kimia hingga jenis likuid lainnya. Seperti yang diketahui bahwa kilang minyak tidak selalu dibuat di atas daratan.



Gambar 2.2 Kapal Tanker

(Sumber : www.support.google.com)

Banyak sekali kilang minyak yang dibuat di lautan termasuk di beberapa Laut Jawa. Indonesia termasuk memiliki banyak kilang minyak yang memanfaatkan *oil tanker* untuk membawa minyak ke daratan untuk diolah kembali.

Selain untuk membawa dari kilang minyak, banyak juga cairan kimia yang perlu dikirim ke berbagai tempat melalui jalur laut. Pengiriman pun memanfaatkan alat transportasi berupa *oil tanker*.

Kapal tanker telah dilengkapi dengan sistem keselamatan yang lengkap menyesuaikan standar yang berlaku. Hal tersebut dilakukan karena muatan kapal sangat berbahaya untuk lingkungan dan manusia.

Pengoperasian *oil tanker* juga tidak bisa dilakukan oleh sembarang orang. Perlu keterampilan dan pelatihan sebelumnya agar muatan dapat dibawa dengan aman. Tanpa hati-hati, kebocoran bisa saja terjadi bahkan sampai kebakaran.

Tabel 2.1 Karakteristik Kapal (Kapal Tanker Minyak)

Kapasitas Angkut	<i>Displacemet</i> G	Panjang Total Loa	Panjang garis air Lpp	Lebar B	Draft
(DWT)	(ton)	(m)	(m)	(m)	(m)
Kapal Tanker Minyak					
300.000	337.000	354	342	57,0	20,1
200.000	229.000	311	300	50,3	17,9
150.000	174.000	284	273	46,0	16,4
100.000	118.000	250	240	40,6	14,6
50.000	60.800	201	192	32,3	11,9
20.000	25.300	151	143	24,6	9,1
10.000	13.100	121	114	19,9	7,5
5.000	6.740	97	91	16,0	6,1
2.000	2.810	73	68	12,1	4,7

(Sumber : Triadmodjo, Bambang. 2010. Perencanaan Pelabuhan)

2.2. Pengertian Pelabuhan

Pelabuhan merupakan suatu wilayah yang terdiri atas daratan, perairan dengan batas tertentu sebagai tempat untuk melakukan kegiatan pemerintah dan kegiatan ekonomi yang digunakan sebagai tempat untuk bersandar kapal, berlabuhnya kapal, naik atau turunnya penumpang dan bongkar muat barang yang dilengkapi dengan fasilitas-fasilitas keselamatan pelayaran dan kegiatan penunjang serta sebagai tempat perpindahan intra dan antar moda (KM Nomor 52 Tahun 2004).

Pelabuhan sebagai prasarana transportasi yang mendukung kelancaran sistem transportasi laut memiliki fungsi yang erat kaitannya dengan faktor-faktor

sosial dan ekonomi. Secara ekonomi, pelabuhan berfungsi sebagai salah satu penggerak roda perekonomian karena menjadi fasilitas yang memudahkan distribusi hasil- hasil produksi sedangkan secara *social*, pelabuhan menjadi fasilitas publik dimana di dalamnya berlangsung interaksi antar pengguna (masyarakat) termasuk interaksi yang terjadi karena aktivitas perekonomian. Secara lebih luas, pelabuhan merupakan titik simpul pusat hubungan (*central*) dari suatu daerah pendukung (*hinterland*) dan penghubung dengan daerah di luarnya. Secara umum pelabuhan memiliki fungsi sebagai *link*, *interface*, dan *gateway* yaitu:

1. Mata rantai (*link*) yaitu pelabuhan merupakan salah satu mata rantai proses transportasi dari tempat asal barang ke tempat tujuan.
2. Titik temu (*Interface*) yaitu pelabuhan sebagai tempat pertemuan dua mode transportasi, misalnya transportasi laut dan transportasi darat.
3. pintu gerbang (*gateway*) yaitu pelabuhan sebagai pintu gerbang suatu negara, dimana setiap kapal yang berkunjung harus mematuhi peraturan dan prosedur yang berlaku di daerah dimana pelabuhan tersebut berada.

Triatmodjo (2009) mengemukakan bahwa dalam bahasa Indonesia dikenal dua istilah yang berhubungan dengan arti pelabuhan yaitu Bandar dan Pelabuhan. Kedua istilah tersebut sering tercampur aduk sehingga sebagian orang mengartikannya sama. Sebenarnya arti kedua istilah tersebut berbeda.

Bandar (*harbor*) adalah daerah perairan yang terlindung terhadap gelombang dan angin untuk berlabuhnya kapal-kapal. Bandar ini hanya merupakan daerah perairan dengan bangunan-bangunan yang diperlukan pembentukannya, perlindungan dan perawatan, seperti pemecah gelombang, *jetty* dan sebagainya, dan hanya merupakan tempat bersinggahnya kapal untuk berlindung, mengisi bahan bakar, reparasi dan sebagainya. Suatu estuari atau muara sungai dengan kedalaman air memadai dan cukup terlindung untuk kapal kapal memenuhi kondisi Bandar.

Pelabuhan (*port*) merupakan daerah perairan yang terlindung terhadap gelombang yang dilengkapi dengan fasilitas terminal laut meliputi dermaga dimana kapal dapat bertambat untuk melakukan bongkar muat barang maupun orang, kran-kran untuk bongkar muat, gudang laut (*transito*), dan tempat-tempat

penyimpanan dimana kapal membongkar muatannya, dan gudang-gudang dimana barang-barang dapat disimpan dalam waktu yang lebih lama selama menunggu pengiriman ke daerah tujuan atau pengapalan. Terminal ini dapat dilengkapi dengan rel kereta api, jalan raya, atau saluran pelayaran darat. Dengan demikian daerah pengaruh pelabuhan bisa sangat jauh dari pelabuhan tersebut.



Gambar 2.3 Pelabuhan Jetty, Balikpapan

(Sumber: www.pt-bpa.com.)

Dari uraian di atas maka dapat disimpulkan bahwa pelabuhan merupakan bandar yang dilengkapi bangunan-bangunan untuk pelayanan muatan dan penumpang seperti dermaga, tambatan, dengan segala perlengkapannya. Jadi suatu pelabuhan juga merupakan bandar tetapi suatu Bandar belum tentu suatu pelabuhan.

2.3. Macam-Macam Pelabuhan

Pelabuhan dapat dibedakan menjadi beberapa macam yang tergantung pada sudut tujuannya, yaitu dari segi penyelenggaraannya, pengusahaannya, fungsi dalam perdagangan nasional dan internasional, segi kegunaan dan letak geografisnya (Bambang Triatmodjo 2010).

- **Ditinjau dari segi penyelenggaraannya**

1. **Pelabuhan Umum**

Pelabuhan umum diselenggarakan untuk kepentingan pelayanan masyarakat umum. Penyelenggaraan pelabuhan umum dilakukan oleh

pemerintah dan pelaksanaannya dapat dilimpahkan kepada badan usaha milik negara yang didirikan untuk maksud tersebut.



Gambar 2.4 Wilayah Pengelolaan Pelabuhan di Indonesia

(Sumber : Triadmodjo, Bambang. 2010. Perencanaan Pelabuhan)

Di Indonesia dibentuk empat badan usaha milik negara yang diberi wewenang mengelola pelabuhan umum diusahakan. Keempat badan usaha tersebut adalah PT (Persero) Pelabuhan Indonesia I berkedudukan di Medan, Pelabuhan Indonesia II berkedudukan di Jakarta, Pelabuhan Indonesia III berkedudukan di Surabaya dan Pelabuhan Indonesia IV berkedudukan di ujung pandang.

2. Pelabuhan Khusus

Pelabuhan Khusus diselenggarakan untuk kepentingan sendiri guna menunjang kegiatan tertentu. Pelabuhan ini tidak boleh digunakan untuk kepentingan umum, kecuali dalam keadaan tertentu dengan ijin pemerintah. Pelabuhan khusus dibangun oleh suatu perusahaan baik pemerintah maupun swasta, yang berfungsi untuk prasarana pengiriman hasil produksi perusahaan tersebut. Sebagai contoh adalah pelabuhan LNG Arun di Aceh yang digunakan untuk mengirimkan hasil produksi gas alam cair ke daerah atau negara lain. Pelabuhan pabrik aluminium asahan di Kuala Tanjung Sumatera Utara digunakan untuk melayani *import* bahan baku bouksit dan *export* aluminium ke daerah/negara lain.

- **Ditinjau dari segi pengusahaannya**

1. Pelabuhan yang diusahakan

Pelabuhan ini sengaja diusahakan untuk memberikan fasilitas-fasilitas yang diperlukan oleh kapal yang memasuki pelabuhan untuk melakukan kegiatan bongkar muat barang, menaik-turunkan penumpang serta kegiatan lainnya. Pemakaian pelabuhan ini dikenakan biaya-biaya, seperti biaya jasa labuh, jasa tambat, jasa pemanduan, jasa penundaan, jasa pelayanan air bersih, jasa dermaga, jasa penumpukan, bongkar-muat, dan sebagainya.

2. Pelabuhan yang tidak diusahakan

Pelabuhan ini merupakan tempat singgahan kapal, tanpa fasilitas bongkar-muat, bea cukai, dan sebagainya. Pelabuhan ini merupakan pelabuhan kecil yang disubsidi oleh pemerintah, dan dikelola oleh Unit Pelaksana Teknis Direktorat Jendral Penghubung Laut.

- **Ditinjau Dari Fungsi Perdagangan Nasional dan Internasional**

1. Pelabuhan Laut

Pelabuhan laut adalah pelabuhan yang bebas dimasuki oleh kapal-kapal berbendera asing. Pelabuhan ini biasanya pelabuhan utama disuatu daerah yang dilabuhi kapal-kapal yang membawa barang untuk *exspor/impor* secara langsung. Di Indonesia terdapat lebih dari seratus pelabuhan seperti ini. Contohnya adalah pelabuhan Gorontalo, pelabuhan Tarakan, Tanjung Mas Semarang, Tanjung Intan Cilacap, dan masih banyak lagi.

2. Pelabuhan Pantai

Pelabuhan pantai ialah pelabuhan yang disediakan untuk perdagangan dalam negeri dan oleh karena itu tidak bebas disinggahi oleh kapal berbendera asing. Kapal asing dapat masuk ke pelabuhan ini dengan meminta ijin terlebih dulu.

- **Ditinjau Dari Segi Penggunaannya**

1. **Pelabuhan Ikan**

Pelabuhan ikan menyediakan tempat bagi kapal-kapal ikan untuk melakukan kegiatan penangkapan ikan dan memberikan pelayanan yang diperlukan.



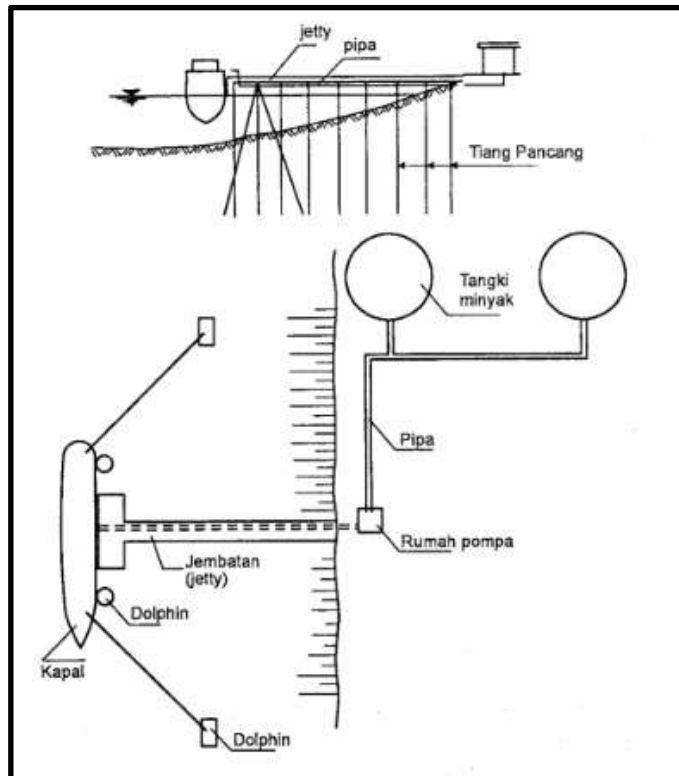
Gambar 2.5 Pelabuhan Ikan

(Sumber : www.adycandra.com)

Pelabuhan ikan dilengkapi dengan fasilitas yang mendukung kegiatan penangkapan ikan dan kegiatan-kegiatan pendukungnya, seperti pemecah gelombang, kantor pelabuhan, dermaga, tempat pelelangan ikan (TPI), tangki air, tangki BBM, pabrik es, ruangan pendingin, tempat pelayanan / perbaikan kapal, dan tempat penjemuran jala.

2. **Pelabuhan Minyak**

Pelabuhan minyak biasanya tidak memerlukan dermaga atau pangkalan yang harus dapat menahan muatan vertikal yang besar, melainkan cukup membuat jembatan perancah atau tambatan yang dibuat menjorok ke laut untuk mendapatkan kedalaman air yang cukup besar. Bongkar muat dilakukan dengan pipa-pipa dan pompa-pompa.



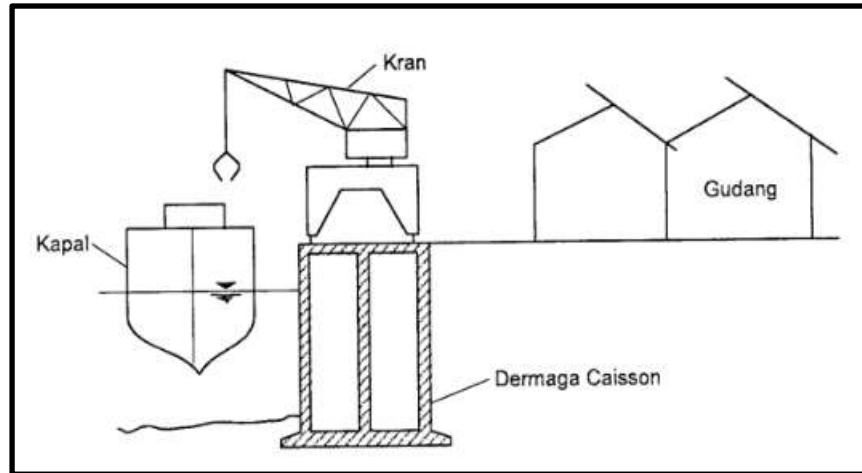
Gambar 2.6 Pelabuhan Minyak

(Sumber : Triadmodjo, Bambang. 2010. Perencanaan Pelabuhan)

Pipa-pipa penyalur diletakan di bawah jembatan agar lalu lintas di atas jembatan tidak terganggu. Tetapi pada tempat-tempat didekat kapal yang merapat, pipa-pipa dinaikkan ke atas jembatan guna mempermudah penyambung pipa-pipa. Biasanya di jembatan tersebut juga ditempatkan pipa uap untuk membersihkan tangki kapal dan pipa air untuk suplai air tawar. Untuk menghindari benturan antara dermaga dengan kapal, dibuat *breasting dolphin* yang digunakan untuk menahan benturan kapal dan *Mooring dolphin* untuk menambatkan kapal.

3. Pelabuhan Barang

Dipelabuhan ini terjadi perpindahan moda transportasi, yaitu dari angkutan laut ke angkutan darat dan sebaliknya. Barang dibongkar dari kapal dan diturunkan di dermaga. Selanjutnya barang tersebut diangkut langsung dengan menggunakan truk atau kereta api ke tempat tujuan, atau disimpan di gudang atau lapangan penumpukan sebelum dimuat ke kapal dan diangkat ke pelabuhan tujuan.

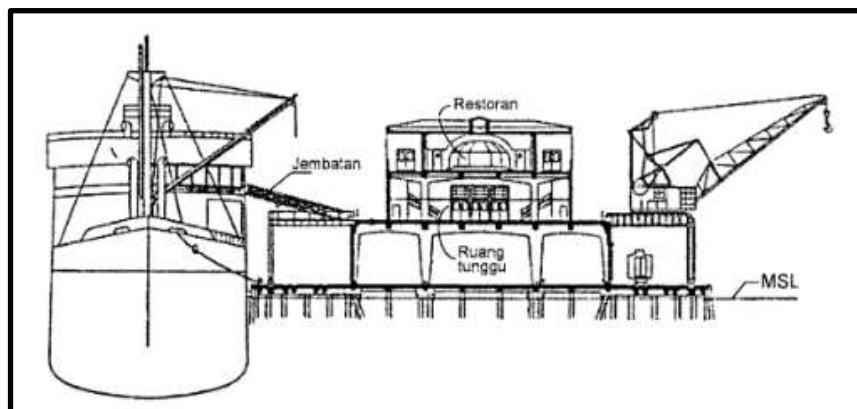


Gambar 2.7 Sketsa Terminal Barang Umum

(Sumber : Triadmodjo, Bambang. 2010. Perencanaan Pelabuhan)

4. Pelabuhan Penumpang

Pelabuhan/terminal penumpang digunakan oleh orang-orang yang berpergian dengan menggunakan kapal penumpang. Terminal penumpang dilengkapi dengan stasiun penumpang yang melayani segala kegiatan yang berhubungan dengan kebutuhan orang yang berpergian, seperti ruang tunggu, kantor maskapai pelayaran, tempat penjualan tiket, mushala, toilet, kantor imigrasi, kantor bea cukai, keamanan, direksi pelabuhan, dan sebagainya.



Gambar 2.8 Pelabuhan Penumpang

(Sumber : Triadmodjo, Bambang. 2010. Perencanaan Pelabuhan)

5. Pelabuhan Campuran

Pada umumnya pencampuran pemakaian ini terbatas untuk penumpang dan barang, sedangkan untuk keperluan minyak dan ikan

biasanya tetap terpisah. Tetapi bagi pelabuhan kecil atau masih dalam taraf perkembangan, keperluan untuk bongkar muat minyak juga menggunakan dermaga atau jembatan yang sama guna keperluan barang dan penumpang. Pada dermaga dan jembatan juga diletakkan pipa-pipa untuk mengalirkan minyak.

6. Pelabuhan Militer

Pelabuhan ini mempunyai daerah perairan yang cukup luas untuk memungkinkan gerakan cepat kapal-kapal perang dan agar letak bangunan cukup terpisah. Konstruksi tambatan maupun dermaga hampir sama dengan pelabuhan barang, hanya saja situasi dan perlengkapannya agak lain. Pada pelabuhan barang letak/kegunaan bangunan harus seefisien mungkin, sedangkan pada pelabuhan militer bangunan-bangunan pelabuhan harus dipisah-pisah yang letaknya agak berjauhan.

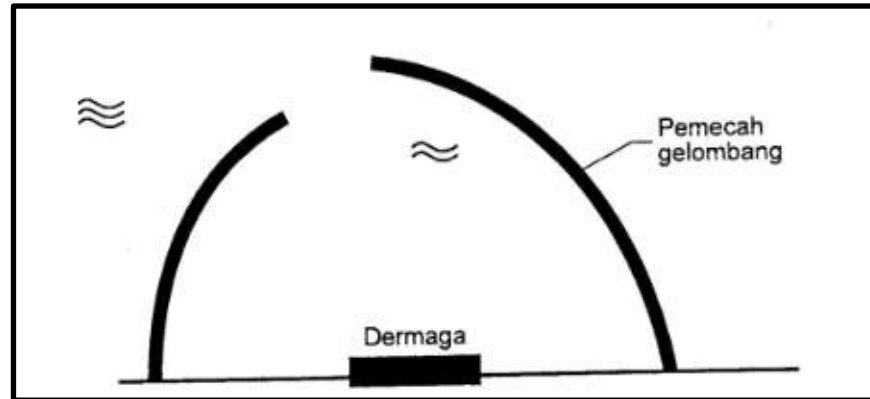
- **Ditinjau Menurut Letak Geografis**

1. Pelabuhan Alam

Pelabuhan alam merupakan daerah perairan yang terlindungi dari badai dan gelombang secara alami, misalnya oleh pulau, jazirah atau terletak di teluk, estuari atau muara sungai. Di daerah ini pengaruh gelombang sangat kecil.

2. Pelabuhan Buatan

Pelabuhan buatan adalah suatu daerah perairan yang dilindungi dari pengaruh gelombang dengan membuat bangunan pemecah gelombang (*breakwater*). Pemecah gelombang ini membuat daerah perairan tertutup dari laut dan hanya dihubungkan oleh suatu celah (mulut pelabuhan) untuk keluar-masuknya kapal. Di dalam daerah tersebut dilengkapi dengan alat penambat. Bangunan ini dibuat mulai dari pantai dan menjorok ke laut sehingga gelombang yang menjalar ke pantai terhalang oleh Tanjung Priok, Tanjung Mas, dsb.



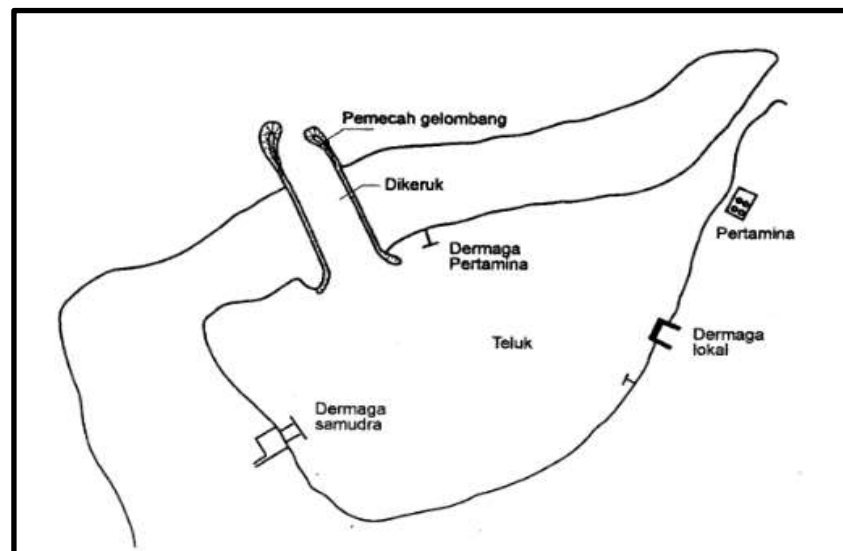
Gambar 2.9 Pelabuhan Buatan

(Sumber : Triadmodjo, Bambang. 2010. Perencanaan Pelabuhan)

3. Pelabuhan Semi Alam

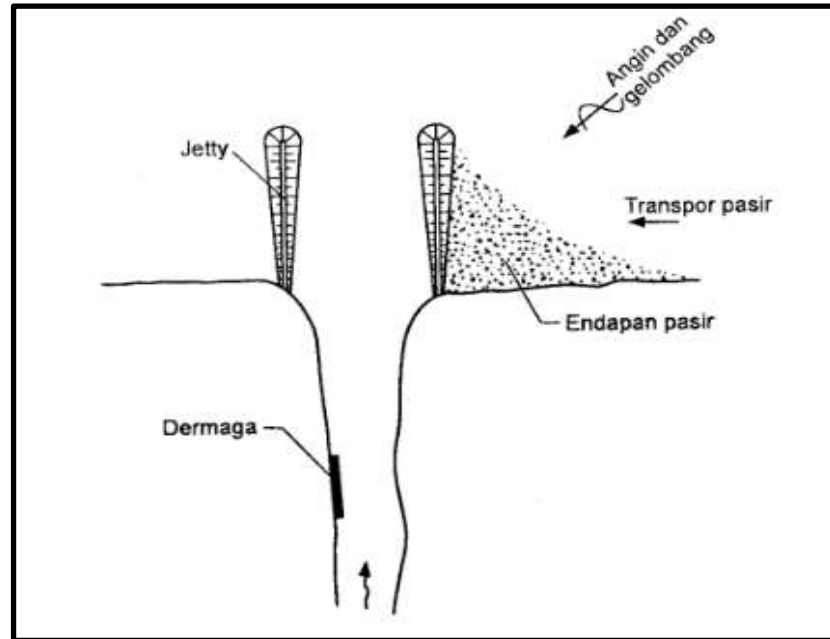
Pelabuhan ini merupakan campuran dari kedua tipe di atas, misalnya suatu pelabuhan yang terlindungi oleh lidah pasir dan perlindungan buatan hanya pada alur masuk.

Contoh lainnya adalah muara sungai yang kedua sisinya dilindungi oleh jetty. Jetty tersebut berfungsi untuk menahan masuknya transport pasir sepanjang pantai ke muara sungai, yang dapat menyebabkan terjadinya pendangkalan.



Gambar 2.10 Pelabuhan Semi Alam

(Sumber : Triadmodjo, Bambang. 2010. Perencanaan Pelabuhan)



Gambar 2.11 Pelabuhan Semi Alam

(Sumber : Triadmodjo, Bambang. 2010. Perencanaan Pelabuhan)

2.4. Gelombang

Gelombang yaitu faktor penting di dalam perencanaan pelabuhan. Gelombang di laut bisa dibangkitkan oleh angin (gelombang angin), gaya tarik matahari dan bulan (pasang surut), letusan gunung berapi atau gempa di laut (*tsunami*), dan kapal yang bergerak.

Di antara beberapa bentuk gelombang tersebut yang paling penting dalam perencanaan pelabuhan yaitu gelombang angin (untuk selanjutnya disebut gelombang) dan pasang surut (Bambang Triatmodjo 2010).

Pembebanan Horizontal pada gelombang, gaya morrison yang terjadi pada silinder dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$F = F_D + F_1 = C_D \frac{w}{2g} A U |U| + C_m \times \frac{w}{g} w V \frac{\delta U}{\delta t}$$

Dimana:

F : gaya morrison total persatuan Panjang yang terjadi pada batang silinder

CD : koefisien hambat

w : berat jenis air laut (N/m³)

g : percepatan gravitasi (m/s²)

A : luas proyeksi normal terhadap sumbu silinder persatuan Panjang (m)

Cm : koefisien inersia

V : perpindahan volume silinder persatuan panjang

U : komponen dari vektor kecepatan (karena gelombang dan/atau arus)

$\frac{\delta U}{\delta t}$: komponen vektor percepatan dari air normal pada sumbu struktur

Dengan teori gelombang linier maka untuk U dan $\frac{\delta U}{\delta t}$ dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$U = \frac{gkH}{2w} \frac{\cosh k(y+d)}{\cosh kd} \cos [k(x - ct)]$$

$$\frac{\delta U}{\delta t} = \frac{gkH}{2} \frac{\cosh k(y+d)}{\cosh kd} \sin [k(x - ct)]$$

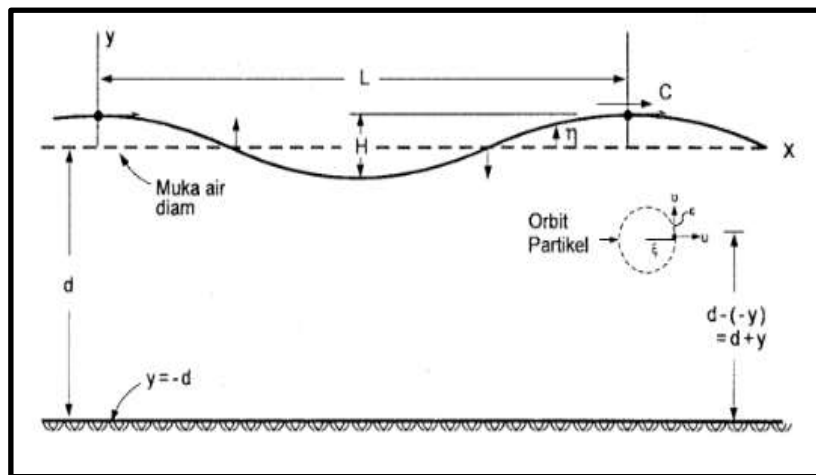
Dimana:

$$k = \frac{2\pi}{L}; w = \frac{2\pi}{T}; c = \frac{L}{T}$$

nilai (x,y) mempertimbangkan puncak dan lembah gelombang

2.4.1. Teori Gelombang Airy

Suatu gelombang yang berada pada sistem koordinat x, y . Gelombang menjalar pada arah sumbu x .



Gambar 2.12 Gelombang Airy

(Sumber : Triadmodjo, Bambang, 2010. Perencanaan Pelabuhan)

Beberapa notasi yang digunakan adalah :

d : Jarak antara muka air rerata dan dasar laut

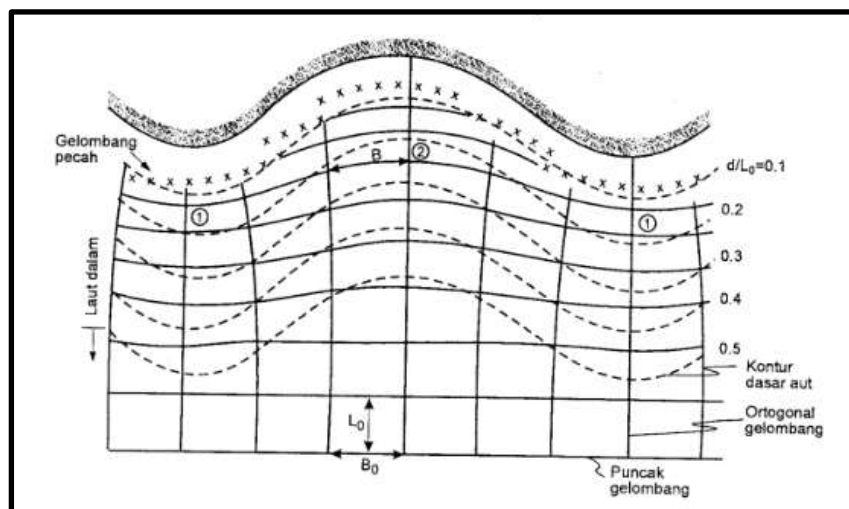
$n(x,t)$: Fluktuasi muka air terhadap muka air diam

a : Amplitudo gelombang

- H : Tinggi gelombang = $2a$
 L : Panjang gelombang
 T : Periode Gelombang interval waktu yang diperlukan oleh partikel air untuk kembali pada kedudukan yang sama dengan kedudukan sebelumnya.
 C : Kecepatan rambat gelombang = L/T
 k : Angka gelombang $2\pi/L$
 σ : Frekuensi gelombang $2\pi/T$

2.4.2. Refraksi Gelombang

Refraksi terjadi karena adanya pengaruh perubahan kedalaman laut. Di daerah dimana kedalaman air lebih besar dari setengah panjang gelombang, yaitu di laut dalam, gelombang menjalar tanpa dipengaruhi dasar laut. Tetapi di laut transisi dan dangkal, dasar laut mempengaruhi gelombang. Di daerah ini, apabila ditinjau suatu garis puncak gelombang, bagian dari puncak gelombang yang berada di air yang lebih dangkal akan menjalar dengan kecepatan yang lebih kecil dari pada bagian di air yang lebih dalam. Akibatnya garis puncak gelombang akan membelok dan berusaha untuk sejajar dengan garis kedalaman laut. Garis ortogonal gelombang, yaitu garis yang tegak lurus dengan garis puncak gelombang dan menunjukkan arah penjarangan gelombang, juga akan membelok, dan berusaha untuk menuju tegak lurus dengan garis kontur dasar laut.



Gambar 2.13 Refraksi Gelombang

(Sumber : Triadmodjo, Bambang, 2010. Perencanaan Pelabuhan)

Proses refraksi gelombang yaitu sama dengan refraksi cahaya yang terjadi karena cahaya melintasi dua media perantara berbeda. Dengan kesamaan tersebut maka pemakaian hukum *Snell* pada optik dapat digunakan untuk menyelesaikan masalah refraksi gelombang yang disebabkan karena perubahan kedalaman.

Dipandang suatu deretan gelombang yang menjalar dari laut dengan kedalaman d_0 menuju kedalaman d_1 , dengan perubahan kedalaman mendadak (seperti anak tangga) dan dianggap tidak ada refleksi gelombang pada perubahan tersebut (Bambang Triatmodjo 2010).

Karena adanya perubahan kedalaman maka cepat rambat dan panjang gelombang berkurang dari C_0 dan L_0 menjadi C_1 dan L_1 . Sesuai dengan hukum *Snell* berlaku:

$$\sin \alpha_1 = \left(\frac{C_1}{C_0} \right) \sin \alpha_0$$

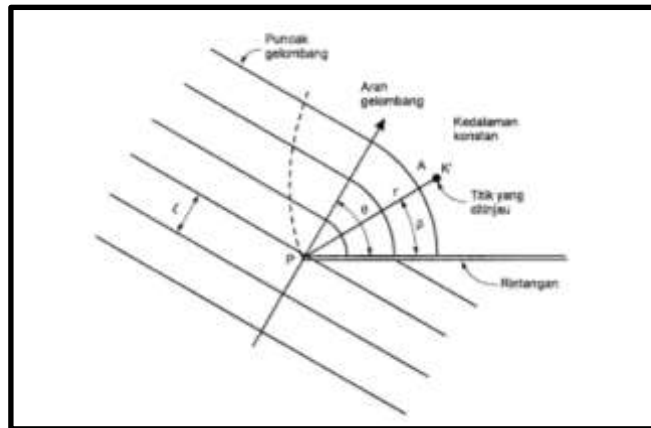
Dengan :

α_0 : Sudut antara garis puncak gelombang dengan kontur dasar dimana gelombang melintas.

$$c : \frac{L}{T} = \frac{42,05}{8} = 5,26 \text{ m/d}$$

2.4.3. Difraksi Gelombang

Apabila gelombang datang terhalang oleh suatu rintangan seperti pemecah gelombang atau pulau, maka gelombang tersebut akan membelok disekitar ujung rintangan dan masuk di daerah terlindung dibelakang. Fenomena ini dikenal dengan difraksi gelombang. Dalam difraksi gelombang ini terjadi tansfer energi dalam arah tegak lurus penjalaran gelombang menuju daerah terlindung, apabila tidak terjadi difraksi gelombang, daerah di belakang rintangan akan tenang. Tetapi karena adanya proses difraksi maka daerah tersebut terpengaruh oleh gelombang datang. *Transfer* energi ke daerah terlindung menyebabkan terbentuknya gelombang di daerah tersebut, meskipun tidak sebesar gelombang di luar daerah terlindung. Garis puncak gelombang di belakang rintangan mempunyai bentuk busur lingkaran. Dianggap bahwa kedalaman air yaitu konstan. Biasanya tinggi gelombang menuju daerah terlindung (Bambang Triatmodjo 2010).



Gambar 2.14 Difraksi Gelombang Di Belakang Rintangan

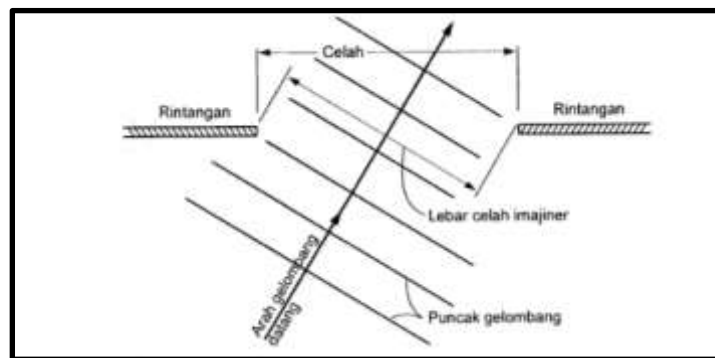
(Sumber : Triatmodjo, Bambang. 2010. Perencanaan Pelabuhan)

2.4.4. Gelombang Laut dalam Ekuivalen

Analisis transformasi gelombang sering dilakukan dengan konsep gelombang laut dalam ekuivalen. Pemakaian gelombang ini bertujuan untuk menetapkan tinggi gelombang yang mengalami refraksi, difraksi, dan transformasi lainnya, sehingga perkiraan transformasi dan deformasi gelombang dapat dilakukan dengan lebih mudah (Bambang Triatmodjo 2010).

Tinggi gelombang laut dalam ekuivalen diberikan oleh bentuk :

$$H'_0 = K_r H_0$$



Gambar 2.15 Gelombang datang membentuk sudut terhadap celah

(Sumber : Triatmodjo, Bambang. 2010. Perencanaan Pelabuhan)

Dengan :

H'_0 : Tinggi gelombang laut dalam ekuivalen

H_0 : Tinggi gelombang laut dalam

K_r : Koefisien Refraksi

2.4.5. Refleksi Gelombang

Gelombang yang mengenai/membentur suatu bangunan akan dipantulkan sebagian atau seluruhnya. Refleksi gelombang di dalam pelabuhan akan menyebabkan ketidak-tenangan di dalam perairan pelabuhan. Untuk mendapatkan ketenangan di kolam pelabuhan maka bangunan-bangunan yang ada di pelabuhan harus bisa menyerap/menghancurkan gelombang. (Bambang Triatmodjo 2010).

Besar kemampuan suatu benda memantulkan gelombang diberikan oleh koefisien refleksi, yaitu perbandingan antara tinggi gelombang refleksi H_r dan tinggi gelombang datang H_i

$$X = \frac{H_r}{H_i}$$

Tabel 2.2 Koefisien Refleksi

Tipe Bangunan	X
Dinding vertikal dengan puncak di atas air	0,7 – 1,0
Dinding vertikal dengan puncak terendam	0,5 – 0,7
Tumpukan batu sisi miring	0,3 – 0,6
Tumpukan blok beton	0,3 – 0,5
Bangunan vertikal dengan peredam energi (diberi lobang)	0,05 – 0,2

(Sumber : Triadmodjo, Bambang. 2010. Perencanaan Pelabuhan)

Untuk gelombang amplitudo kecil, fluktuasi muka air :

$$\eta_i = \frac{H_i}{2} \cos(kx - \sigma t)$$

Dan gelombang refleksi :

$$\eta_r = \frac{H_i}{2} \cos(kx - \sigma t)$$

Apabila refleksi adalah sempurna maka $X=1$ sehingga :

$$H = H_i \cos kx \cos \sigma t$$

2.4.6. Gelombang pecah

Jika gelombang menjalar dari tempat yang dalam menuju ke tempat yang makin lama makin dangkal, pada suatu lokasi tertentu gelombang tersebut akan pecah. Kondisi gelombang pecah tergantung pada kemiringan dasar pantai dan kecuraman gelombang (Bambang Triatmodjo 2010).

Tinggi gelombang pecah dapat dihitung dengan rumus berikut ini.

$$\frac{H_b}{H'_0} = \frac{1}{3,3 (H'_0/L_0)^{1/3}}$$

Kedalaman air dimana gelombang pecah diberikan oleh rumus berikut:

$$\frac{d_b}{H_b} = \frac{1}{b - (aH_b/gT^2)}$$

Dimana a dan b merupakan fungsi kemiringan pantai m dan diberikan oleh persamaan berikut:

$$a = 43,75 (1 - e^{-19w})$$

$$b = \frac{1,56}{b - (1 - e^{-19,5w})}$$

dengan :

H_b : Tinggi gelombang pecah

H'_0 : Tinggi gelombang laut dalam ekivalen

L_0 : Panjang gelombang di laut dalam

d_b : Kedalaman air pada saat gelombang pecah

m : Kemiringan dasar laut

g : Percepatan gravitasi

T : Periode gelombang

2.4.7. Gelombang Alam

Gelombang yang ada di alam adalah sangat kompleks yang terdiri dari suatu deretan/kelompok gelombang dimana masing-masing gelombang di dalam kelompok tersebut mempunyai tinggi dan periode berbeda (Bambang Triatmodjo 2010).

2.4.8. Pembangkitan Gelombang

Angin yang berhembus di atas permukaan air yang semula tenang, akan menyebabkan gangguan pada permukaan tersebut, dengan timbulnya riak gelombang kecil di atas permukaan air. Apabila kecepatan angin bertambah, riak tersebut menjadi semakin besar, dan apabila angin berhembus terus akhirnya akan terbentuk gelombang. Semakin lama dan semakin kuat angin berhembus, semakin besar gelombang yang terbentuk.

Menurut Bambang Triatmodjo 2010, di dalam peramalan gelombang, perlu diketahui beberapa parameter berikut ini.

1. Kecepatan rerata angin U di permukaan air.
2. Arah angin.
3. Panjang daerah pembangkitan gelombang dimana angin mempunyai kecepatan dan arah konstan (*fetch*).
4. Lama hembus angin pada *fetch*.

2.5. Perencanaan Dermaga

Pedoman atau dasar perencanaan yang digunakan dalam perencanaan Dermaga Jetty Pertamina Balikpapan Kalimantan Timur secara umum dari buku-buku sebagai berikut:

1. Perencanaan Pelabuhan, Bambang Triatmodjo, 2010
2. Perencanaan Pelabuhan, Bambang Triatmodjo, 2009
3. Konstruksi Baja, Ir Oentoeng, 2000
4. Perencanaan Pelabuhan, Soedjono Kramadibrata, 2002
5. *Standard Design and Criteria for Ports in Indonesia, (Communications)*, 1984
6. SNI-2847-2019, Persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung
7. RSNIT-03-2005, Perencanaan Struktur Baja Untuk Jembatan
8. SNI 1726-2019- Tata-Cara-Perencanaan-Ketahanan-Gempa-untuk-Struktur-Bangunan-Gedung-dan-nongedung
9. ACI 318-14
10. ASCE 2010

2.5.1. Pengertian Dermaga

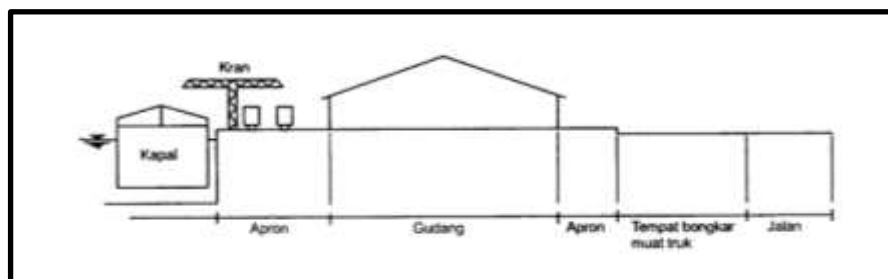
Menurut Bambang Triatmodjo 2010, Dermaga adalah suatu bangunan pelabuhan yang digunakan untuk merapat dan menambatkan kapal yang melakukan bongkar muat barang dan menaik-turunkan penumpang. Bentuk dan dimensi dermaga tergantung pada jenis dan ukuran kapal yang bertambat pada dermaga tersebut. Dermaga harus direncanakan sedemikian rupa sehingga kapal dapat merapat dan bertambat serta melakukan kegiatan di pelabuhan dengan aman, cepat, dan lancar, di belakang dermaga terdapat apron dan fasilitas jalan.

Apron adalah daerah yang terletak antara sisi dermaga dan sisi depan gudang (pada terminal barang umum) atau *countainer yard* (pada terminal peti emas), dimana terdapat pengalihan kegiatan angkutan laut (kapal) ke kegiatan angkutan darat (kereta api, truk, dsb). Gudang transit atau *Countainer yard* digunakan untuk menyimpan barang atau peti kemas sebelum bisa diangkut oleh kapal, atau setelah dibongkar dari kapal dan menunggu pengangkutan barang ke daerah yang dituju.



Gambar 2.16 Dermaga Jetty Pertamina Balikpapan, Kalimantan Timur

(Sumber : www.grahasurvei.com)

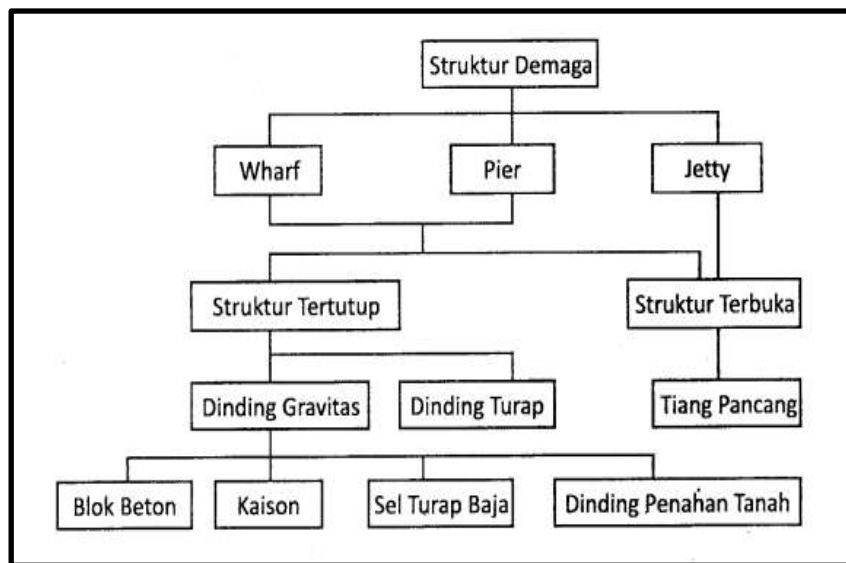


Gambar 2.17 Tampang Dermaga

(Sumber : Triatmodjo, Bambang, 2010. Perencanaan Pelabuhan)

2.5.2. Tipe Dermaga

Dermaga dapat dibedakan menjadi 3 tipe yaitu *Wharf*, *pier*, dan *jetty*; struktur *Wharf* dan *pier* bisa berupa struktur tertutup atau terbuka, sementara *jetty* pada umumnya berupa struktur terbuka. Struktur tertutup bisa berupa dinding gravitasi dan dinding turap, sedang struktur terbuka berupa dermaga yang didukung oleh tiang pancang. Dinding gravitasi bisa berupa blok beton, kaisan, sel turap baja atau dinding penahan tanah (Bambang Triatmodjo 2010).

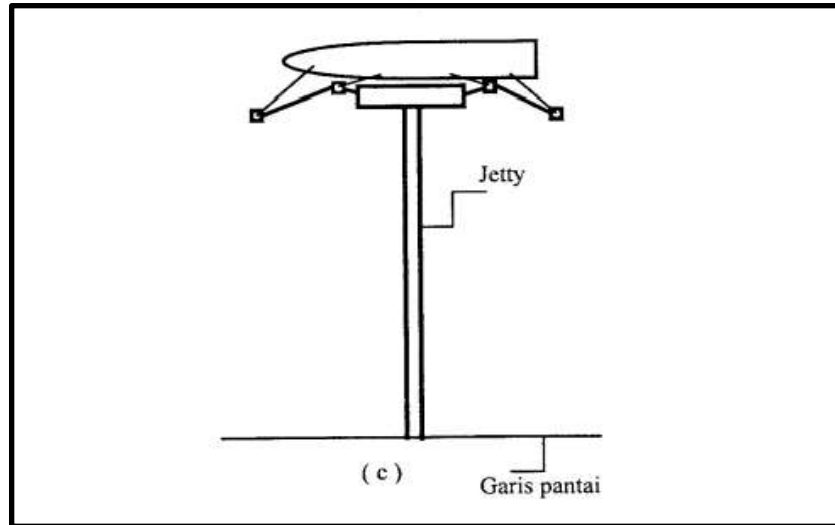


Gambar 2.18 Tipe Dermaga

(Sumber : Triatmodjo, Bambang, 2010. Perencanaan Pelabuhan)

Jetty adalah dermaga yang menjorok ke laut sedemikian sehingga sisi depannya berada pada kedalaman yang cukup untuk merapat kapal. Jetty digunakan untuk merapat kapal tanker atau kapal pengangkut gas alam, yang mempunyai ukuran sangat besar.

Sisi muka jetty ini biasanya sejajar dengan pantai dan dihubungkan dengan daratan oleh jembatan yang membentuk sudut tegak lurus dengan jetty.



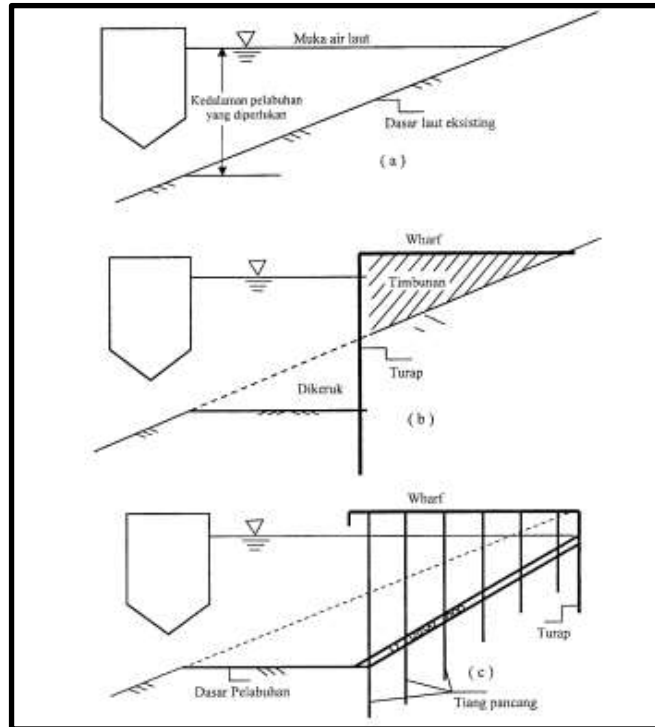
Gambar 2.19 Dermaga Tipe *Jetty*

(Sumber : Triadmodjo, Bambang. 2010. Perencanaan Pelabuhan)

2.5.3. Pemilihan Tipe Dermaga

Pemilihan tipe dermaga tergantung pada jenis kapal yang dilayani (kapal penumpang atau barang yang bisa berupa barang satuan, peti kemas, barang curah padat maupun cair, kapal ikan, kapal militer, dsb), ukuran kapal, kondisi topografi dan tanah dasar laut, kondisi hidrogeografi (gelombang dan pasang surut). Tipe dermaga dipilih yang paling sesuai sehingga biaya pembangunannya seekonomis mungkin.

Pantai mempunyai kemiringan kecil (landai) dan pelabuhan akan digunakan untuk berlabuh kapal barang curah cair ataupun padat (kapal minyak, kapal LNG, kapal/tongkang batubara, dan sebagainya) dengan bobot cukup besar (*draft* kapal besar). Bongkar muat barang dapat dilakukan dengan menggunakan pompa untuk minyak dan LNG, sedang untuk batubara bisa menggunakan *belt conveyor*. Dengan demikian muatan tersebut, apabila digunakan *wharf* diperlukan kedalaman pelabuhan yang dalam sehingga struktur dermaga sangat besar/berat dan pengerukan dasar laut dalam jumlah sangat besar. Dalam penggunaan ini penggunaan jetty akan lebih efisien dan murah (Bambang Triatmodjo 2010).



Gambar 2.20 Pertimbangan dalam menentukan pembuatan *Wharf* tipe tertutup (turap) dan tipe terbuka (tiang pancang)

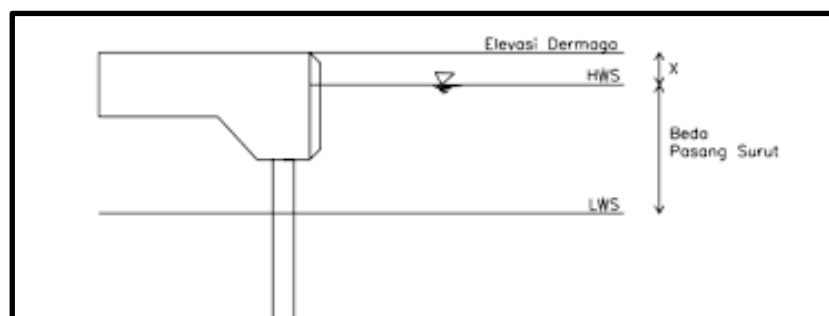
(Sumber : Triadmodjo, Bambang, 2010. Perencanaan Pelabuhan)

2.6. Perencanaan Dimensi Dermaga

2.6.1. Elevasi Dermaga

Menurut Bambang Triadmodjo 2010, pengertian apron pada dermaga adalah daerah yang terletak antara sisi depan gudang dimana terdapat pengalihan kegiatan angkutan laut ke angkutan darat.

Dalam perencanaan ini penentuan elevasi dermaga ditentukan oleh keadaan pasang surut dan jenis kapal rencana. Tinggi lantai dermaga dihitung dalam keadaan air pasang.



Gambar 2.21 Elevasi Lantai Dermaga

(Sumber : Triadmodjo, 2009)

Penetapan kedalaman air rencana pada perencanaan dermaga didasarkan pada *Standard Design Criteria For Port In Indonesia, 1984*, adalah

$$(1,05 - 1,15) \times \text{full draft}$$

Penetapan besarnya elevasi lantai dermaga di atas HWS berdasarkan besarnya pasang surut air laut dan kedalaman air rencana berdasarkan *Standard Design Criteria For Port In Indonesia, 1984*, adalah sebagai berikut:

Tabel 2.3 Elevasi Dermaga di atas HWS

	Pasang surut terbesar 3m atau lebih	Pasang surut kurang dari 3m
Dermaga untuk kapal yang memerlukan kedalaman air > 4,5 m	0,5 – 1,5 m	1,0 – 3,0 m
Dermaga untuk kapal yang memerlukan kedalaman air <4,5 m	0,3 – 1,0 m	0,5 – 1,5 m

(Sumber : Standard Design Criteria For Port In Indonesia, 1984)

Mengingat elevasi di laut selalu berubah setiap saat, maka diperlukan elevasi yang ditetapkan berdasar data pasang surut. Beberapa elevasi tersebut adalah sebagai berikut:

- Muka air tinggi (*high water level* atau *high water spring*, HWS)
- Muka air rendah (*low water level* atau *low water spring*, LWS), kedudukan air terendah yang dicapai pada saat air surut dalam satu siklus pasang surut.
- Muka air laut rerata (*mean sea level*, MSL), adalah muka air rerata antara muka air tinggi rerata dan muka air rendah rerata. Elevasi ini digunakan sebagai referensi untuk elevasi di daratan.

2.6.2. Panjang Dermaga

Dalam menentukan panjang dermaga yang akan dibangun digunakan persamaan berdasarkan buku perencanaan (Bambang Triatmodjo 2010).

$$L_p = nLoa + (n + 1) \times 10\% \times Loa$$

Dimana:

L_p : Panjang Dermaga (m)

N : Jumlah Kapal yang bertambat

Loa : Panjang Kapal (m)

2.6.3. Lebar Dermaga

Lebar Dermaga direncanakan sesuai kebutuhan dermaga. Perhitungan lebar dermaga dilakukan dengan memperhitungkan jarak tepi dan kebutuhan manuver peralatan yang berada di atas dermaga. Lebar dermaga (*apron*) biasanya berukuran antara 15 m-25 m (Bambang Triatmodjo 2010).

2.6.4. Kedalaman Dermaga

Dalam perencanaan kedalaman dermaga hal yang harus diperhatikan adalah ketinggian *draf* kapal maksimum serta kondisi pasang surut yang di aplikasikan pada data *bathymetry* yang ada ditambah dengan jarak aman. Jarak aman dalam perencanaan dermaga (*clearance*) sebesar 0,8 – 1 m dibawah lunas kapal. Jarak ini ditentukan berdasarkan ketentuan operasional pelabuhan (penambatan kapal dengan/tanpa kapal tunda) dan kontruksi dermaga. Sedangkan untuk taraf dermaga ditentukan antara 0,5 – 1,5 m di atas MHWS sesuai dengan besar ukuran kapal.

2.7. Data Perencanaan Dermaga

Menurut Bambang Triatmodjo 2010, Data yang diperlukan dalam perencanaan dermaga adalah sebagai berikut :

2.7.1. Pasang Surut

Data pasang surut digunakan untuk melengkapi kebutuhan penggambaran peta batrimetri (peta kontur kedalaman laut), dan mengetahui posisi muka air laut absolut terendah, dan pola pasang surutnya. Selanjutnya posisi air surut terendah berdasar pola pasang surut setempat digunakan sebagai acuan untuk penetapan elevasi kontur tanah dan elevasi seluruh bangunan, sehingga kondisi kedalaman perairan dan elevasi posisi kering dari struktur dan wilayah darat dapat ditentukan.

2.7.2. Arus

Data arus pada perencanaan pelabuhan digunakan untuk menghindari pengaruh tekanan arus berarah tegak lurus kapal, agar dapat bermanuver dengan

cepat dan mudah serta untuk evaluasi kondisi stabilitas garis pantai untuk mengetahui kemungkinan terjadinya erosi maupun sedimentasi.

2.7.3. Angin

Data angin digunakan untuk menyusun analisa gelombang dan juga digunakan untuk mengetahui distribusi arah dan kecepatan angin secara tepat di rencana lokasi pelabuhan atau di wilayah survey.

$$F = q_z \times G \times C_f \times A_f \text{ (lb) (N)}$$

Dimana:

- F : gaya akibat angin desain untuk struktur-struktur lain, dalam lb (N)
- Q_z : tekanan velositas yang dievaluasi pada ketinggian z
- G : faktor efek tiupan angin (faktor efek tiupan angin untuk suatu bangunan Gedung dan struktur lain yang kaku boleh diambil sebesar 0,85)
- C_f : koefisien gaya
- A_f : luas terproyeksi tegak lurus terhadap angin kecuali dimana
- C_f : ditetapkan untuk luas permukaan actual, dalam ft^2 (m^2)

2.7.4. Tanah

Data penyelidikan tanah sangat diperlukan khususnya untuk perencanaan insfrastruktur, baik untuk struktur bangunan bawah (tiang pancang) maupun lapangan penumpukan, jala, atau areal terbuka lain. Kondisi tanah sangat menentukan dalam pemilihan tipe dermaga. Pada umumnya tanah di dekat dataran memiliki daya dukung yang lebih besar daripada tanah di dasar laut.

2.8. Struktur Dermaga

Dermaga merupakan batas muka antara daratan dan perairan dimana kapal dapat bertambat. Struktur dermaga dapat dikelompokkan menjadi dua macam berikut ini.

1. Dermaga Konstruksi terbuka dimana lantai dermaga didukung oleh tiang-tiang pancang.

2. Dermaga konstruksi tertutup atau solid, dimana batas antara darat dan perairan dipisahkan oleh suatu dinding yang berfungsi menahan tanah dibelakangnya yang dapat berupa dinding massa, kaisan, turap, dan dinding penahan tanah.

Baik *wharf*, *pier* maupun *Jetty* dapat dibangun dengan salah satu dari konstruksi tersebut.

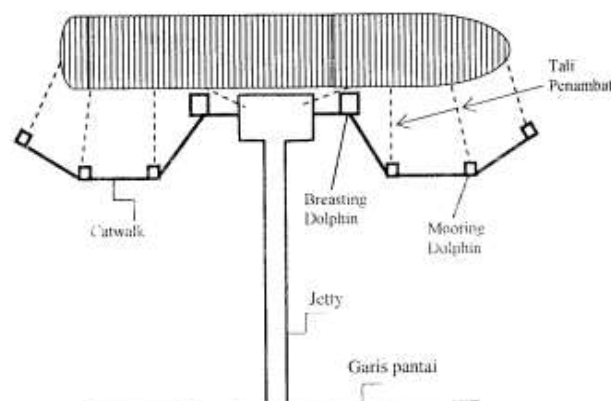
Elevasi puncak dermaga ditentukan oleh beberapa faktor berikut:

1. Elevasi muka air pasang tertinggi.
2. Kenaikan muka air karena pengaruh gelombang dan angin.
3. Tipe kapal yang menggunakan pelabuhan.
4. Fasilitas yang digunakan untuk kegiatan bongkar muat barang.

Elevasi dasar pelabuhan di depan dermaga ditentukan berdasar muka air surut terendah (Bambang Triatmodjo 2010).

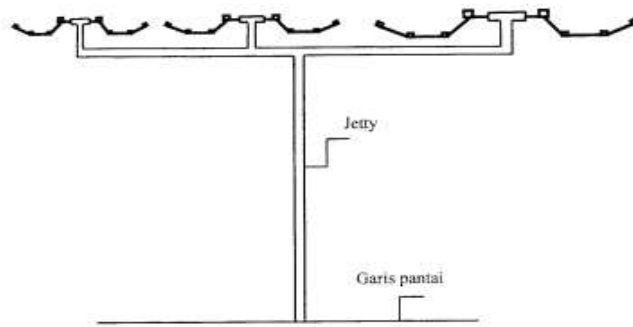
2.8.1. *Jetty*

Jetty adalah dermaga yang dibangun menjorok cukup jauh ke arah laut, dengan maksud agar ujung dermaga berada pada kedalaman yang cukup untuk merapat kapal. Pada umumnya *jetty* digunakan untuk merapat kapal tanker, kapal LNG, Tongkang pengangkut batubara. Untuk menahan benturan kapal yang merapat dipasang *dolphin* penahan benturan (*breasting dolphin*) di depan *jetty*. Sedangkan untuk mengikat kapal digunakan *dolphin* penambat (*mooring dolphin*). *Dolphin-dolphin* tersebut dihubungkan dengan *catwalk* (semacam jembatan kecil), yang berfungsi sebagai jalan petugas yang akan mengikat tali kapal ke *dolphin*.



Gambar 2.22 *Jetty* untuk kapal tanker atau LNG

(Sumber : Triatmodjo, Bambang. 2010. Perencanaan Pelabuhan)



Gambar 2.23 Jetty untuk bertambat tiga kapal

(Sumber : Triadmodjo, Bambang, 2010. Perencanaan Pelabuhan)

2.9. Struktur *Catwalk* Pada Dermaga

Catwalk adalah jembatan yang menghubungkan dermaga untuk menuju *dolphin/mooring* dari dermaga. *Catwalk* digunakan petugas kapal untuk menuju bolder yang terletak di *dolphin* pada saat kapal akan sandar dan pada saat kapal mulai berlayar.

Catwalk adalah salah satu fasilitas dari dermaga yang berfungsi penghubung antar dermaga (*loading platform*) dengan *breasting dolphin*, penghubung antar *mooring* dengan *breasting dolphin*, serta penghubung antar *mooring dolphin*.

2.9.1. Metode Pelaksanaan *Catwalk*

Tahap awal dalam pemasangan *Catwalk* yaitu menyiapkan dudukan atau tempat perletakan dari *Catwalk* itu sendiri, dimana perletakan itu terbuat dari karet/elastomer yang di atas *loading platform*, *mooring*, dan *breasting dolphin*. Perakitan *catwalk* dilakukan area *workshop*.

Tahap berikutnya dilakukan dengan bantuan ponton, *mobile crane*, ponton *crane*, dan *theodolit*. Ponton berfungsi untuk membawa potongan *catwalk* yang telah dilas di darat. *Mobile crane* berfungsi untuk mengangkat *catwalk* untuk diletakkan diponton, dan ponton *crane* berfungsi mengangkat *catwalk* untuk diletakkan di perletakan. Dalam pemasangannya dibantu dengan *theodolit* agar lebih presisi. Setelah *catwalk* selesai dibangun, kemudian dipasang pelat baja grating untuk diinjaki kaki serta pegangan tangan pada *catwalknya*.



Gambar 2.24 Catwalk Dermaga

(Sumber : www.docplayer.info)

2.9.2. Pembebanan Pada *Catwalk*

Pada *Catwalk*, beberapa beban-beban yang diterima yaitu:

➤ **Beban Mati**

1. Beban yang dianalisis (DSW)
2. Beban yang tidak dianalisis (D)
3. Beban struktur yang tidak dimodelkan (DS)
4. Beban Peralatan Listrik (DEL)
5. Beban Pipa Kosong (DPE)

➤ **Beban Hidup**

1. Beban Hidup Lantai (LF)
2. Beban Pemeliharaan (ML)
3. Beban Operasi Pipa (FPO)

➤ **Beban Tes**

1. Beban Tes Pipa (T)

➤ **Beban Panas**

1. Beban Gesekan Pipa (TF)
2. Beban Thermal (TE)

➤ **Beban Gelombang (WVX dan WVZ)**

➤ **Beban Arus (CX dan CZ)**

➤ **Beban Angin (WX dan WZ)**

➤ **Beban Gempa (EX dan EZ)**

2.10. Analisis Struktur dan Penulangan

2.10.1. Penulangan Pada Plat

Perencanaan penulangan plat dihitung dengan metode momen ultimit yang didasarkan pada besar momen yang terjadi akibat beban – beban yang bekerja.

2.10.2. Kontrol Stabilitas Lendutan Plat

Berdasarkan Peraturan Perencanaan Teknik Jembatan BMS 1992 Pasal 5.3, lendutan untuk plat dan gelagar harus dibatasi sedemikian hingga :

- Lendutan akibat pengaruh tetap adalah dalam batas wajar, yaitu:

$$0 < \Delta < L/300$$

- Lendutan pada beban hidup layan, termasuk kejut, yaitu:

$$\Delta < L/360$$

Di mana :

Δ : lendutan yang terjadi

L : panjang bentang

2.10.3. Penulangan Pada Balok

Penulangan balok dermaga juga dilakukan dengan kondisi sebelum komposit (plat pracetak) maupun pada kondisi sesudah komposit, direncanakan dengan tulangan rangkap. Dalam perhitungan penulangan perlu dilakukan kontrol retak dan lendutan (baik lendutan seketika dan jangka panjang).

Penuangan pada balok diperhitungkan terhadap lentur, geser, torsi, serta lendutan yang terjadi dengan beban yang sesungguhnya serta kontrol petak pada penampang. Untuk momen, gaya lintang, dan nilai-nilai analisa mekanika lainnya diperoleh dari hasil analisis program bantu SAP 2000.

2.11. Struktur Beton

Beton adalah bahan bangunan yang terbuat dari campuran antara agregat dan bahan pengikat. Beton banyak dipilih karena memiliki kekuatan yang kokoh, permukaannya rata, serta bertekstur halus. Dengan kekuatan yang sama, biaya pembuatan konstruksi beton bahkan jauh lebih murah daripada konstruksi besi dan baja (Nyoman, I. S. W., Widnyana dkk 2009).



Gambar 2.25 Pemasangan Beton Pada *Catwalk Support*

(Sumber :)

Beton adalah campuran antara semen *portland* atau semen hidrolik yang lain, agregat halus, agregat kasar, dan air dengan atau tanpa bahan tambahan yang membentuk massa padat (SNI 2847:2019). Biasanya dipercaya bahwa beton mengering setelah pencampuran dan perletakan. Sebenarnya, beton tidak menjadi padat karena air menguap, tetapi semen berhidrasi, mengelem komponen lainnya bersama dan akhirnya membentuk material seperti batu.

Secara umum lantai dermaga tersusun dari pelat beton bertulang yang merupakan bagian struktural. Pelat lantai beton bertulang dianggap lantai dengan tulangan satu arah (*one way slab*), direncanakan mengikuti kaidah struktur, yaitu menghitung momen dengan lentur dengan mengikuti sifat balok dengan banyak perletakan.

2.11.1. Kualitas Bahan Beton

Bangunan dermaga termasuk klasifikasi C (dimana keadaan permukaan bagian komponen dalam air dan terletak dalam lingkungan daerah pasang surut). Dimana beton harus mempunyai kuat tekan karakteristik (σ'_{bk}) tidak kurang dari 35MPa ($\sigma'_{bk} \geq 35\text{MPa}$).

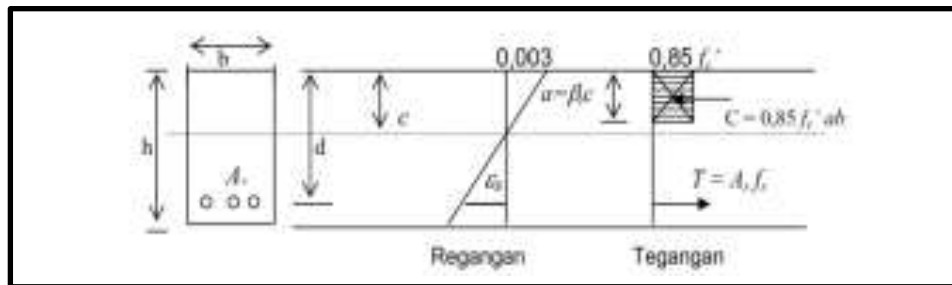
Untuk faktor keamanan karena bangunan berada diatas laut, perhitungan kekuatan karakteristik beton dihitung dengan K300

2.12. Struktur Beton bertulang

Beton bertulang adalah adukan beton yang diberi tulangan dari baja. Beton merupakan material yang kuta dalam menahan gaya tekan, namun lemah menahan gaya tarik. Oleh karena itu beton dapat mengalami retak jika beban yang dipikulnya menimbulkan tegangan tarik yang melebihi kuat tarik materialnya.

Pada balok beton bertulang, tulangan baja ditanam di dalam beton sedemikian rupa sehingga gaya tarik yang dibutuhkan untuk menahan momen pada penampang retak dapat dikembangkan pada tulangan baja.

Penambahan tulangan baja ini akan meningkatkan kekuatan terhadap gaya tarik dan juga *ductility* struktur bangunan. Beton bertulang cocok digunakan dalam struktur dengan bentangan yang lebar, seperti jalan raya, jembatan, pelat lantai dan sebagainya (SNI 2847-2019).

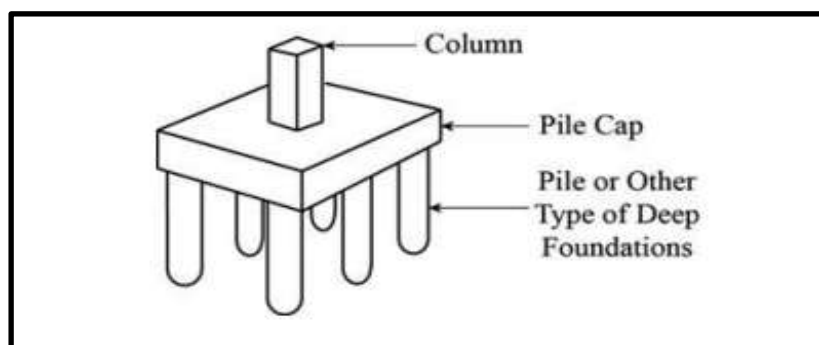


Gambar 2.26 Regangan dan Tegangan Pada Beton Bertulang

(Sumber : SNI T-12-2004)

2.13. *Pile Cap*

Pile Cap yaitu suatu cara untuk mengikat pondasi sebelum didirikan kolom di atasnya. Fungsi dari *Pile Cap* yaitu untuk mendapatkan beban dari kolom yang lalu akan terus disebarkan ke tiang pancang dimana masing-masing pile mendapat I/N dari kolom dan harus kurang lebih daya dukung yang di iijinkan (Y ton) (N = Jumlah kelompok pile). Maka beban maksimum yang sanggup diterima oleh *pile cap* dari kolom. Selanjutnya dikatakan bahwa *pile cap* ini bertujuan semoga kolom benar-benar berada dititik pondasi sehingga tidak menyebabkan eksentrisitas yang menyebabkan beban pada pondasi. *Pile cap* juga berfungsi untuk menahan gaya geser dari beban yang diterima.



Gambar 2.27 Konstruksi *Pile Cap*

(Sumber : www.rattibha.com)

Pile Cap ini bertujuan semoga lokasi kolom benar-benar berada dititik sentra pondasi sehingga tidak menyebabkan eksentrisitas yang sanggup menyebabkan beban embel-embel pada pondasi. Selain itu, menyerupai halnya kepada kolom, *pile cap* juga berfungsi untuk menahan gaya geser dari pembebanan yang ada. Bentuk dari *pile cap* juga bervariasi dengan bentuk segitiga dan persegi panjang. Jumlah kolom yang diikat pada tiap *pile cap* pun berbeda tergantung kebutuhan atas beban yang akan diterimanya. Terdapat *pile cap* dengan pondasi tunggal, ada yang mengikat 2 dan 4 buah pondasi yang diikat menjadi satu.

2.13.1. Kedalaman *Pile Cap*

Umumnya *pile cap* lebih dalam dari pada *footing* karena mengalami beban terpusat yang menghasilkan momen lentur dan gaya geser yang jauh lebih besar.

Namun, peningkatan kedalaman memberikan kekakuan yang lebih besar pada *pile cap* yang bermanfaat dalam menyebarkan beban secara merata untuk semua tiang.

Kedalaman *Pile Cap* diatur oleh kriteria berikut sebagai berikut:

- Kemampuan Geser *Pile Cap*.
- Penyusutan dan pembengkakan tanah.
- Serangan beku.
- Tumpukan jangkar.
- Meja air dan sulfat larut.
- Memegang rakitan baut untuk kolom baja.

Dari kriteria ini, geser merupakan kriteria yang paling penting untuk pemilihan kedalaman tiang.

2.13.2. Perencanaan *Pile Cap*

Shear ring merupakan alat penyatu beton (*pile cap*) dengan baja (tiang pancang). Langkah-langkah penulangan pada *shear ring* sebagai berikut:

1. Menentukan gaya tekan maksimal yang bekerja pada tiang pancang yang merupakan hasil kombinasi beban geser ultimate dari *output* SAP 2000.
2. Tentukan kekuatan beton dalam tiang pancang P_{beton} dalam tiang
3. Kontrol Retak Beton

$$V_c > V_u$$

4. Kontrol kekuatan las

$$\text{Kekuatan las tiap ring} = (\text{keliling} \times \text{tebal las}) \cdot \sigma_e \cdot n$$

dengan: n = jumlah shear ring

5. Luas panjang penyaluran dari tiang ke struktur atas secara praktis dihitung sebagai berikut:

$$A_{\text{tiang}} \cdot f_{\text{sytiang}} = A_{\text{stperlu}} \cdot f_{\text{sytulangan}}$$

6. Panjang penyaluran (l_d)

Perhitungan panjang penyaluran sesuai dengan persamaan:

$$L_{sf} = \frac{k_1 \cdot k_2 \cdot f_{sy} \cdot A_b}{(2a + d_b) \sqrt{f_c'}} > 25 \cdot K_1 \cdot d_b$$

2.13.3. Pekerjaan *Pile Cap*

Tiang pancang baja yang telah terpancang, dipasang tulangan spiral/ isian tiang pancang, kemudian dicor sedalam 1 m dari pangkal tiang pancang. Setelah dicor, ujung tiang pancang di las tulangan yang berfungsi sebagai tulangan penyaluran dan akan tertanam dalam poer, dimana poer nantinya akan dipasang pada tiap-tiap ujung tiang pancang.



Gambar 2.28 Contoh Tulangan spiral isian tiang pancang

(Sumber : www.docplayer.info)

Tiang pancang yang telah terpotong kemudian dilapisi dengan selimut beton bertulang yang berfungsi untuk membantu menyabungkan tiang pancang ke *pile cap*. Proses pemancangan dilakukan sampai semua tiang pancang sudah terpasang pada titik-titik yang telah direncanakan.

Sebelum perakitan poer, terlebih dahulu dipasang sebuah landasan untuk bekisting berupa sabuk yang berbentuk cincin yang akan diperkuat dengan baut untuk mengekangnya.



Gambar 2.29 Contoh Cincin Tiang Pancang

(Sumber : www.docplayer.info)

Setelah cincin terpasang kemudian dipasang *temporary support*. *Temporary support* adalah sejenis alat bantu yang terbuat dari besi yang terdiri dari pelat penyangga, pelat pengunci serta sebuah pelat landasan. Fungsi dari *temporary support* ini adalah menahan struktur lanjutan yang ada di atasnya.

Perhitungan volume tulangan pembersihan ditentukan dengan menghitung jumlah total dari panjang besi yang digunakan pada sebuah struktur atau dapat dirumuskan dengan :

$$F = A + B + C + D + E$$

Keterangan :

- F : panjang total tulangan (m)
- A : panjang tulangan terpendek
- B : panjang tulangan terpanjang
- C : panjang kaitan
- D : panjang kaitan tambahan
- E : panjang bengkokan

Setelah diketahui total dari panjang besi menggunakan rumus maka dapat diketahui volume besi dalam satuan kg dengan rumus :

$$\text{Volume} = p \times w$$

Keterangan :

W : berat

P : panjang total (jumlah panjang tulangan yang telah dihitung sesuai rumus volume besi)



Gambar 2.30 *temporary support*

(Sumber : Kalibaru Project pt.pp)

Selanjutnya tulangan poer dilanjutkan dengan proses pemasangan bekisting fungsi dari bekisting sendiri adalah sebagai penahan beton yang dicor agar sesuai dengan desain yang direncanakan. Pada proses pemasangan bekisting, bekisting harus dikerjakan dengan teliti dan lurus, serta hubungan antar papan bekisting harus rapat agar saat dilakukan pengecoran adukan beton tidak merembes keluar. Setelah pemasangan bekisting selesai maka dilakukannya pengecoran, pengecoran dilakukan sekaligus sehingga antara beton pengisi tiang dan poer monolit.



Gambar 2.31 Contoh Bekisting dan Penulangan *Pile Cap*

(Sumber : www.docplayer.info)

Berikut adalah rumus perhitungan keperluan bahan bekisting :

- Keperluan kayu = $\frac{\text{Luas bekisting (m}^2\text{)}}{10\text{m}^2} \times \text{keperluan kayu}$
- Keperluan Paku = $\frac{\text{Luas bekisting (m}^2\text{)}}{10\text{m}^2} \times \text{keperluan Palu}$

Setelah pemasangan bekisting selesai maka dilakukannya pengecoran, pengecoran Pengecoran dilakukan sekaligus sehingga antara beton pengisi tiang dan poer monolit.

Sedangkan pengerjaan poer untuk Mooring dan Breasting Dolphin, perlu disediakan lubang sebagai tempat untuk angker dan baut untuk pemasangan *bollard* dan *fender*. Pembuatan lubang dapat menggunakan pipa atau batang pisang yang diletakkan terlebih dahulu sebelum dilakukan pengecoran.

Perhitungan volume untuk pekerjaan pengecoran *pilecap* adalah :

$$\text{Volume} = \text{panjang} \times \text{lebar} \times \text{tinggi} \times \text{jumlah pilecap (m3)}$$

2.14. Struktur Baja

Struktur baja adalah struktur logam yang terbuat dari komponen baja struktural yang saling terhubung untuk mengangkat beban dan memberikan kekakuan penuh. Karena tingkat kekuatan baja yang tinggi, struktur ini dapat diandalkan dan membutuhkan lebih sedikit bahan baku dibandingkan jenis struktur lain seperti struktur beton dan struktur kayu.



Gambar 2.32 Struktur Baja

(Sumber :)

Alam konstruksi modern, struktur baja digunakan untuk hampir setiap jenis struktur termasuk bangunan industri berat, bangunan bertingkat tinggi, sistem pendukung peralatan, infrastruktur, jembatan, menara, terminal bandara, pabrik industri berat, rak pipa, dll.

Struktur baja meliputi sub-struktur atau bagian dalam sebuah bangunan yang terbuat dari baja struktural. Baja struktural adalah bahan konstruksi baja yang dibuat dengan bentuk dan komposisi kimia tertentu sesuai dengan spesifikasi pada proyek tersebut

Bahan utama dari baja struktural adalah besi dan karbon. Mangan, logam campuran, dan beberapa zat kimia tertentu juga ditambahkan pada besi dan karbon untuk menambah kekuatan dan ketahanan.

Baja struktural dibuat dari canai panas maupun canai dingin atau dibuat dengan pengelasan antara plat datar atau plat tekuk, tergantung pada spesifikasi yang berlaku pada setiap proyek.

2.14.1. Baja Sebagai Bahan Struktur

Beberapa keuntungan yang diperoleh dari baja sebagai bahan struktur adalah sebagai berikut :

1. Baja mempunyai kekuatan cukup tinggi dan merata.
2. Baja adalah hasil produksi pabrik dengan peralatan mesin-mesin yang cukup canggih dengan jumlah tenaga manusia relatif sedikit, sehingga pengawasan mudah dilaksanakan dengan seksama dan mutu dapat dipertanggungjawabkan.
3. Pada umumnya struktur baja mudah dibongkar pasang, sehingga elemen struktur baja dapat dipakai berulang-ulang dalam berbagai bentuk struktur.
4. Jika pemeliharaan struktur baja dilakukan dengan baik, struktur dari baja dapat bertahan cukup lama.

2.14.2. Bentuk Profil Baja

Baja struktur diproduksi dalam berbagai bentuk profil. Bentuk profil baja yang sering dijumpai dipasaran seperti : siku-siku, kanal, I atau H, jeruji, *sheet piles*, pipa, rel, plat, dan kabel. Disamping itu ada profil yang bentuknya serupa

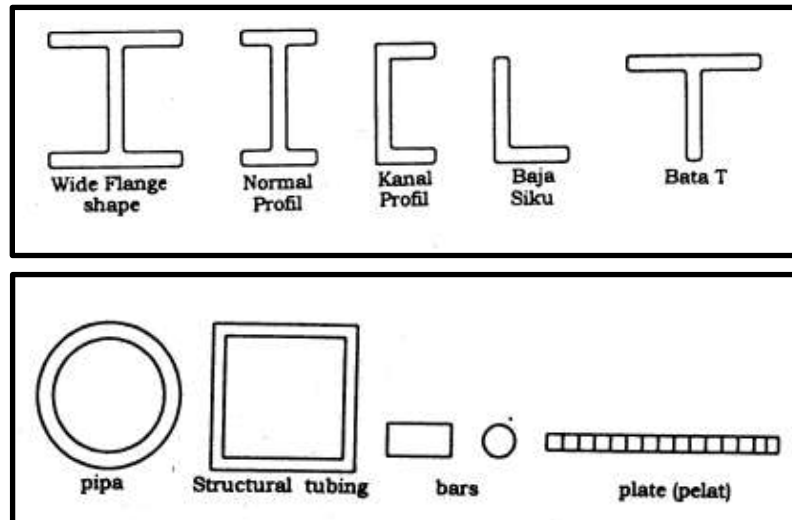
dengan profil I tetapi sayapnya lebar, sehingga disebut profil sayap lebar (*wide flange*). Beberapa kelebihan dari *wide flange*, yaitu:

1. Kekuatan lenturnya cukup besar
2. Mudah dilakukan penyambungan

Adanya kelebihan diatas menjadikan *wide flange* sering digunakan sebagai kolom dan balok pada bangunan gedung, gelagar dan rangka jembatan, dan bangunan struktur lainnya. Khusus untuk *wide flange* dengan perbandingan lebar sayap dan tinggi profil (b/h) sama dengan satu atau disebut juga profil H. Profil H ini sangat cocok digunakan untuk struktur pondasi tiang pancang.

Ada 2 macam bentuk profil baja yang didasarkan cara pembuatannya (ISBN 979-408-167-1. Jilid.1), yaitu:

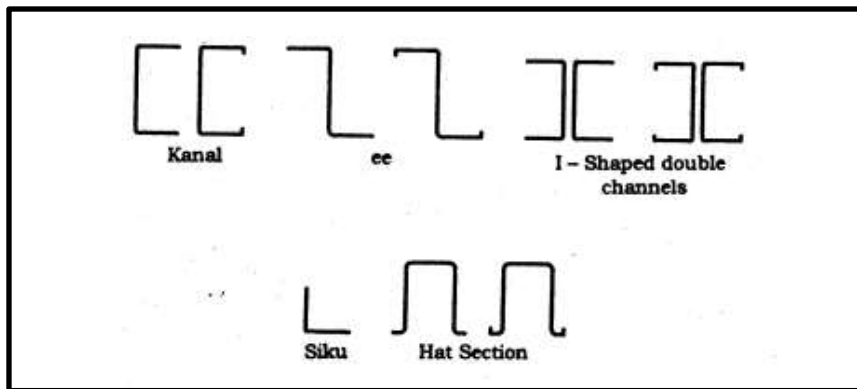
- a. *Hot Rolled Shapes*: disini profil baja dibentuk dengan cara blok-blok baja yang panas diproses melalui rol-rol dalam pabrik. *Hot Rolled Shapes* ini mengandung tegangan residu (*residual stress*). Jadi sebelum batang dibebani pun sudah ada *residual stress* yang berasal dari pabrik.



Gambar 2.33 *Standard Rolled Shapes*

(Sumber : ISBN 979-408-167-1. Jilid.1)

- b. *Cold Formed Shapes*: profil semacam ini dibentuk dari pelat-pelat yang sudah jadi, menjadi profil baja dalam temperatur atmosfer (dalam keadaan dingin, ingat mengenai *strain aging*). Tebal pelat yang dibentuk menjadi profil disini tebalnya kurang dari 3/16 inch. Profil macam ini ringan dan sering disebut sebagai *light Gage Cold Form Steel*.



Gambar 2.34 *Standard Cold Formed Shapes*

(Sumber : ISBN 979-408-167-1. Jilid.1)

2.14.3. Sifat-Sifat Baja

Sifat-sifat dari baja, baik sebagai bahan bangunan dalam bentuk struktur terkendali dengan baik sekali, sehingga para insinyur dapat mengharapkan elemen-elemen dari konstruksi bisa bertingkah laku sesuai dengan yang di duga dalam perencanaan. Dengan demikian bisa dihindari terdapatnya proses pemborosan yang biasa terjadi dalam perencanaan akibat adanya berbagai ketidakpastian.

Sifat dari baja yang dapat mengalami deformasi yang besar di bawah pengaruh tegangan tarik yang tinggi tanpa hancur atau putus disebut sifat duktilitas. Adanya sifat ini membuat struktur baja mampu mencegah terjadinya proses robohnya bangunan secara tiba-tiba. Sifat ini sangat menguntungkan ditinjau dari sudut keamanan bila suatu guncangan yang tiba-tiba seperti misalnya pada peristiwa gempa bumi (ISBN 979-408-167-1. Jilid.1),

sifat yang dimiliki baja yaitu kekakuannya dalam berbagai macam keadaan pembebanan atau muatan. Terutama tergantung dari:

- Cara peleburannya
- Jenis dan banyaknya logam campuran
- Proses yang digunakan dalam pembuatan.

2.14.4. Keuntungan dan Kelemahan Struktur Baja

Disamping Kelemahan-kelemahan bahan baja juga mempunyai Keuntungan-keuntungan sebagai berikut:

1. Proses pemasangan di lapangan berlangsung dengan cepat.

2. Dapat di las.
3. Komponen-komponen strukturnya bisa digunakan lagi untuk keperluan lainnya.
4. Komponen-komponen yang sudah tidak dapat digunakan lagi masih mempunyai nilai sebagai besi tua.
5. Struktur yang dihasilkan bersifat permanen dengan cara pemeliharaan yang tidak terlalu sukar.

Disamping keuntungan-keuntungan tersebut bahan baja juga mempunyai kelemahan-kelemahan sebagai berikut:

1. Komponen-komponen struktur yang dibuat dari bahan baja perlu diusahakan supaya tahan api sesuai dengan peraturan yang berlaku untuk bahaya kebakaran.
2. Diperlukannya suatu biaya pemeliharaan untuk mencegah baja dari bahaya karat.
3. Akibat kemampuannya menahan tekukan pada batang-batang yang langsing, walaupun dapat menahan gaya-gaya aksial, tetapi bisa mencegah terjadinya pergeseran horizontal.

2.14.5. Alat Sambung Pada Konstruksi Baja

Di dalam konstruksi baja terdapat sambungan-sambungan pada kayu. Berikut pada konstruksi baja dipakai beberapa macam alat sambung, yaitu:

- a. Baut (baut sekrup hitam)
- b. *High strength bolt* (baut mutu tinggi)
- c. Paku Keling
- d. Las

2.15. Pondasi Tiang Pancang

Menurut *Bowles*, (1993) pondasi ini merupakan sebuah tiang yang dipancangkan ke dalam tanah sampai mencapai kedalaman tertentu dengan tujuan untuk menyalurkan dan meneruskan beban dari struktur atas ke tanah pendukung. Material tiang pancang ini juga bisa berbahan dari kayu, baja, maupun beton. Metode pelaksanaannya yaitu tiang ini dipukul ke dalam tanah kemudian

dihubungkan menggunakan *pile cap*. Pondasi jenis ini digunakan ketika tanah pada kedalaman dangkal tidak stabil dan tidak kuat dalam mendukung beban di atasnya, sedangkan letak tanah kerasnya terlalu dalam.

Jenis struktur pondasi pada dermaga sangat dipengaruhi kondisi lingkungan sekitar, dan kepentingan aktivitas pada dermaga tersebut. Beberapa rekomendasi sebagai pertimbangan untuk pemilihan jenis struktur dermaga secara umum terdapat tiga jenis struktur yang umum digunakan, yaitu :

1. *Deck on Pile*

Dimana struktur menggunakan tiang pancang sebagai pondasi bagi lantai dermaga. Di bawah lantai dermaga, kemiringan lantai dibuat sesuai dengan kemiringan alaminya serta dilapisi dengan perkuatan (*revetment*) untuk mencegah tergerusnya tanah akibat gerakan air.

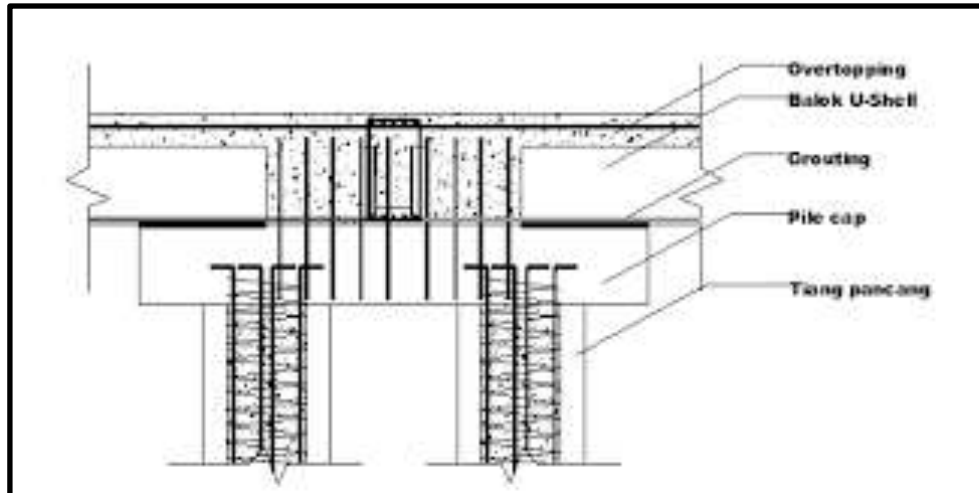
2. *Sheet Pile*

Dimana jenis struktur ini tidak menggunakan kemiringan alami dari tanah. Jadi gaya akibat perbedaan elevasi antara lantai dermaga dengan dasar laut ditahan oleh struktur dinding penahan tanah.

3. *Caisson*

Struktur ini merupakan salah satu jenis dari dermaga *gravity structure*, yang pada prinsipnya menggunakan berat sendiri dari struktur untuk menahan gaya vertikal dan horizontal, terutama untuk menahan tekanan tanah.

Selain jenis struktur dermaga, hal yang perlu menjadi pertimbangan lain adalah bahan pondasi yaitu dengan pertimbangan antara baja dan beton. Dimana tergantung pada kondisi struktur yang menggunakan pondasi tiang pancang apabila tanah dasar tidak mempunyai kapasitas daya pikul yang memadai. Jika hasil pemeriksaan tanah menunjukkan bahwa tanah dangkal tidak stabil & kurang keras atau apabila besarnya hasil estimasi penurunan tidak dapat diterima, pondasi tiang pancang dapat menjadi bahan pertimbangan. Lebih jauh lagi, estimasi biaya dapat menjadi indikator bahwa pondasi tiang pancang biayanya lebih murah daripada jenis pondasi yang lain dibandingkan dengan biaya perbaikan tanah.



Gambar 2.35 Struktur Pondasi Pancang Pada Dermaga Jetty

(Sumber : www.docplayer.info)

2.15.1. Jenis-Jenis Tiang Pancang

Terdapat beberapa jenis tiang pancang yang bisa Anda pakai dan menyesuaikannya dengan kebutuhan bangunan Anda. Di bawah ini adalah beberapa jenis tiang pancang yang bisa Anda temukan dalam dunia konstruksi:

a. **Tiang Pancang Baja**

Salah satu tiang pancang yang paling sering digunakan dalam bangunan yang berukuran kecil hingga besar adalah tiang pancang baja. Material baja yang digunakan membuat bangunan bisa menjadi lebih kokoh dan sekaligus bisa meredam guncangan yang ada dari dalam tanah.

b. **Tiang Pancang Beton**

Tiang pancang beton mempunyai bahan dasar utama dari beton yang di cor pada sebuah tempat. Tiang ini juga umumnya dibuat langsung dari sebuah pabrik dan bisa langsung digunakan dengan mudah. Tiang pancang jenis ini umumnya mempunyai berbagai macam bentuk seperti silinder, kotak ataupun persegi panjang.

c. **Tiang Pancang Kayu**

Kayu yang dipakai sebagai tiang pancang juga merupakan kayu yang keras dan tahan terhadap pelapukan. Daya tahan dari kayu biasanya memiliki ketahanan terhadap cuaca dan perubahan struktur dalam waktu yang sangat lama.

d. Tiang Pancang Komposit

Tiang pancang dengan jenis komposit umumnya berdaya tahan tinggi karena menggunakan material campuran yang dirancang agar tahan terhadap perubahan suhu ataupun struktur kimiawi tanah.

2.15.2. Pemancangan Pondasi Tiang Pancang

Pemancangan pondasi tiang pancang ke dalam tanah sampai ke lapisan tanah keras atau sampai ke kedalaman yang diinginkan harus dilakukan dengan baik dan benar mengikuti prosedur yang telah ditentukan. Karena dalam pelaksanaan pemancangan tiang pancang ini memerlukan suatu metoda tertentu, sehingga tiang pondasi dapat tertanam sesuai dengan kedalaman yang telah direncanakan dan dapat bekerja menahan beban bangunan di atasnya dengan kapasitas daya dukung yang diijinkan.

Metoda-metoda yang sering digunakan pada saat memasukkan atau memancang pondasi tiang ke dalam massa tanah ini antara lain adalah :

1. Dengan tumbukkan berulang-ulang pada kepala tiang oleh alat pemukul (*hammer*), cara ini disebut juga pemancangan tiang.
2. Dengan pemboran, yaitu membuat lubang ke dalam tanah, dan kemudian tiang dimasukkan atau dicorkan ke dalam lubang bor tersebut. Pengeboran dengan putaran yang menggunakan peralatan khusus dapat menembus lapisan tanah, sesuai untuk tanah kohesif dan keras agar tercapai kedalaman yang diinginkan

2.15.3. Kapasitas Tiang Pancang

Kuat dukung pondasi tiang adalah kemampuan tiang pancang untuk meneruskan beban yang bekerja terhadap lapisan tanah (Hardiyatmo, 1985). Dalam menentukan kuat dukung tiang diperlukan klasifikasi tiang dalam mendukung beban yang bekerja.

2.15.4. Kualitas Bahan Pondasi Tiang Pancang

Pada saat pemancangan pondasi tiang harus diperhatikan kualitas atau mutu dan suatu pemancangan. Dengan pemancangan yang terjaga mutunya maka

pondasi tiang diharapkan bisa bekerja dengan baik yaitu dengan menyediakan daya dukung yang cukup untuk menyalurkan beban bangunan di atasnya ke dalam tanah. Hal-hal yang harus diperhatikan guna menjaga kualitas dari suatu pemancangan pondasi tiang antara lain meliputi :

2.15.4.1. Kekuatan (Daya Dukung Tiang)

Daya dukung tiang yaitu sebagai kemampuan suatu tiang di dalam menahan beban yang ditimbulkan oleh suatu konstruksi atau struktur yang disangganya. Kemampuan tiang untuk menahan beban ini sangat dipengaruhi oleh keadaan dan kondisi tanah pendukung di lokasi tiang pancang dan juga keadaan fisik dari tiang pancang itu sendiri. Pada pelaksanaan pemancangan tiang, untuk mencapai lapisan tanah kerasnya rata-rata mencapai kedalaman 21-22 meter dari permukaan air laut.

2.15.4.2. Keadaan Fisik Tiang

Kualitas suatu pemancangan bisa juga dilihat dari kerusakan pada tiang yang terjadi pada saat pemancangan. Pada saat pemancangan dilangsungkan, tiang bisa saja mengalami kerusakan yang disebabkan pukulan *hammer*, hal ini akan sangat merugikan karena daya dukung tiang akan berkurang dan tidak memenuhi syarat yang telah ditetapkan. Pondasi tiang yang masuk ke dalam tanah akan mengalami gesekan dengan tanah akibat pemancangan. Semakin dalam tiang di pancang untuk mencapai lapisan tanah keras, semakin besar pula daya dukung pondasi tiang tersebut dalam memikul beban. Tetapi pada beberapa kasus pemancangan, seringkali terjadi kerusakan pada tiang yang diakibatkan pemancangan (pukulan *hammer*). Bagian dari tiang yang sering mengalami kerusakan pada saat pemancangan antara lain:

1. Kerusakan pada kepala tiang

Kerusakan pada bagian kepala tiang ditandai dengan hancurnya kepala tiang atau retak memanjang searah dengan sumbu tiang itu sendiri. Kerusakan seperti ini biasa terjadi pada tiang yang mempunyai ketegakkan kurang baik pada saat pemancangan atau menerima pukulan *hammer*.

2. Kerusakkan pada sepatu tiang

Kerusakkan pada bagian sepatu tiang ini akan ditandai dengan perubahan penetrasi yang mencolok, yang mana seharusnya nilai penetrasi mengecil tetapi yang terjadi akan sebaliknya. Kerusakkan pada bagian sepatu tiang ini akan ditandai dengan perubahan penetrasi yang mencolok, yang mana seharusnya nilai penetrasi mengecil tetapi yang terjadi akan sebaliknya.

3. Kerusakkan pada bagian tengah tiang

Kerusakkan pada bagian tengah tiang ini biasanya terjadi pada bagian sambungan tiang. Kerusakkan pada bagian tengah ini ditandai dengan kemiringan tiang yang cukup besar dan biasanya diikuti dengan kerusakan pada bagian kepala tiang atau tiang menjadi patah.

Alternatif tiang pancang ada 2 macam yaitu *precast pile* dan tiang pancang pipa baja (*steel pipe pile*). Dengan memperhatikan faktor keuntungan dan kerugian, serta kedalaman yang cukup dalam (lebih dari 11m) maka dipilih alternatif tiang pancang baja sebagai pondasi tiang pancang dermaga.

2.15.5. Pemotongan Pipa Tiang Pancang

Pemotongan pipa tiang pancang dilakukan setelah tiang pancang selesai dikerjakan dan pemotongannya sesuai dengan level atau ketinggian yang telah ditentukan. Alat yang dipergunakan dalam pengerjaan tersebut ialah peralatan las. Untuk menentukan panjang pipa yang akan di potong, *team survey* dengan menggunakan peralatan total *station* dan *level instrument* akan memberi tanda pada pipa tersebut.

2.16. Konsep Dasar Perencanaan Struktur Tahan Gempa

Daktilitas adalah kemampuan struktur gedung untuk mengalami simpangan pasca-elastik yang besar secara berulang kali dan balok-balik akibat beban gempa di atas beban gempa yang menyebabkan terjadinya pelelehan pertama, sambil mempertahankan kekuatan dan kekakuan yang cukup, sehingga struktur gedung tersebut tetap berdiri, walaupun sudah berada dalam kondisi diambang keruntuhan.

Gempa rencana berpengaruh terhadap perencanaan struktur Dermaga, perencanaan struktur tahan gempa merupakan suatu proses yang tidak sederhana, dibutuhkan pemahaman dan konsistensi mengenai konsep desain menyeluruh. Konsep perencanaan konstruksi didasarkan pada analisa kekuatan batas (*ultimate strength*) yang mempunyai daktilitas cukup menyerap energi gempa sesuai peraturan yang berlaku.

2.16.1. Faktor Keutamaan

Tabel 2.4 Faktor Keutamaan Gempa

Kategori Risiko	Faktor Keutamaan Gempa, <i>I_e</i>
I atau II	1,0
III	1,25
IV	1,50

(Sumber : SNI 1726-2019)

2.16.2. Parameter Percepatan Spektral Desain

Parameter percepatan spektral desain untuk periode pendek, S_{DS} dan pada periode 1 S_{DI} Harus ditentukan melalui perumusan berikut ini:

$$S_{DS} = \frac{2}{3} S_{MS}$$

$$S_{DI} = \frac{2}{3} S_{MI}$$

2.16.3. Spektrum Respons Desain

Bila spektrum respons desain diperlukan oleh tata cara ini dan prosedur gerak tanah dari spesifik-situs tidak digunakan, maka kurva spektrum respons desain harus dikembangkan dengan mengacu ketentuan di bawah ini:

1. Untuk periode yang lebih kecil dari T_0 spektrum respons percepatan desain S_a , harus diambil dari persamaan;

$$S_a = S_{DS} \left(0,4 + 0,6 \frac{T}{T_0} \right)$$

2. Untuk periode lebih besar dari atau sama dengan T_0 dan lebih kecil dari atau sama dengan T_s , spektrum *respons* percepatan desain S_a sama dengan SDS

3. Untuk periode lebih besar dari T_S tetapi lebih kecil dari atau sama dengan T_L , *respons spectral* percepatan desain S_a diambil berdasarkan persamaan:

$$S_a = \frac{SD1}{T}$$

4. Untuk periode lebih besar dari T_L , *respons* percepatan desain S_a diambil berdasarkan persamaan

$$S_a = \frac{SD1 T L}{T}$$

Keterangan:

S_{DS} : Parameter *respons spectral* percepatan desain pada periode pendek;

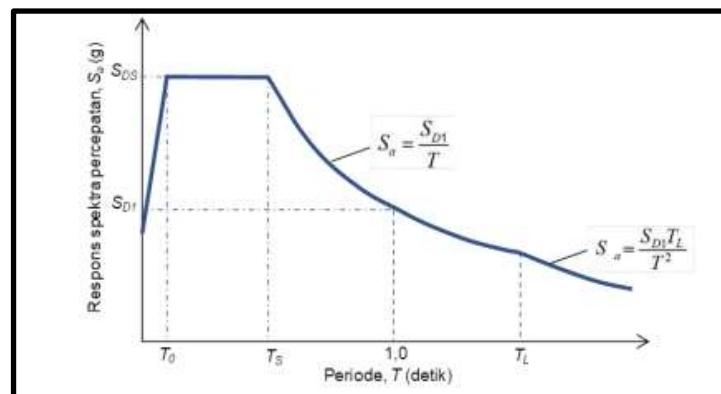
S_{D1} : Parameter *respons spectral* percepatan desain pada periode 1 detik;

T : periode getar fundamental struktur

T_0 : $0,2 \frac{SD1}{SDS}$

T_S : $\frac{SD1}{SDS}$

T_L : Peta Transisi Panjang



Gambar 2.36 Spektrum *Respons* Desain

(Sumber : SNI 1726-2019)

2.17. Pengaruh Gempa

Beban gempa diambil sebagai gaya horizontal yang ditentukan berdasarkan perkalian antara koefisien respon elastik (C_{sm}) dengan berat struktur ekuivalen yang kemudian dimodifikasi dengan faktor modifikasi respon (R) dengan formula :

$$E_q = \frac{C_{sm}}{R} \times W_t$$

Keterangan :

E_q : gaya gempa horizontal statis (kN)

C_{sm} : koefisien respon elastik

R : faktor modifikasi respon

W_t : berat total struktur terdiri dari beban mati dan beban hidup yang sesuai (kN)

2.18. Sistem Struktur Beton Bertulang Penahan Gempa Seismik

Sistem struktur penahan gaya seismik secara umum dapat dibedakan atas sistem rangka pemikul momen (SPRM), sistem dinding struktural (SDS), dan sistem Ganda (Gabungan SPRM dan SDS).

2.18.1. Gaya Seismik

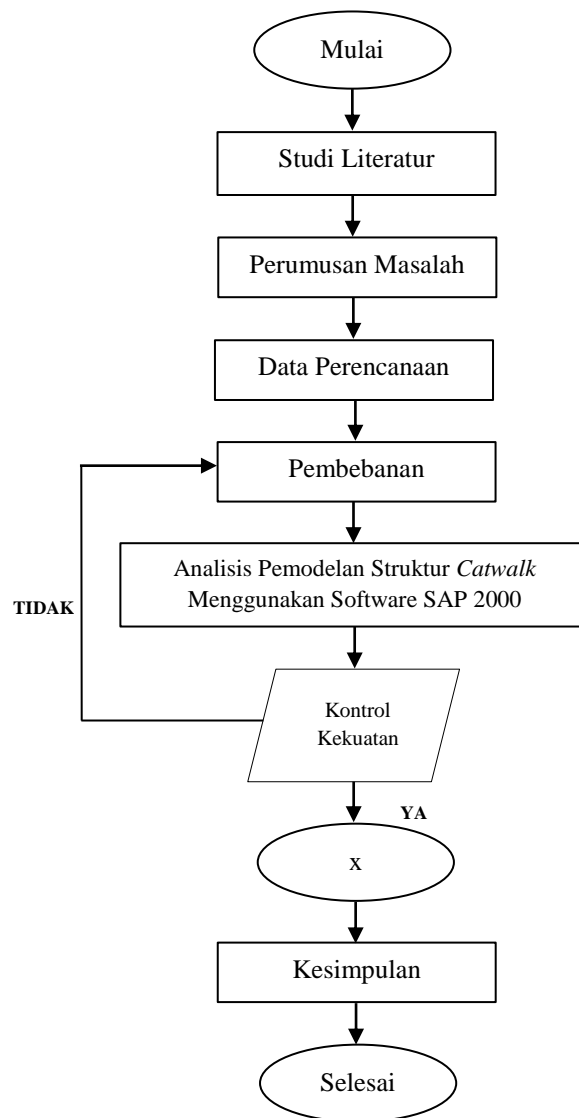
Gaya seismik rencana ditentukan dengan membagi gaya elastis dengan faktor modifikasi respon R_d sesuai tingkatan daktilitas. Untuk pilar kolom majemuk $R_d = 5$ untuk kedua sumbu ortogonal. Faktor $R_d = 0,8$ untuk hubungan bangunan atas pada kepala jembatan, $R_d = 1,0$ untuk hubungan kolom pada *cap* atau bangunan atas dan kolom pada fondasi. Setengah faktor R_d digunakan untuk perencanaan fondasi tetapi untuk tipe *pile cap* digunakan faktor R_d . Untuk klasifikasi D yaitu analisis rinci, dianjurkan cara perhitungan gaya maksimum yang dikembangkan oleh sendi plastis, sehingga faktor R_d tidak digunakan dalam hal ini.

BAB III

METODOLOGI

3.1. Diagram Alir

Secara sistematis langkah-langkah yang dilakukan untuk mencapai tujuan perencanaan sebagai berikut:



Gambar 3.1 Diagram Alir

3.2. Studi Literatur

Studi Literatur adalah menemukan referensi sumber materi dan teori yang bersangkutan dengan studi kasus atau permasalahan yang sedang dikerjakan peneliti. Untuk mendapatkan Perencanaan Struktur yang bekerja pada struktur dermaga “*Catwalk*” yang menggunakan program struktur SAP 2000 *versi 14*. Adapun pedoman perencanaan yang digunakan antara lain:

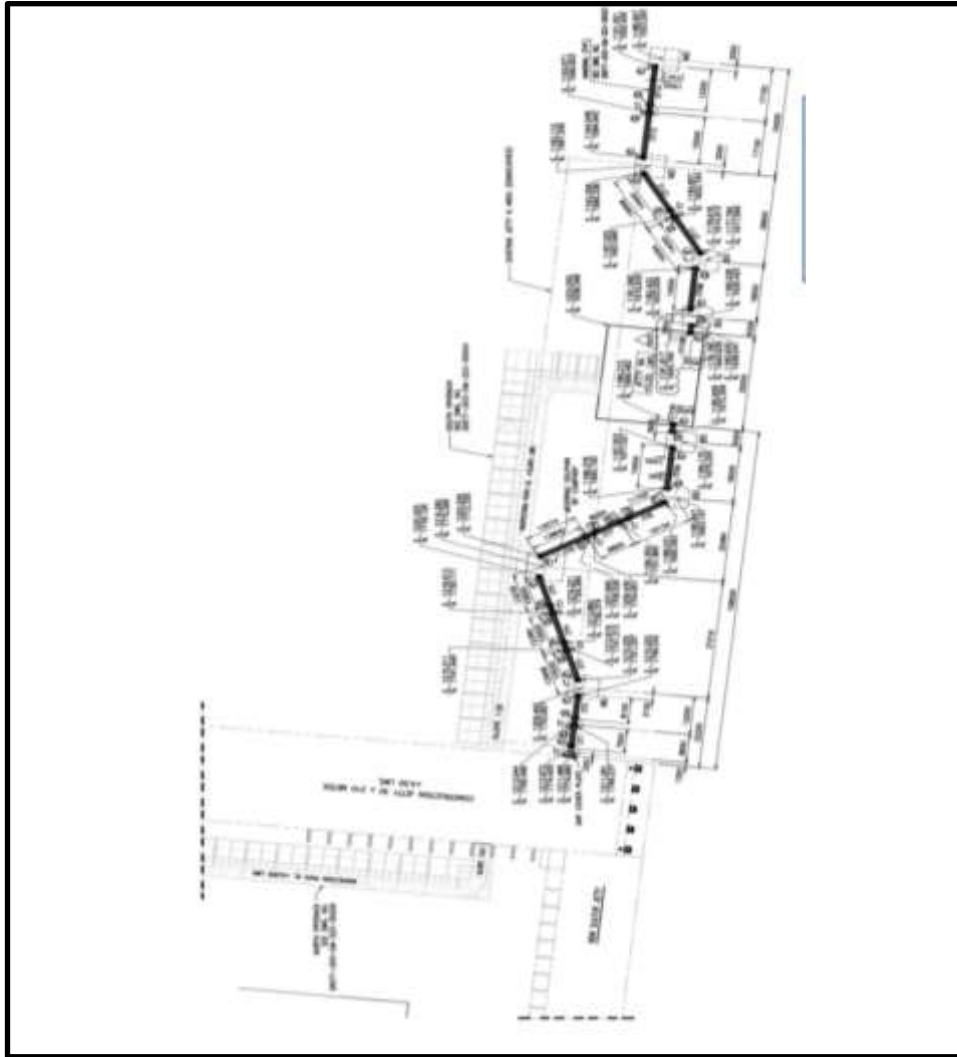
1. SNI-1726-2019 Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung.
2. SNI-2847-2019 Persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung
3. Triatmodjo, 2010. Perencanaan Pelabuhan
4. RSNI T-03-2005 Perencanaan Struktur Baja Untuk Jembatan
5. Ir. Oentoeng 2013. Konstruksi Baja
6. Ir Oentoeng, 2000 Konstruksi Baja
7. ACI 318-14
8. ASCE 2010

3.3. Data Perencanaan

Tahap selanjutnya adalah mengumpulkan data-data yang diperlukan untuk mendukung pemecahan masalah yang timbul berdasarkan fokus penelitian. Metode pengumpulan data kualitatif yang paling independen terhadap semua metode pengumpulan data dan teknik analisis data adalah wawancara secara mendalam, observasi partisipasi, bahan dokumenter, serta metode-metode baru seperti metode bahan visual dan metode penelusuran bahan internet.

3.3.1. Data Umum Struktur Dermaga

- a. Nama Dermaga : Jetty 6A RDMP RU V
- b. Lokasi Dermaga : Balikpapan, Kalimantan Timur
- c. Fungsi Dermaga : Terminal kapal pengangkut minyak bumi
- d. Struktur : 1. Baja
2. Beton Bertulang
- e. Tampak 2D Jetty 6A :



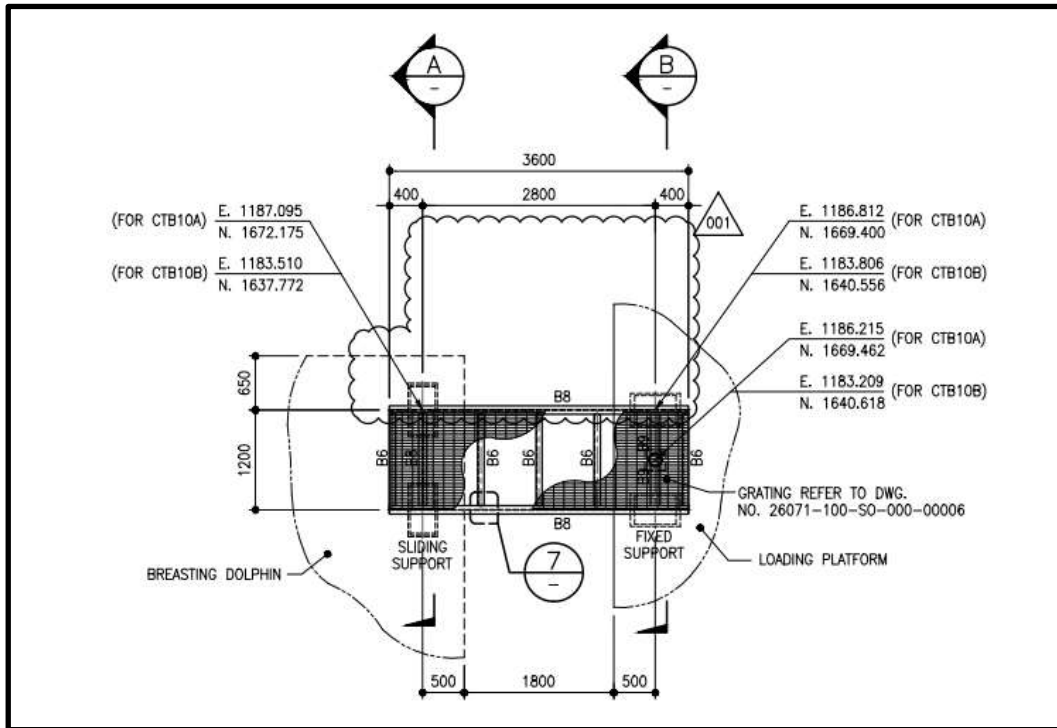
Gambar 3.2 *Layout Jetty 6A, Balikpapan, Kalimantan Timur*

(Sumber : 26071-203-CM-323-30022_003)

3.3.2. Data Umum *Catwalk* (CT10-CT14)

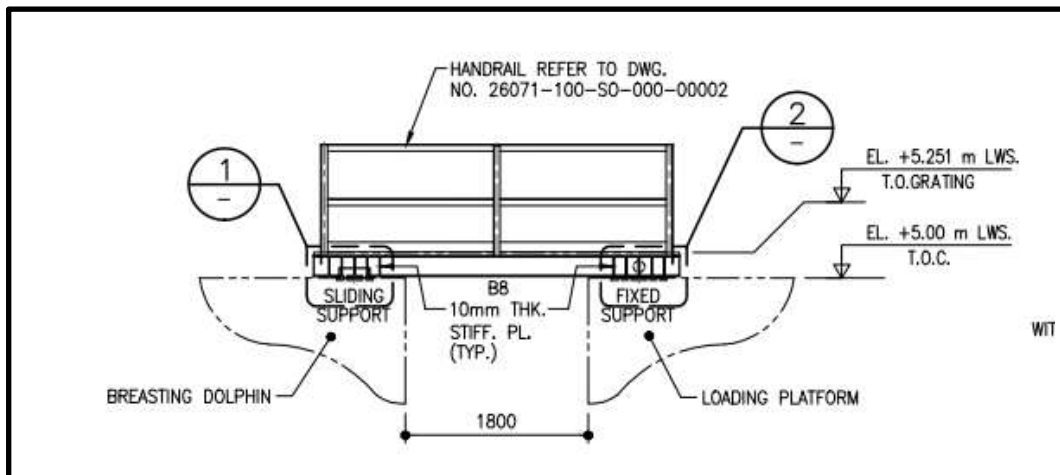
- a. Nama Struktur : *Catwalk* Jetty 6A RDMP RU V
- b. Lokasi Struktur : Balikpapan, Kalimantan Timur
- c. Fungsi Struktur : Penghubung antara dermaga
Catwalk (*Loding Platform*) dengan
Breasting Dolphin, dan
penghubung antara *Mooring
Dolphin* dengan *Breasting
Dolphin*
- d. Struktur *Catwalk* : 1. Baja
2. Beton Bertulang

e. Tampak 2D *Catwalk* :



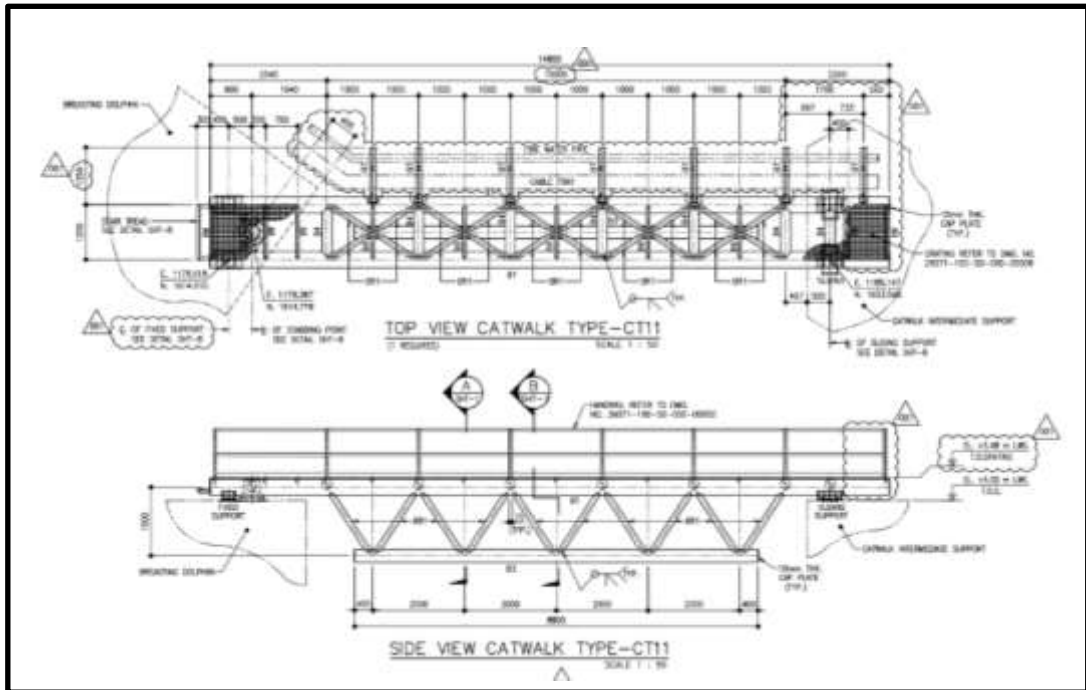
Gambar 3.3 Tampak Atas *Catwalk* (CT10A dan CT10B)

(Sumber : 26071-203-CM-323-30023_001)



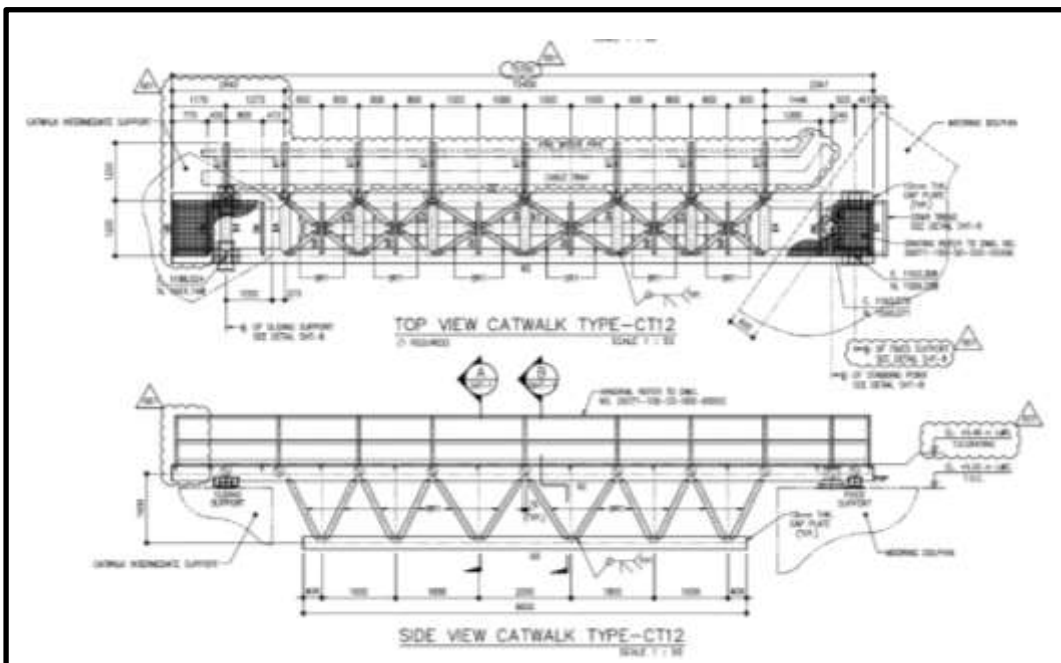
Gambar 3.4 Tampak Samping *Catwalk* (CT10A dan CT10B)

(Sumber : 26071-203-CM-323-30023_001)



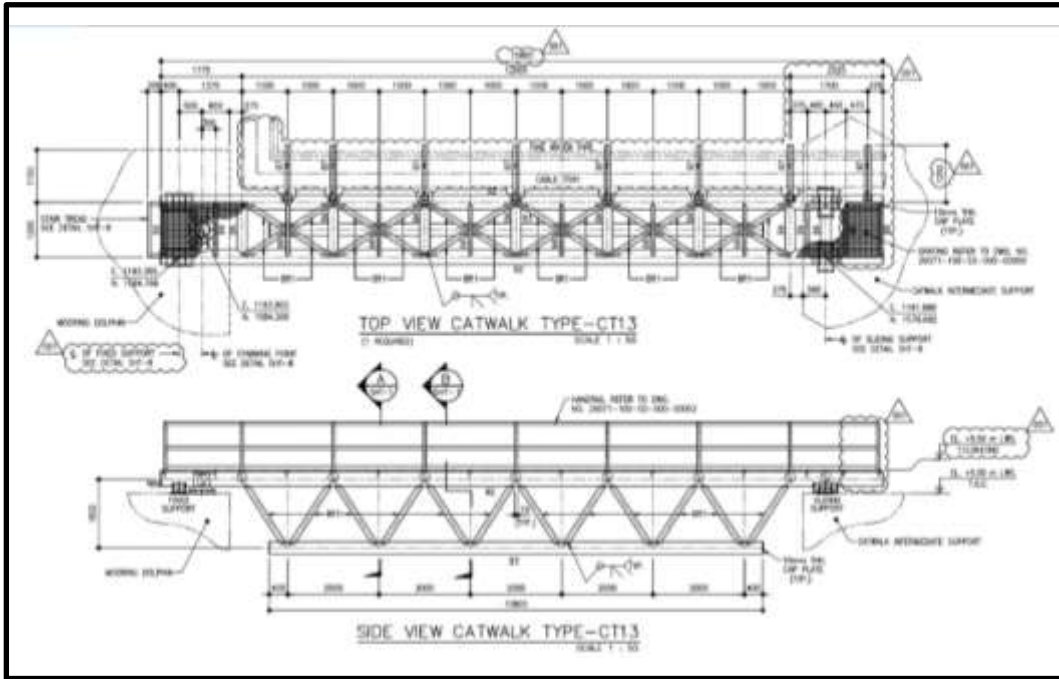
Gambar 3.5 Tampak Atas dan Samping *Catwalk* (CT 11)

(Sumber : 26071-203-CM-323-30023_001)



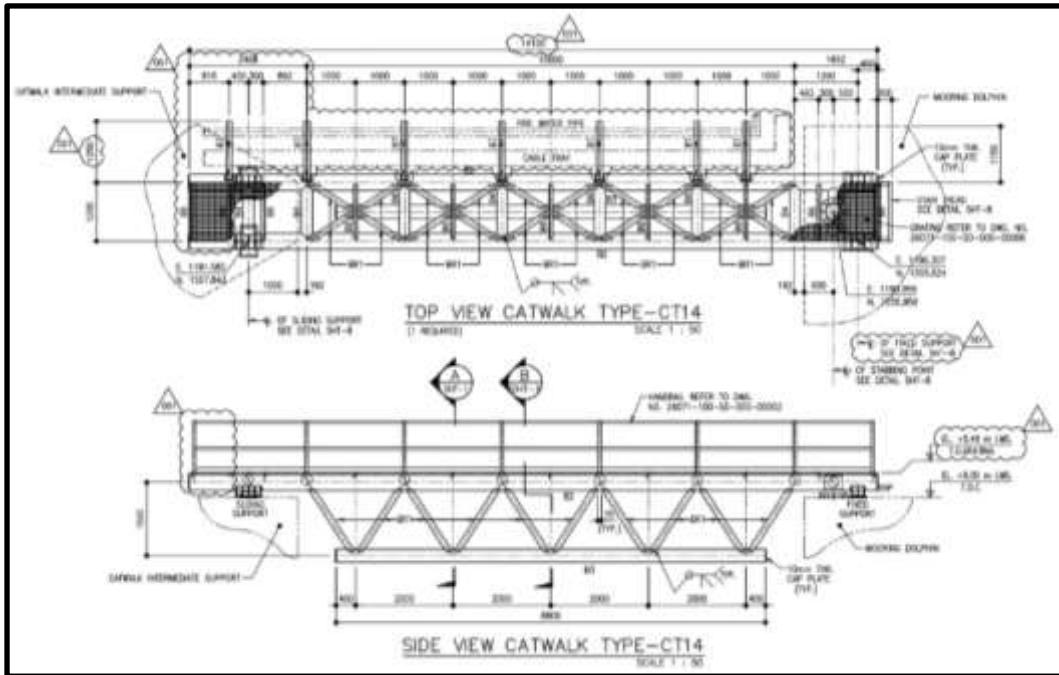
Gambar 3.6 Tampak Atas dan Samping *Catwalk* (CT 12)

(Sumber : 26071-203-CM-323-30023_001)



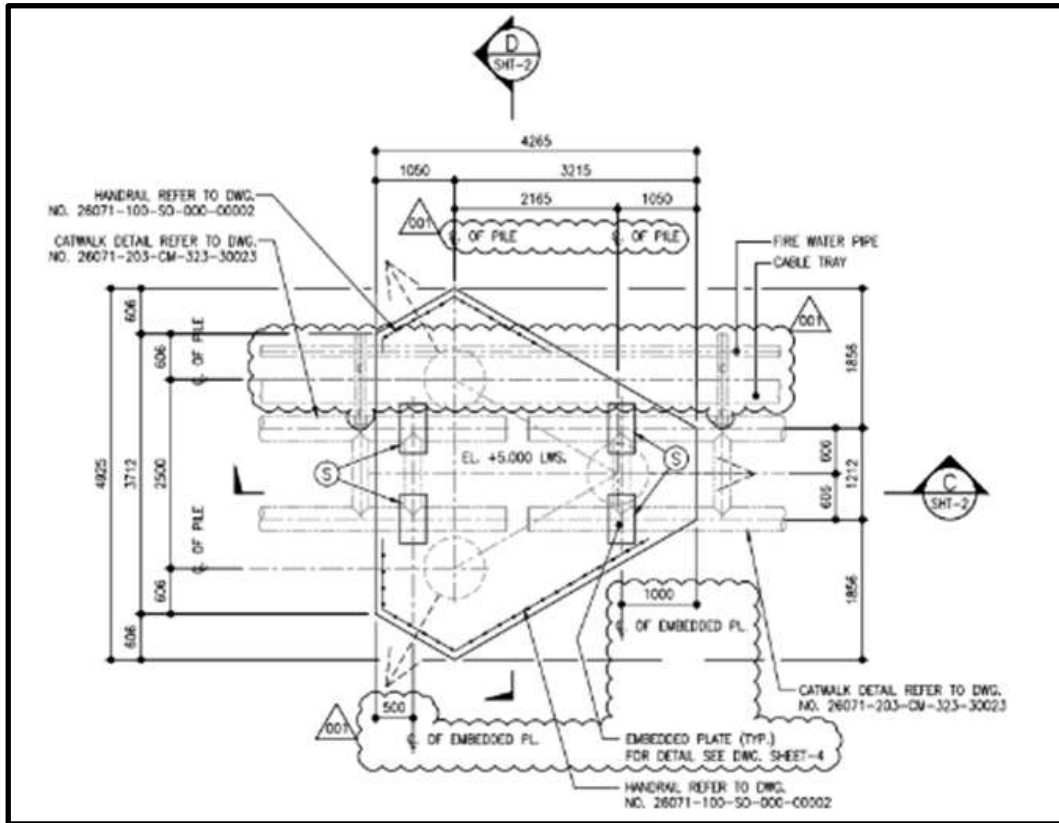
Gambar 3.7 Tampak Atas dan Samping *Catwalk* (CT 13)

(Sumber : 26071-203-CM-323-30023_001)



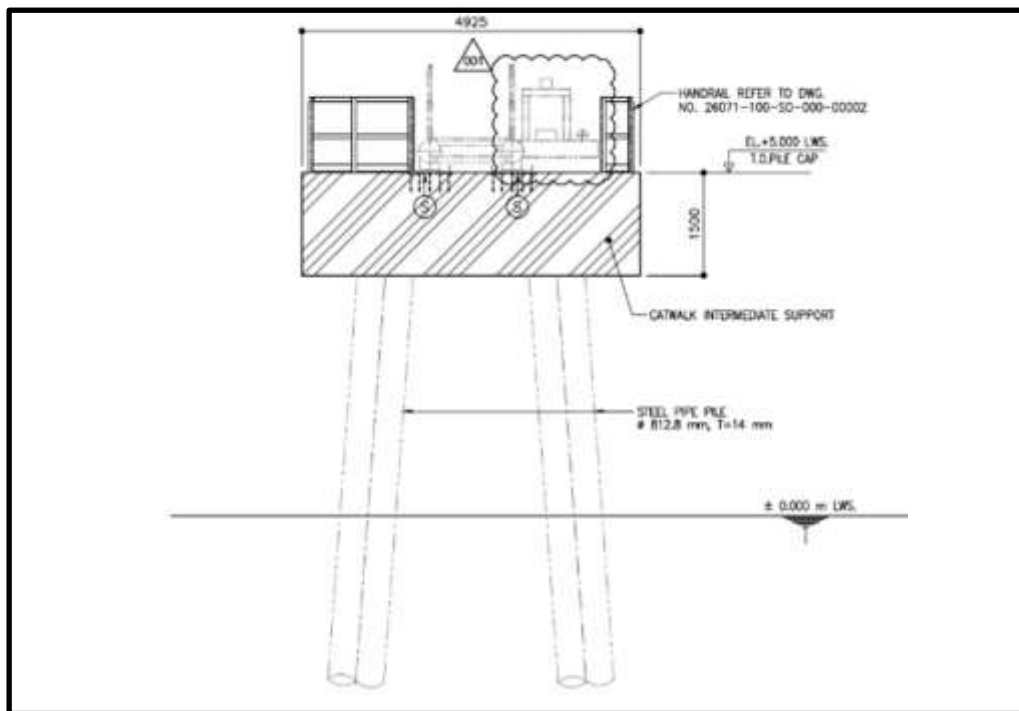
Gambar 3.8 Tampak Atas dan Samping *Catwalk* (CT 14)

(Sumber : 26071-203-CM-323-30023_001)



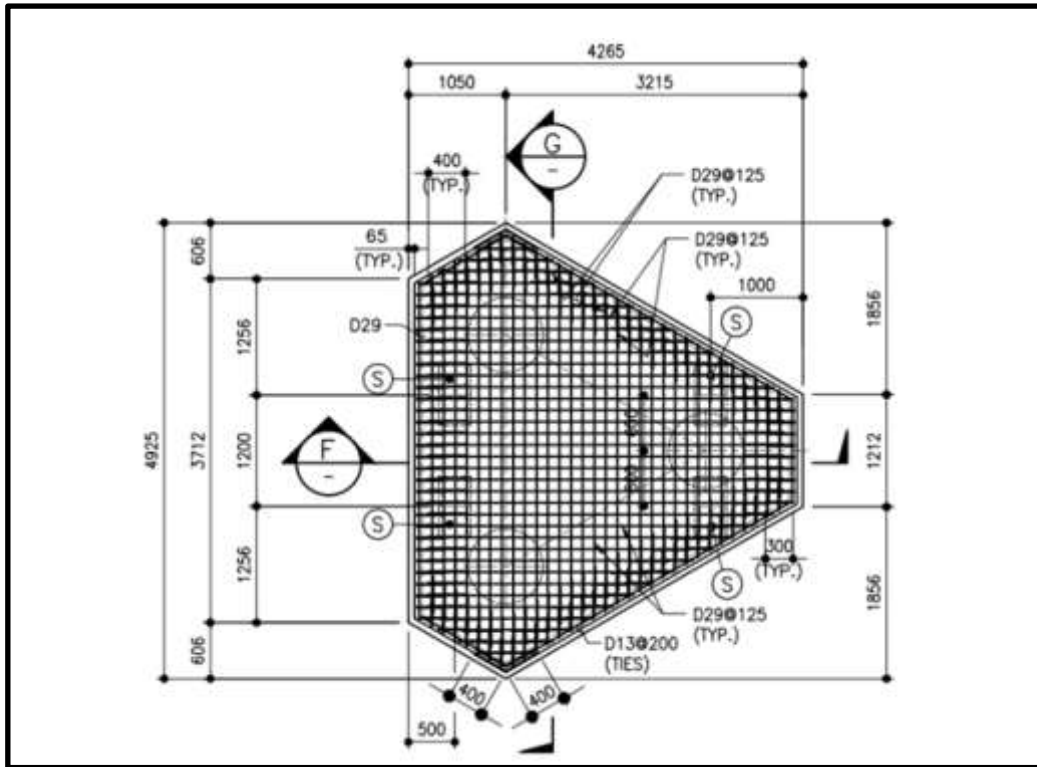
Gambar 3.9 Detail Penyangga Perantara Catwalk CTS2-CTS8

(Sumber : 26071-203-CM-323-30047_001)



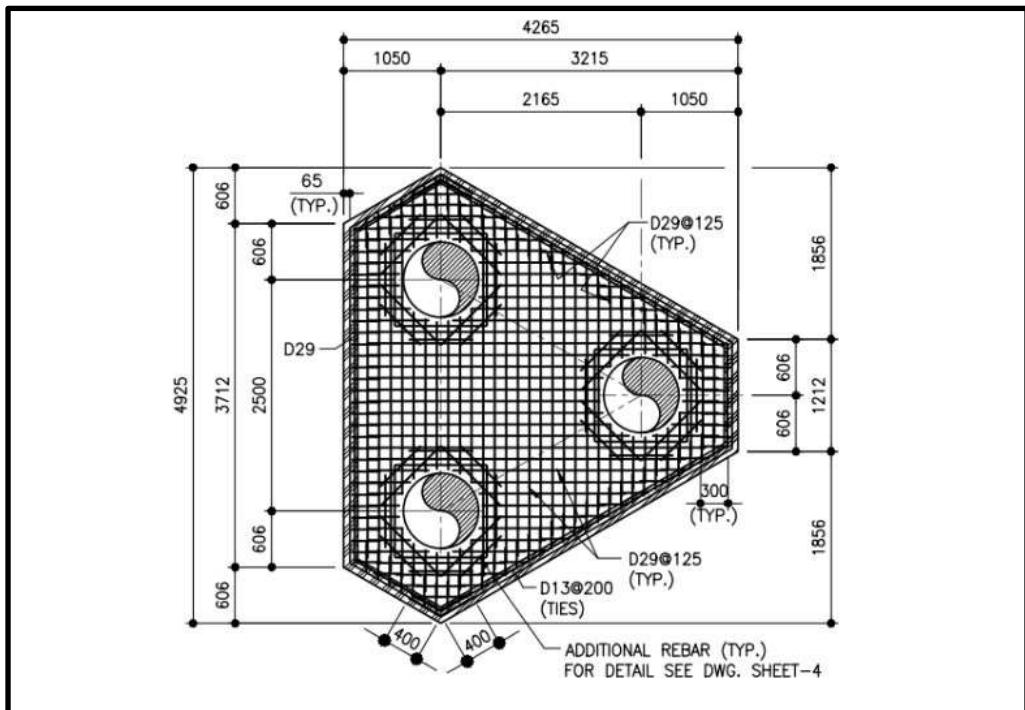
Gambar 3.10 Pile Cap Catwalk Bagian D

(Sumber : 26071-203-CM-323-30047_001)



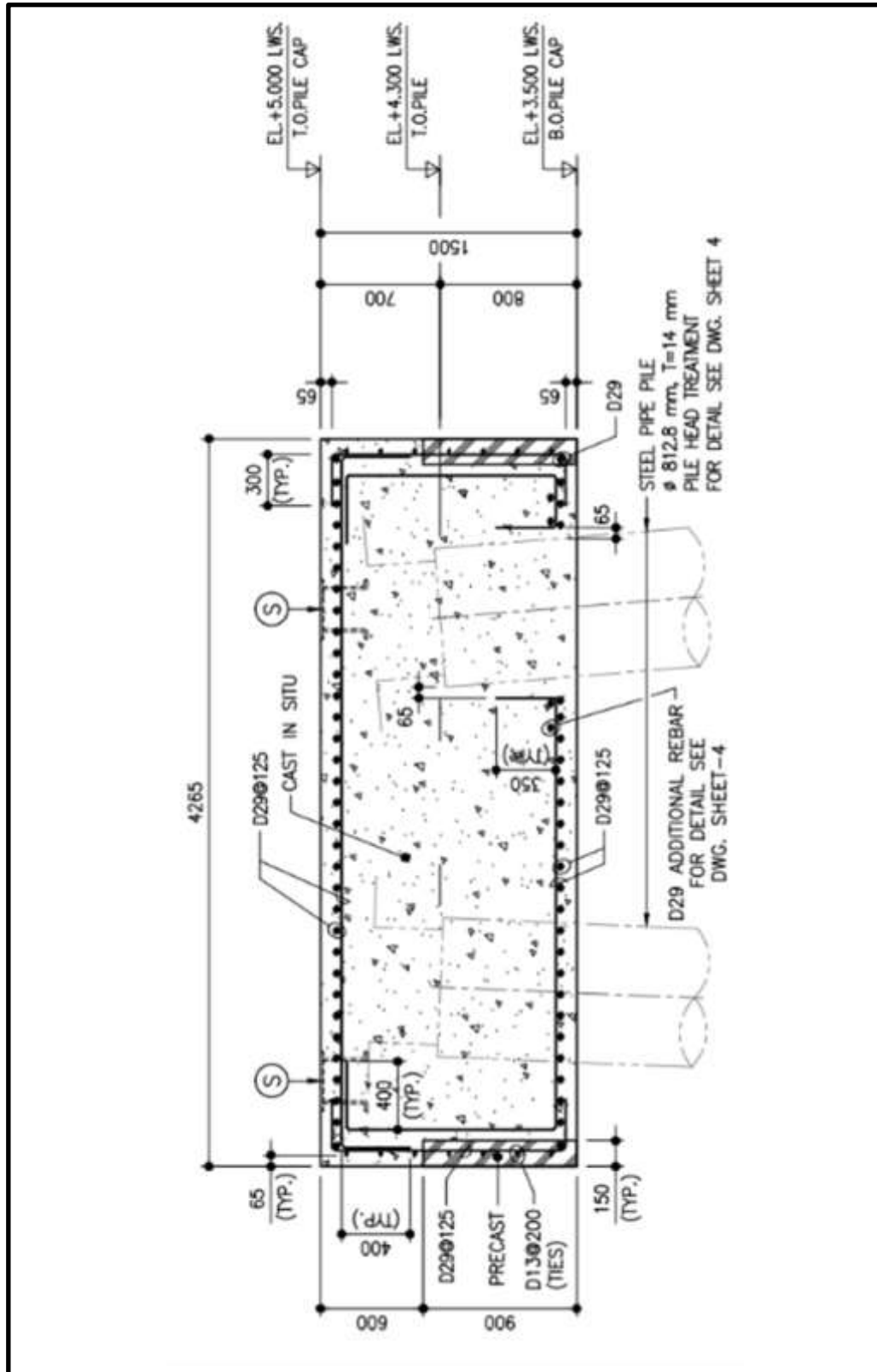
Gambar 3.11 Dimensi Susunan Tulangan Atas CTS2, CTS4, CTS6, CTS7, CTS8

(Sumber : 26071-203-CM-323-30047_001)



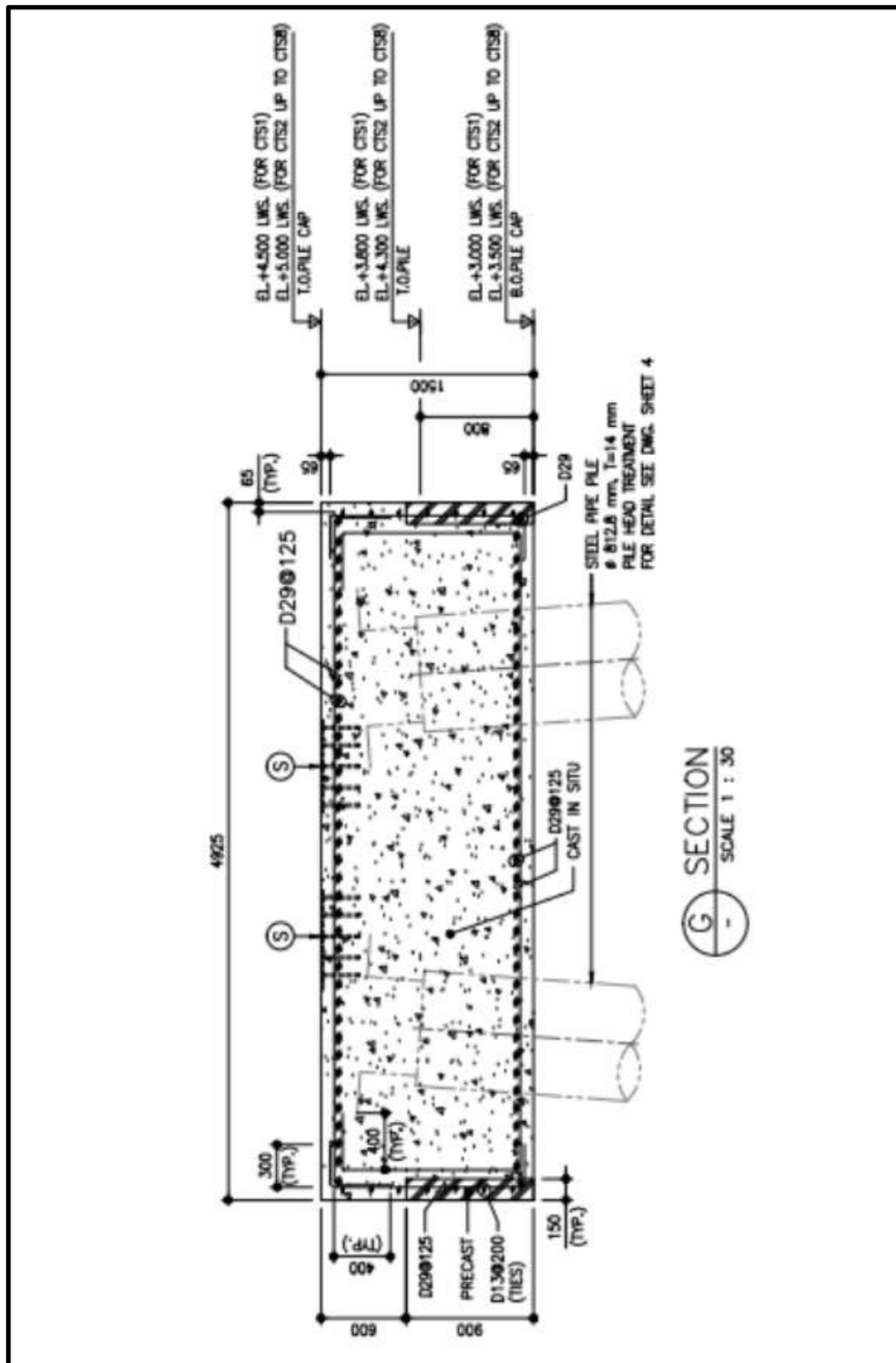
Gambar 3.12 Dimensi Susunan Tulangan Bawah CTS1-CTS8

(Sumber : 26071-203-CM-323-30047_001)



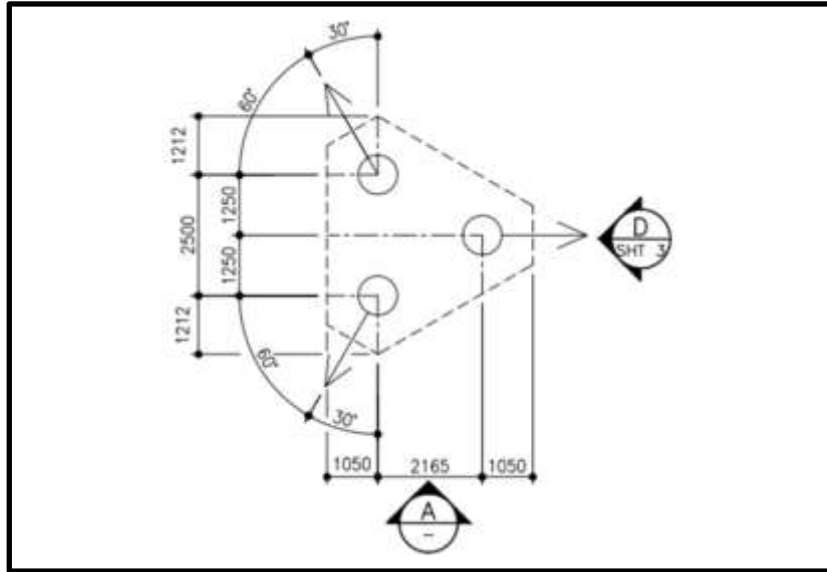
Gambar 3.13 *Pile Cap Catwalk* Bagian F

(Sumber : 26071-203-CM-323-30047_001)



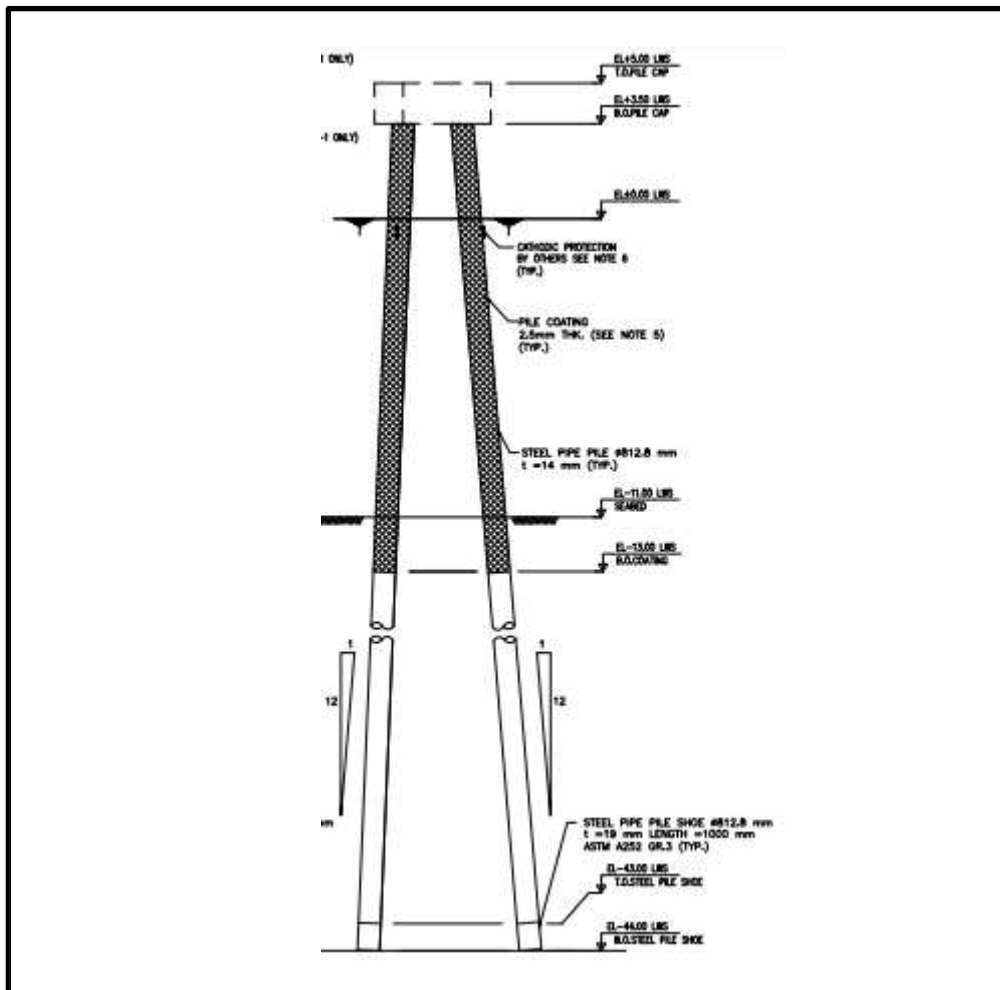
Gambar 3.14 Pile Cap Catwalk Bagian G

(Sumber : 26071-203-CM-323-30047_001)



Gambar 3.15 Dimensi Tiang Pancang Tipe A dan D

(Sumber : 26071-203-CM-323-30041_002)



Gambar 3.16 Dimensi Tiang Pancang Tipe A dan D

(Sumber : 26071-203-CM-323-30041_002)

3.3.3. Properti Bahan

- Kualitas Bahan

Tabel 3.1 Kualitas Bahan

Bahan	Kekuatan	Satuan
Beton Struktural (in-situ)	$f_c' =$ 35.00	Mpa
Beton Struktural (pracetak)	$f_c' =$ 41.00	Mpa
Beton Perataan	$f_c' =$ 14.00	Mpa
Memperkuat Bar:		
ASTM A615 Kelas 60	$f_y =$ 420.00 $f_u =$ 620.00	Mpa Mpa
Baja Struktural		
JIS G3101 Kelas SS400 ($t \leq 16\text{mm}$)	$f_y =$ 245.00	Mpa
JIS G3101 Kelas SS400 ($16\text{mm} < t \leq 40\text{mm}$)	$f_y =$ 235.00 $f_u =$ 400.00	Mpa Mpa
Piring		
ASTM A36/A36M	$f_y =$ 250.00 $f_u =$ 400.00	Mpa Mpa
Baut Jangkar :		
ASTM F1554 Kelas 105 Tipe B <i>(untuk peralatan getar)</i>	$f_y =$ 724.00 $f_u =$ 862.00	Mpa Mpa
ASTM F1554 Grade 36 atau ASTM A307 Tipe A <i>(Untuk peralatan dinamis yang dipasang di Skid)</i>	$f_y =$ 248.00 $f_u =$ 400.00	Mpa Mpa
Baut Kekuatan Tinggi :		
Baut HS, ASTM A325	$f_v =$ 372.00 $f_u =$ 620.00	Mpa Mpa
Baut HS, ASTM A490	$f_v =$ 457.00 $f_u =$ 780.00	Mpa Mpa
Elektroda las, Tumpukan Pipa Baja AWS	$f_u =$ 480.00	Mpa
D1.1 / D1.1M, ASTM A252 Grade 3	$f_y =$ 315.00	Mpa
<i>fu (hanya untuk pipa baja)</i>	$=$ 455.00	Mpa

(Sumber : 26071-203-DBC-323-30007_001 *Catwalk*)

- Satuan Berat Bahan

Untuk keperluan perhitungan struktural, berat satuan bahan konstruksi utama dicantumkan sebagai berikut:

Tabel 3.2 Satuan Berat Bahan

Bahan	Kekutan	Satuan
Beton Bertulang (yc)	24.00	kN/m ²
Beton Polos (ypc)	23.00	kN/m ²
Baja Struktural (ys)	78.50	kN/m ²
Air (yL)	9.81	kN/m ²
Tanah (yso)	17.00	kN/m ²
Kisi (Tebal 32mm)	0,48	kN/m ²
Plat Kotak-kotak (Tebal 6mm) dengan balok penyangga	0,77	kN/m ²
Ladder With Cage	0,30	kN/m
Tangga Tanpa Kandang	0,20	kN/m
Anak Tangga	1,50	kN/m
Pegangan	0,20	kN/m
Beton Padat	23.00	kN/m ²
Bahan Semen	7.75	kN/m ²

(Sumber : 26071-203-DBC-323-30007_001 *Catwalk*)

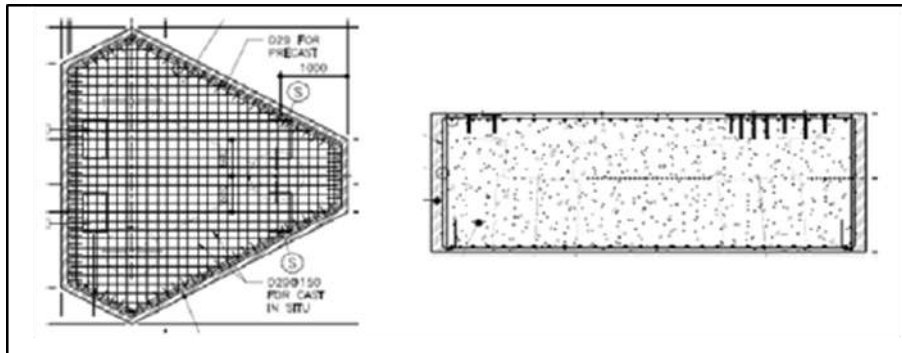
- Penutup Beton

Penutup beton minimum tulangan harus sebagai berikut:

Penutup Dek : 500 mm (pracetak)
65.00 mm (di tempat)

3.3.4. Bagian Pracetak

Bagian beton kepala tiang yang akan dipracetak, Bagian ini akan dianalisis secara struktural sebagai dinding.



Gambar 3.17 Pracetak Beton

(Sumber : 26071-203-DBC-323-30007_001 *Catwalk*)

3.3.5. Elevasi *Catwalk*

Untuk desain, model harus mengikuti elevasi seperti di bawah ini:

Tabel 3.3 Elevasi *Catwalk*

Barang	Ketinggian
Puncak <i>Catwalk</i>	+ 5.00 LWS
Bawah <i>Catwalk</i>	+ 3,50 LWS
Bagian Atas Zona Splash*	+ 3,36 LWS
Bagian Bawah Zona Splash	- 3.00 LWS

(Sumber : 26071-203-DBC-323-30007_001 *Catwalk*)

Tabel 3.4 *Catwalk* Support 7 dan 8

Item	Elevation
Seabed	- 11.00 LWS
Seabed after Scouring*	- 13.30 LWS
Top of Splash Zone	+ 3.50 LWS
Bottom of Splash Zone	- 3.00 LWS
Top of Immersion Zone	- 3.00 LWS
Bottom of Immersion Zone	- 14.30 LWS

(Sumber : 26071-203-DBC-323-30007_001 *Catwalk*)

3.3.6. Dimensi *Catwalk*

Ada 14 *Catwalk* yang dibedakan berdasarkan panjangnya, panjang *Catwalk* yang dianalisis terdiri dari CT10-CT14, sebagai berikut:

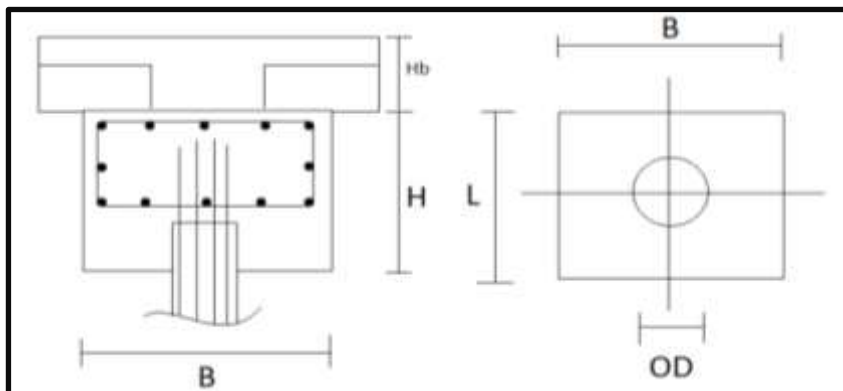
Tabel 3.5 Dimensi Panjang *Catwalk* (CT10-CT14)

<i>Catwalk</i>	Panjang (m)
CT10	3.600
CT11	14.846
CT12	15.246
CT13	15.850
CT14	14.150

(Sumber : 26071-203-DBC-323-30007_001 *Catwalk*)

3.3.7. Dimensi Kepala Tumpukan

Untuk dimensi Kepala Tiang dapat dilihat pada gambar detail berikut:



Gambar 3.18 Dimensi Kepala Tiang

(Sumber : 26071-203-DBC-323-30007_001 *Catwalk*)

3.3.8. Baja

Properti Pipa Baja

1) Properti Pipa Baja

Balok Memanjang (C11,CT12)

Jenis : pipa baja 355.6 mm

(b) Ketebalan : 9,53 mm

Balok Memanjang

Sebuah Tipe : Pipa Baja 323.9 mm

(b) Ketebalan : 9.52 mm

Balok Melintang

Sebuah Tipe : Pipa Baja 219.2 mm

(b) Ketebalan : 8.18 mm

Balok Bawah

Sebuah Tipe : Pipa Baja 273.1 mm

(b) Ketebalan : 9.27 mm

Rangka

Sebuah Tipe : Pipa Baja 114.3 mm

(b) Ketebalan : 6.00 mm

2) Properti Pipa baja dengan kelonggaran korosi

Tunjangan korosi harus dimasukkan dalam desain

Daerah : Di atas Zona Percikan

Puncak Zona Percikan : + 3.36

Penyisihan Korosi : 3.00 mm

Diameter Pipa Ditugaskan : 349.60 mm (Lampu longitudinal
Catwalk 11,12)

Diameter Pipa Ditugaskan : 3.17.85 mm Lampu longitudinal

Diameter Pipa Ditugaskan : 213.20 mm Balok Melintang

Diameter Pipa Ditugaskan : 267.05 mm Balok Bawah

Diameter Pipa Ditugaskan : 108.30 mm truss

3.4. Perencanaan Pembebanan Struktur *Catwalk*

3.4.1. Beban Mati (D)

- **Struktur yang dianalisa beban berat sendiri (DSW)**

Tabel 3.6 Total Beban Berat Sendiri Struktur CT10-CT14

Catwalk	Beban Berat Sendiri (KN)
CT 10	2.82
CT 11	47.32
CT 12	50.66
CT 13	50.14
CT 14	43.75
CT Support 7,8	792.01

(Sumber : 26071-203-DBC-323-30007_001 *Catwalk*)

- **Struktur *Selfweight Load* (DS) yang tidak dianalisa**

Struktur *Catwalk*

Beban mati struktural yang tidak dianalisis terdiri dari item yang tidak dimodelkan seperti handrail dan grating.

Pegangan Tangan

Pegangan tangan dihitung sesuai standar tipikal dan input sebagai berikut:

Beban yang diterapkan: 0,20 Kn/m

Kisi

Grating dihitung sesuai standar tipikal dan input sebagai beban lantai sebagai berikut:

Beban yang diterapkan: 0,48 Kn/m²

Tabel 3.7 Struktur Tidak Dianalisa Beban Pegangan Tangan *Catwalk* (CT10-CT14)

<i>Catwalk</i>	Beban Dasar	Satuan
Pegangan Tangan		
CT10	0.20	KN/m
CT11	0.20	KN/m
CT12	0.20	KN/m
CT13	0.20	KN/m
CT14	0.20	KN/m

(Sumber : 26071-203-DBC-323-30007_001 *Catwalk*)

Tabel 3.8 Struktur Tidak Dianalisa Beban Kisi *Catwalk* (CT10-CT14)

<i>Catwalk</i>	Beban Dasar	Satuan
Kisi		
CT10	0.48	KN/m ²
CT11	0.48	KN/m ²
CT12	0.48	KN/m ²
CT13	0.48	KN/m ²
CT14	0.48	KN/m ²

(Sumber : 26071-203-DBC-323-30007_001 *Catwalk*)**Tabel 3.9** Struktur Tidak Dianalisa *Catwalk Support* 7 dan 8

Item	Beban Dasar	Satuan	Dianggap daerah	Satuan Luas	Total Beban (kN)
<i>Handrail</i>	0.20	kN/m	12.32	m	2.46
<i>Catwalk Dead Load</i>	61.24	kN		m	61.24
<i>Marine Growth</i>	1.325	kN/m	43.41	m	57.53
<i>Concrete Inside Pile</i>	11.61	kN/m	4.37	m	50.68
<i>Pedestal For Lighting Pole</i>	1.21	kN	1.00	point	1.21

(Sumber : 26071-203-DBC-323-30007_001 *Catwalk*)

3.4.2. Beban Pipa

Piping load terdiri dari Piping Empty Load (DPE), Piping Operating Load (FPO), Test Load (T), Piping Friction Load (TF), dan Thermal Expansion Load (TE).

Tabel 3.10 Beban Pipa Dengan 10% Kontingensi Pada Struktur *Catwalk* (CT11&CT12)

<i>Catwalk</i>	Kosong (kN)	Operasi (kN)	Uji (kN)	Gesekan (kN)	Termal (kN)
CT11	4.277	1.815	1.766	1.697	1.050
CT12	4.405	2.766	1.805	1.197	1.324

(Sumber : 26071-203-DBC-323-30007_001 *Catwalk*)

Tabel 3.11 Beban Pipa Dengan 10% Kontingensi Pada Struktur *Catwalk Support* 7 dan 8

<i>Catwalk</i>	Kosong (kN)	Operasi (kN)	Uji (kN)	Gesekan (kN)	Termal (kN)
CT					
2	4.41	2.74	2.68	0.00	0.00
10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CT					
2	4.51	2.81	2.75	0.00	0.00
10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

(Sumber : 26071-203-DBC-323-30007_001 *Catwalk*)

3.4.3. Beban Listrik dan Instrumentasi

Beban Listrik dan Instrumentasi yang direncanakan yaitu sebagai berikut:

Tabel 3.12 Daftar Peralatan Listrik

Peralatan	Berat Kosong (kg)	Catatan
Pencahayaan pada tiang penopang	30	Diasumsikan pada semua <i>catwalk</i> untuk model saja
Tiang Lampu	350	Diterapkan pada dukungan <i>catwalk</i>

(Sumber : 26071-203-DBC-323-30007_001 *Catwalk*)

Tabel 3.13 Beban Peralatan Listrik Terapan

Peralatan	Beban Terapan (kn)	Kuantitas (EA)	Berat Kosong (kg)	Catatan
Pencahayaan pada tiang penopang	0,35	1	0,35	Untuk CT9,14 Kuantitas 3EA
Tiang Lampu	4.12	1	4.12	Diterapkan pada dukungan <i>catwalk</i>

(Sumber : 26071-203-DBC-323-30007_001 *Catwalk*)

3.4.4. Beban Hidup

Beban hidup harus mencakup beban hidup lantai dan beban hidup *catwalk*

Beban Langsung Lantai

- Platform akses dan trotoar : 3.60kN/m² (Untuk Struktur *Catwalk*)
- Beban Terapan Platform Operasi : 4.80kN/m² (Untuk Penyangga *Catwalk*)

Tangga Tapak Beban Hidup

- Platform akses dan trotoar Beban yang diterapkan : 3.60kN/m² (Untuk Struktur *Catwalk*)
- Beban yang diterapkan: 0,65 pada dua node (Untuk Struktur *Catwalk*)

Tabel 3.14 Beban Hidup Pada Struktur *Catwalk*

<i>Catwalk</i>	Beban Dasar	Satuan
CT10	3.60	KN/m ²
CT11	3.60	KN/m ²
CT12	3.60	KN/m ²
CT13	3.60	KN/m ²
CT14	3.60	KN/m ²

(Sumber : 26071-203-DBC-323-30007_001 *Catwalk*)

Tabel 3.15 Beban Hidup Pada Struktur *Catwalk Support 7 dan 8*

Item	Beban Dasar	Satuan	Dianggap daerah	Satuan Luas	Total Beban (kN)
<i>Floor Live Load</i>	4.80	kN/m ²	14.40	m ²	69.10
<i>Catwalk Live Load</i>	63.09	kN/m			63.09

(Sumber : 26071-203-DBC-323-30007_001 *Catwalk*)

3.4.5. Beban Pemeliharaan

Beban pemeliharaan diasumsikan sama dengan beban hidup pada platform pemeliharaan, Pemeliharaan Terapan Beban : 4,80 KN/m²

Tabel 3.16 Data Beban Pemeliharaan *Catwalk* (CT10-CT14)

<i>Catwalk</i>	Beban Dasar	Satuan
CT10	4.80	KN/m ²
CT11	4.80	KN/m ²
CT12	4.80	KN/m ²
CT13	4.80	KN/m ²
CT14	4.80	KN/m ²

(Sumber : 26071-203-DBC-323-30007_001 *Catwalk*)

Tabel 3.17 Data Beban Pemeliharaan *Catwalk Support* 7 dan 8

*Node	Beban Pemeliharaan (kN)
CT 11	
2	20.81
10	20.81
CT 12	
2	21.25
10	21.25

(Sumber : 26071-203-DBC-323-30007_001 *Catwalk*)

3.4.6. Beban Gelombang

Untuk gelombang tertinggi (periode ulang 100 tahun) yang mungkin terjadi.

Tabel 3.18 Data Beban Gelombang

Parameter Gelombang	Satuan	Periode Pengembalian = 100 Bertahun-tahun
Hs	m	0,97
Tp	s	4.41
Ls	m	47.87
Kecuraman		0,02
Hmax	m	1.78
Tmax	s	5.74
Lmax	m	62.22
Kecuraman		0,03

(Sumber : 26071-203-DBC-323-30007_001 *Catwalk*)

Beban gelombang harus dihitung dengan menggunakan rumus Morison, dengan pertimbangan elevasi puncak adalah = 3.01 m.

3.4.7. Beban Saat Ini

Beban saat ini harus dikembangkan, data di bawah ini diambil dengan periode ulang 10 tahun.

Tabel 3.19 Data Beban Saat Ini

Persentase dari permukaan ke bawah	Saat ini kecepatan (m/s)
10%	1.01
20%	0,91
30%	0,78
40%	0,74
50%	0,69
60%	0,64
70%	0,58
80%	0,54
90%	0,49
10%	0.37

(Sumber : 26071-203-DBC-323-30007_001 *Catwalk*)

Beban arus harus dihitung dengan menggunakan rumus dimana $FD = 0,5$
 $CD\rho AU^2$

3.4.8. Beban Angin (WX dan WZ)

- **Beban angin pada anggota berkode struktural**

Gaya angin desain harus didasarkan pada ASCE/SEI 7 & kriteria desain 26071-100-3DR-000-00001. Beban angin diterapkan dalam arah longitudinal & transversal struktur.

Gaya Angin Desain,

$$F = q_z \times G \times C_f \times A$$

Dimana;

q_z : Kecepatan Angin Tekanan dievaluasi pada ketinggian atap rata-rata
(N/mm²)

G : Faktor efek hembusan

C_f : Koefisien gaya

Tabel 3.20 Tekanan Kecepatan Angin

Tinggi		Kz	Kzt	Kd	V (m/s)	V (mi/h)	qz		qz x G
(ft)	(m)						(psf)	(kN/m ²)	(kN/m ²)
0,00	0,0	0,85	1,00	0,85	35,00	78,30	11,34	0,77	0,65
15,00	4,6	0,85	1,00	0,85	35,00	78,30	11,34	0,77	0,65
20,00	6,1	0,90	1,00	0,85	35,00	78,30	12,01	0,77	0,65
25,00	7,6	0,94	1,00	0,85	35,00	78,30	12,54	0,77	0,65
30,00	9,1	0,98	1,00	0,85	35,00	78,30	13,07	0,77	0,65
40,00	12,2	1,04	1,00	0,85	35,00	78,30	13,87	0,77	0,65
50,00	15,2	1,09	1,00	0,85	35,00	78,30	14,54	0,77	0,65
60,00	18,3	1,13	1,00	0,85	35,00	78,30	15,07	0,77	0,65
70,00	21,3	1,17	1,00	0,85	35,00	78,30	15,61	0,77	0,65
80,00	24,4	1,21	1,00	0,85	35,00	78,30	16,14	0,77	0,66
90,00	27,4	1,24	1,00	0,85	35,00	78,30	16,54	0,79	0,67
100,00	30,5	1,26	1,00	0,85	35,00	78,30	16,81	0,80	0,68
120,00	36,6	1,31	1,00	0,85	35,00	78,30	17,47	0,84	0,71
140,00	42,7	1,36	1,00	0,85	35,00	78,30	18,14	0,87	0,74
160,00	48,8	1,39	1,00	0,85	35,00	78,30	18,54	0,89	0,75
180,00	54,9	1,43	1,00	0,85	35,00	78,30	19,08	0,91	0,78

(Sumber : 26071-203-DBC-323-30007_001 *Catwalk*)

- **Beban Angin Di Kepala Tiang (Hanya Dukungan CT)**

Beban angin pada kepala tiang harus dihitung dengan mengalikan tekanan angin rencana dengan luas proyeksi kepala tiang.

Tabel 3.21 Beban Angin Di Kepala Tiang Arah Z

S _s ≤0.25	S _s =0.5	S _s =0.75	S _s =1.0	S _s ≥1.25
2,50	1,70	1,20	0,90	0,90
S ₁ ≤0.1	S ₁ =0.2	S ₁ =0.3	S ₁ =0.4	S ₁ ≥0.5
3,50	3,20	2,80	2,40	2,40

(Sumber : 26071-203-DBC-323-30007_001 *Catwalk*)

3.4.9. Beban Seismik (E)

Parameter Beban Gempa Spesifik Lokasi, harus digunakan untuk menentukan gaya seismik.

A. Spektrum Respon Desain (Berdasarkan ASCE 2010)

➤ **Parameter percepatan yang dipetakan**

MCE yang dipetakan 5% teredam pada periode 0,2 (S_s) = **0,20**

MCE yang dipetakan 5% pada periode 1,0 (S₁) = **0,10**

- **Percepatan Puncak Batuan** (*Peak Ground Acceleration, PGA*) = **0,1**
- **Kelas Situs Tanah = E**
- Berdasarkan Parameter respons spektral percepatan gempa maksimum yang dipetakan pada periode pendek untuk kelas situs E sebagai berikut:

Tabel 3.22 Parameter Respons Spektral

$S_s \leq 0.25$	$S_s = 0.5$	$S_s = 0.75$	$S_s = 1.0$	$S_s \geq 1.25$
2.50	1.70	1.20	0.90	0.90

(Sumber : 26071-203-DBC-323-30007_001 *Catwalk*)

- **Koefisien Situs dan Parameter Respons Spektral**
Percepatan Gempa Maksimum Yang Dipertimbangkan

$$S_{MS} = F_a S_s \rightarrow 2,50 \times 0,2 = 0,50$$

$$S_{M1} = F_V S_1 \rightarrow 3,50 \times 0,1 = 0,35$$

- **Parameter percepatan spectral desain**

$$S_{DS} = \frac{2}{3} S_{MS} \rightarrow \frac{2}{3} 0,50 = 0,333$$

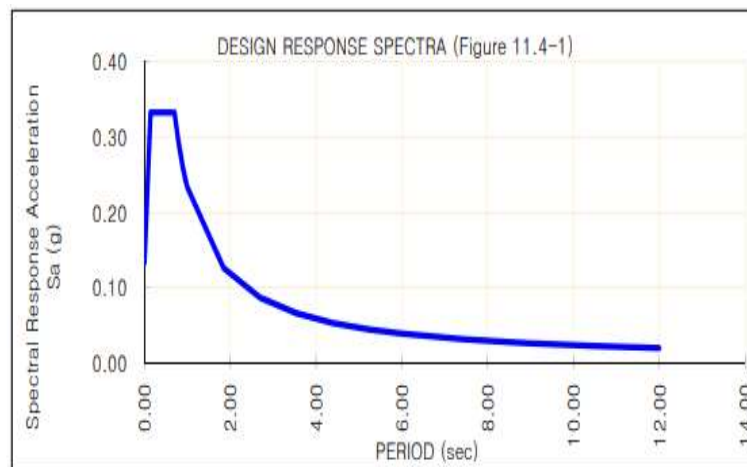
$$S_{D1} = \frac{2}{3} S_{M1} \rightarrow \frac{2}{3} 0,35 = 0,233$$

- **Spektrum Respons desain**

$$S_a = S_{DS} \rightarrow 0,333$$

$$T_0 = 0,2 \frac{S_{D1}}{S_{DS}} \rightarrow 0,2 \frac{0,233}{0,333} = 0.1399 \rightarrow 0,14$$

$$T_L = 12,00$$



Gambar 3.19 Grafik *Design Response Spectra*

(Sumber : 26071-203-DBC-323-30007_001 *Catwalk*)

BAB IV

PENGOLAHAN DATA

4.1. Permodelan Struktur

Analisis Struktur yang dilakukan pada Tugas Akhir ini meliputi perencanaan *Catwalk*. Adapun proses analisis dilakukan dengan bantuan program SAP 2000 v21 dengan input beban yang telah diperhitungkan pada bab III.

4.1.1. Permodelan Struktur *Catwalk*

Struktur *Catwalk* dianalisa dengan menggunakan bantuan program SAP 2000 v21 untuk mendapatkan gaya-gaya dalam yang bekerja akibat beban pada *Catwalk*.

Melalui program bantu Pada permodelan Struktur *Catwalk* 10-14 dan *Catwalk Support* 7, 8 ini ada beberapa data-data/Spesifikasi lainnya yang diperlukan dalam permodelan. Berikut ini akan disajikan data-data/spesifikasi yang diperlukan dalam permodelan struktur *Catwalk* 10-11 dan *Catwalk Support* 7,8:

Tabel 4.1. Data Struktur *Catwalk* 10-14 Jetty 6A

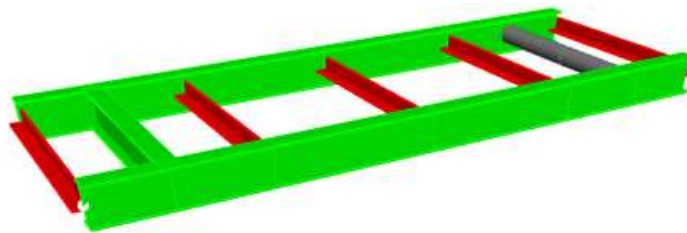
Nama Struktur	Jenis Struktur	Dimensi (mm)	Jenis Material	Mutu			Berat (KN/m ³)	Warna
				Fc' (Mpa)	Fy (Mpa)	Fu (Mpa)		
B1	<i>Beam</i>	355.60x9.525	<i>Steel</i>		250	400	78.50	Hijau
B2	<i>Beam</i>	323.85x9.525	<i>Steel</i>		250	400	78.50	Merah
B3	<i>Beam</i>	273x9.27	<i>Steel</i>		250	400	78.50	Kuning
B4	<i>Beam</i>	219x8.18	<i>Steel</i>		250	400	78.50	Abu-Abu
B5	<i>Beam</i>	219x8.18	<i>Steel</i>		250	400	78.50	Hijau
B6	<i>Beam</i>	75x75x9	<i>Steel</i>		250	400	78.50	Merah
B7	<i>Beam</i>	250x125x6x9	<i>Steel</i>		250	400	78.50	Kuning
B8	<i>Beam</i>	200x100x5.5x8	<i>Steel</i>		250	400	78.50	Hijau
B9	<i>Beam</i>	114.3x6	<i>Steel</i>		250	400	78.50	Abu-Abu
BR1	<i>Brace</i>	114.3x6	<i>Steel</i>		250	400	78.50	Merah
C1	<i>Column</i>	168.3x7.1	<i>Steel</i>		250	400	78.50	Kuning
C2	<i>Stabbing Point</i>	141.3x6.55	<i>Steel</i>		250	400	78.50	Abu-Abu
C3	<i>Pipe Sleeve</i>	168.3x7.1	<i>Steel</i>		250	400	78.50	Hijau
C4	<i>Stabbing Point</i>	323.85x12.7	<i>Steel</i>		250	400	78.50	Merah

C5	<i>Pipe Sleeve</i>	355.60x12.7	<i>Steel</i>		250	400	78.50	Kuning
----	--------------------	-------------	--------------	--	-----	-----	-------	--------

Tabel 4.2. Data Struktur *Catwalk Support 8 dan 7 Jetty 6A*

Nama Struktur	Jenis Struktur	Dimensi (mm)	Jenis Material	Mutu			Berat (Kg/m ³)	Warna
				Fc' (Mpa)	Fy (Mpa)	Fu (Mpa)		
R1	<i>Pile Cap</i>	1.5	<i>Concrete</i>	35			24.00	Merah
R2	<i>Steel Pipe Pile</i>	812.8x14	<i>Steel</i>		250	400	78.50	Merah Muda
R3	<i>Steel Pipe Pile</i>	806.8x11	<i>Steel</i>		250	400	78.50	Hijau
R4	<i>Steel Pipe Pile</i>	800.8x	<i>Steel</i>		250	400	78.50	Merah Muda

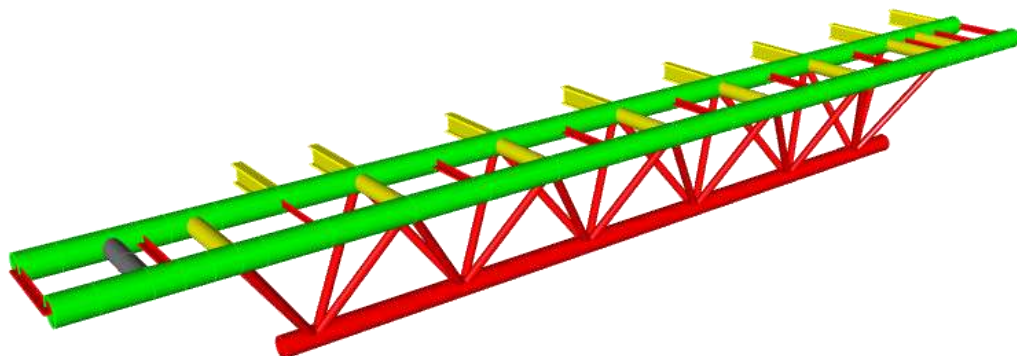
- **Permodelan *Catwalk 10***



Gambar 4.1 Permodelan Struktur *Catwalk 10*

(Sumber : SAP 2000 V21)

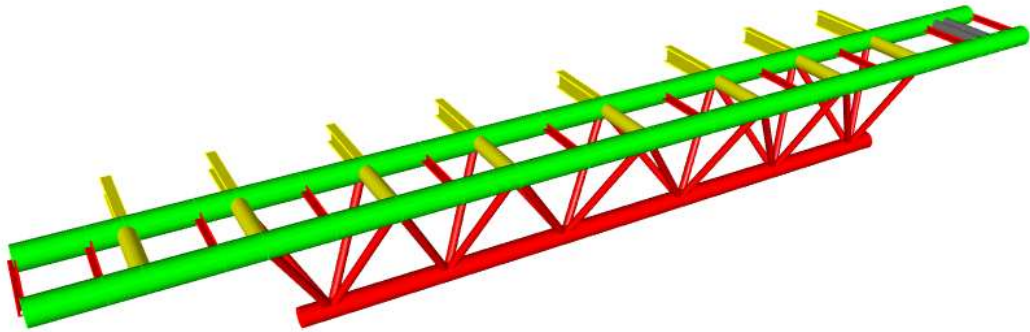
- **Permodelan *Catwalk 11***



Gambar 4.2 Permodelan Struktur *Catwalk 11*

(Sumber : SAP 2000 V21)

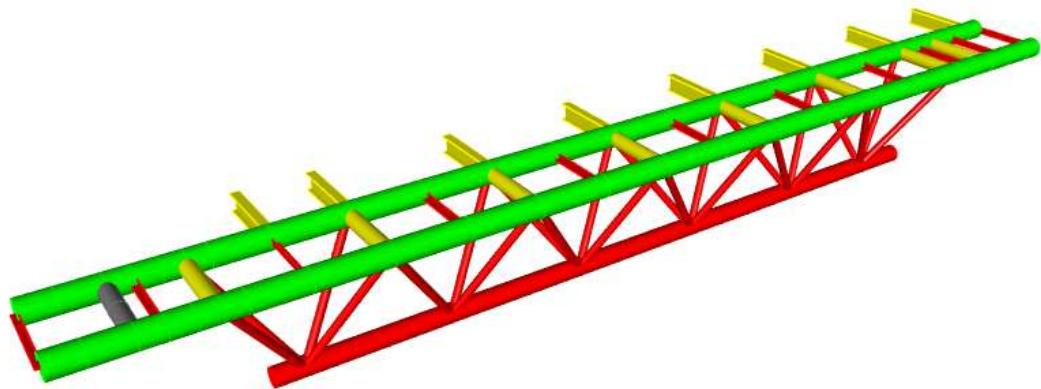
- **Permodelan *Catwalk* 12**



Gambar 4.3 Permodelan Struktur *Catwalk* 12

(Sumber : SAP 2000 V21)

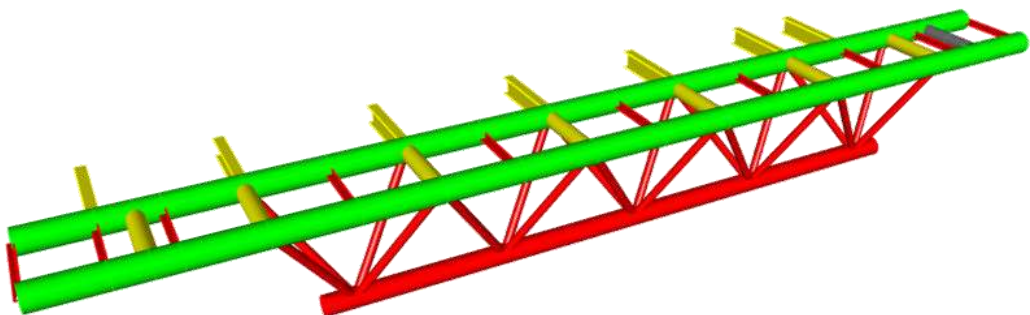
- **Permodelan *Catwalk* 13**



Gambar 4.4 Permodelan Struktur *Catwalk* 13

(Sumber : SAP 2000 V21)

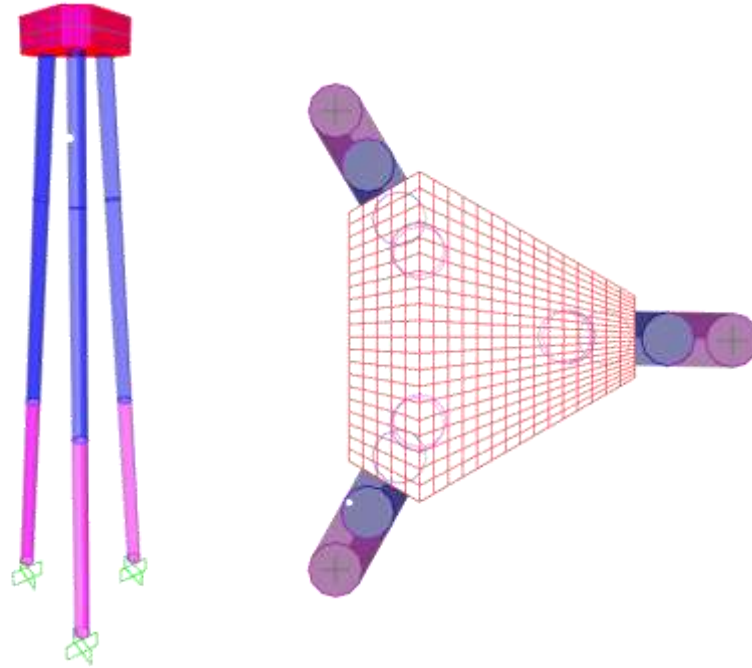
- **Permodelan *Catwalk* 14**



Gambar 4.5 Permodelan Struktur *Catwalk* 14

(Sumber : SAP 2000 V21)

- **Permodelan *Catwalk Support 7 dan 8***



Gambar 4.6 Permodelan Struktur *Catwalk Support 7 dan 8*

(Sumber : SAP 2000 V21)

4.2. Simbol Pembebanan

Pada Struktur *Catwalk 10-14* dan *Catwalk Support 7, 8* terdapat Simbol Pembebanan yang disajikan dalam tabel berikut.

Tabel 4.3. Simbol Pembebanan

Jenis Beban	Beban	Deskripsi
<i>DEAD</i>	SWL	<i>Structure Load- Self weight of analyzed</i>
<i>DEAD</i>	SDL	<i>Structure Load-Weight of non- analyzed components</i>
<i>DEAD</i>	DFP	<i>Structure Load-Fireproofing</i>
<i>DEAD</i>	DEL	<i>Electrical and Instrumentation Load</i>
<i>DEAD</i>	PEL	<i>Piping Empty Load</i>
<i>DEAD</i>	DE	<i>Equipment Empty Load</i>
<i>FLUID</i>	F	<i>Fluid Load</i>
<i>BUOYANCY</i>	BU	<i>Buoyancy Load</i>

<i>LIVE</i>	POL	<i>Piping Operating Content Load for Pipe Dia \geq 12" (300mm)</i>
<i>LIVE</i>	FEO	<i>Equipment Operating Load (Operating Content Only)</i>
<i>TEST</i>	PTL	<i>Piping Test Load (test content only) for Pipe Dia \geq 12" (300mm)</i>
<i>TEST</i>	FET	<i>Equipment Test Load (test content only)</i>
<i>LIVE</i>	LF	<i>Floor Live Load</i>
<i>THERMAL</i>	TA	<i>Piping Anchor & Guide Loads</i>
<i>THERMAL</i>	PFL	<i>Piping Thermal/Friction Loads</i>
<i>THERMAL</i>	TEL	<i>Thermal Expansion Load</i>
<i>LIVE</i>	WH	<i>Water Hammer Load</i>
<i>LIVE</i>	ML	<i>Maintenance Load</i>
<i>LIVE</i>	PSL	<i>Slug / Pressure Relief Valve Load</i>
<i>SOLIDS</i>	HS	<i>Solids Load</i>
<i>SOIL</i>	HE	<i>Earth / Soil Load</i>
<i>DYNAMIC</i>	DYN	<i>Machine Dynamic Load (Unbalanced Operating)</i>
<i>BLAST</i>	BL	<i>Blast Load</i>
<i>RAIN</i>	R	<i>Rain Load</i>
<i>WIND</i>	WX	<i>Wind in the X Direction</i>
<i>WIND</i>	WZ	<i>Wind in the Z Direction</i>
<i>SEISMIC</i>	EX	<i>Seismic Load in X Direction</i>
<i>SEISMIC</i>	EZ	<i>Seismic Load in Z Direction</i>
<i>WAVE</i>	WVX	<i>Wave in the X Direction</i>
<i>WAVE</i>	WVZ	<i>Wave in the Z Direction</i>
<i>CURRENT</i>	CX	<i>Current In X Direction</i>
<i>CURRENT</i>	CZ	<i>Current In Z Direction</i>
<i>MOORING</i>	MO	<i>Mooring Load</i>
<i>BREASTING</i>	BR	<i>Breasting Load</i>
<i>BERTHING</i>	BE	<i>Berthing Load</i>
<i>BERTHING</i>	BEA	<i>Accidental Berthing Load</i>

4.3. Perencanaan Pembebanan *Catwalk* 10-14 dan *Catwalk Support* 7,8

Pada Struktur *Catwalk* , beban-beban yang bekerja meliputi Beban Mati, Beban Hidup, Beban Tes, Beban Panas, Beban Gelombang, Beban Arus, Beban Angin, dan Beban Gempa. Berikut ini akan disajikan beban yang diterima pada Struktur *Catwalk* 10-14 dan *Catwalk Support* 7,8.

4.3.1. Beban Mati

Beban mati merupakan berat dari beban-beban mati yang secara permanen dan konstan selama waktu hidup konstruksi.

4.3.1.1. Beban yang Tidak Dianalisis (DSW)

- Beban yang tidak dianalisis berupa beban struktur *Catwalk* 10-14 dengan spesifikasi sebagai berikut:
Struktur Baja : 78.50 kN/m³
- Beban yang tidak dianalisis berupa beban struktur *Catwalk Support* 7 dan 8 dengan spesifikasi sebagai berikut:
Struktur Beton Bertulang : 24.00 kN/m³
Struktur Baja : 78.50 kN/m³

4.3.1.2. Beban yang Dianalisis

Beban yang dianalisis berupa beban-beban struktur yang tidak dimodelkan, yang diinput sebagai beban. Beban mati yang dianalisis terdiri dari beban struktur yang tidak dimodelkan (DS), beban peralatan listrik (DEL), Beban Pipa Kosong (DPE), dan beban peralatan kosong (DE).

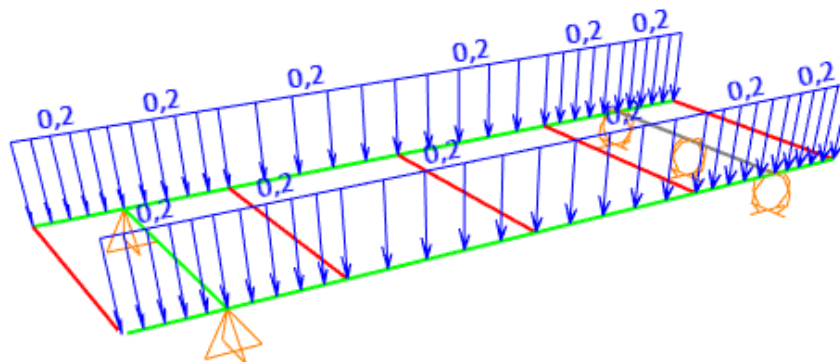
4.3.1.3. Beban Struktur Yang Tidak Dimodelkan (DS)

Beban yang diterima Struktur *Catwalk* 10-14 dan *Catwalk Support* 7, 8 diinput dalam SAP V21 disajikan dalam tabel di bawah ini.

Tabel 4.4 Beban struktur yang tidak dimodelkan pada Catwalk 10-14

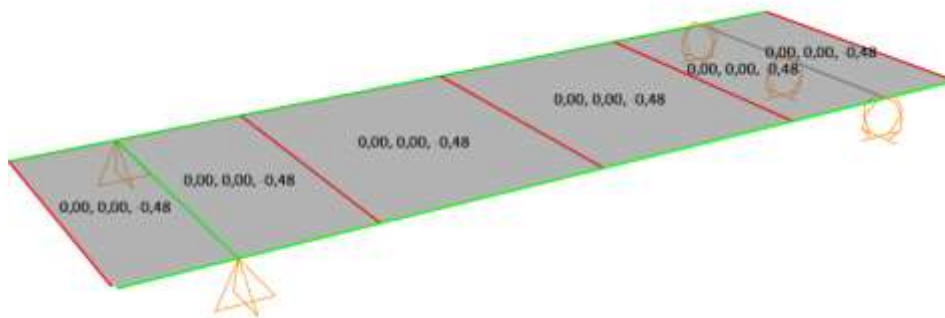
<i>Catwalk</i>	<i>Basic Load</i>	<i>Unit</i>	<i>Considered Area</i>	<i>Unit Area</i>	<i>Total (Kn)</i>
<i>Handrail</i>					
CT10	0.20	kN/m	7.200	m	1.44
CT11	0.20	kN/m	29.692	m	5.94
CT12	0.20	kN/m	30.492	m	6.10
CT13	0.20	kN/m	31.700	m	6.34
CT14	0.20	kN/m	28.300	m	5.66
<i>Grating</i>					
CT10	0.48	kN/m	4.320	m	2.07
CT11	0.48	kN/m	17.815	m	8.55
CT12	0.48	kN/m	18.295	m	8.78
CT13	0.48	kN/m	19.020	m	9.13
CT14	0.48	kN/m	16.98	m	8.15

- **Catwalk 10**



Gambar 4.7 Beban *Handrail* yang diterima Struktur *Catwalk 10*

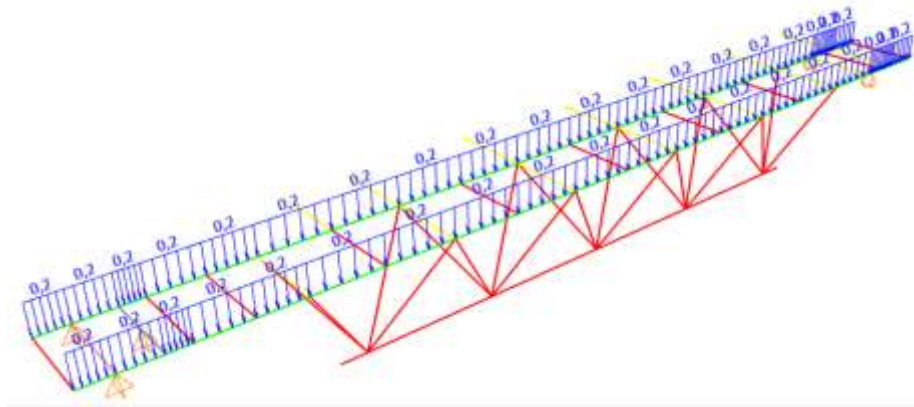
(Sumber : SAP 2000 V21)



Gambar 4.8 Beban *Grating* yang diterima Struktur *Catwalk 10*

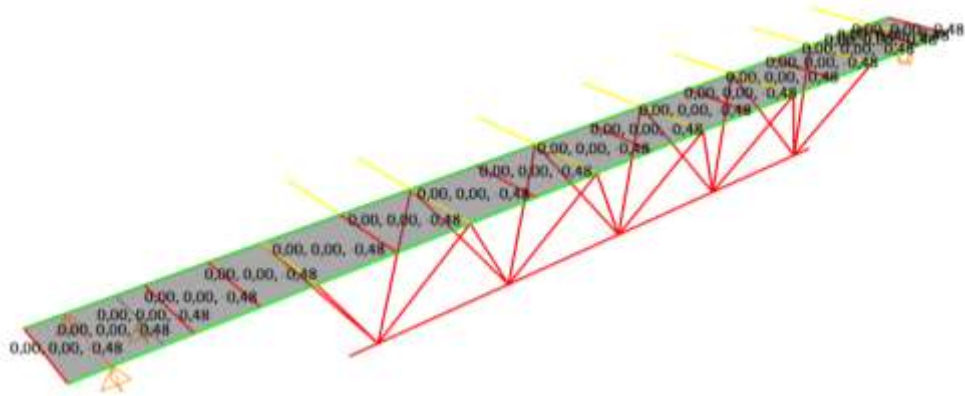
(Sumber : SAP 2000 V21)

- *Catwalk 11*



Gambar 4.9 Beban *Handrail* yang diterima Struktur *Catwalk 11*

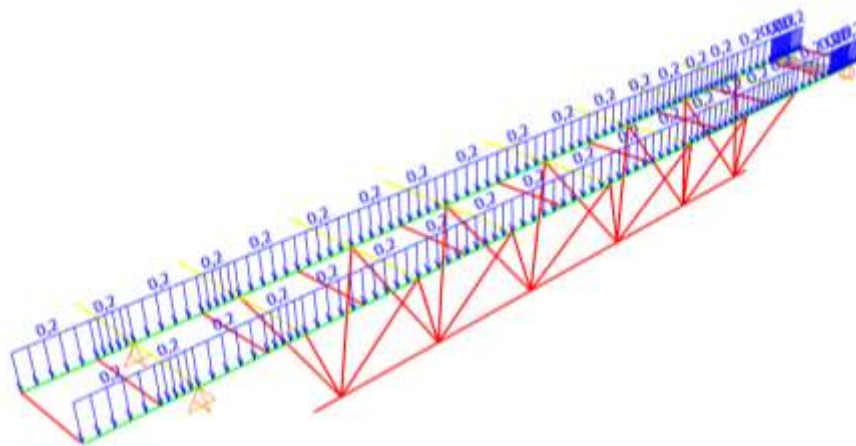
(Sumber : SAP 2000 V21)



Gambar 4.10 Beban *Grating* yang diterima Struktur *Catwalk 11*

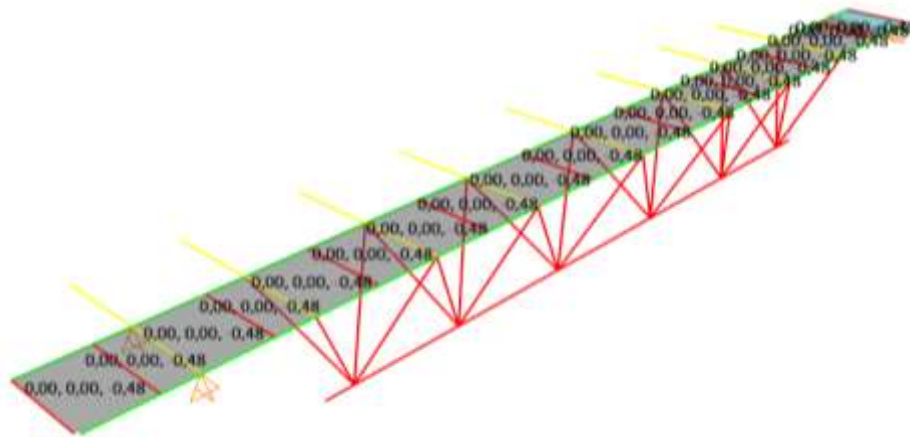
(Sumber : SAP 2000 V21)

- *Catwalk 12*



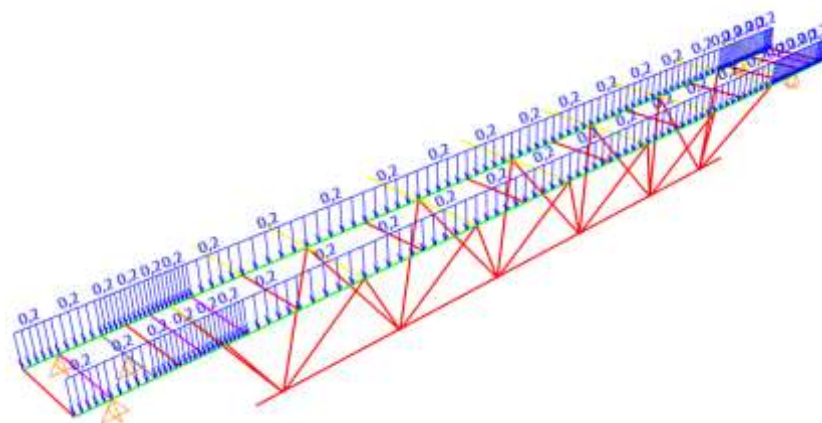
Gambar 4.11 Beban *Handrail* yang diterima Struktur *Catwalk 12*

(Sumber : SAP 2000 V21)

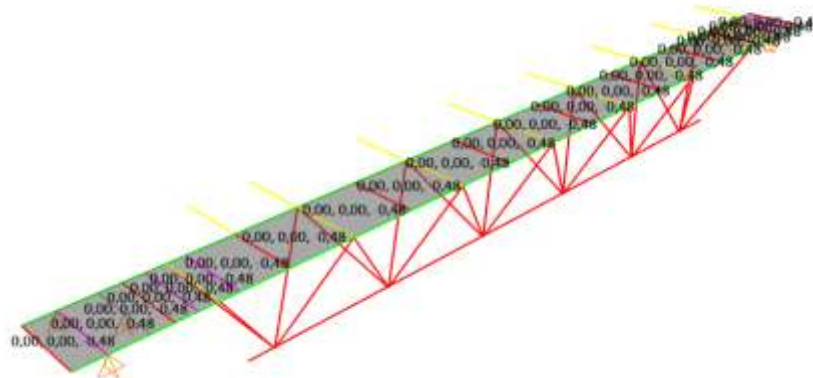


Gambar 4.12 Beban *Grating* yang diterima Struktur *Catwalk 12*
(Sumber : SAP 2000 V21)

- **Catwalk 13**

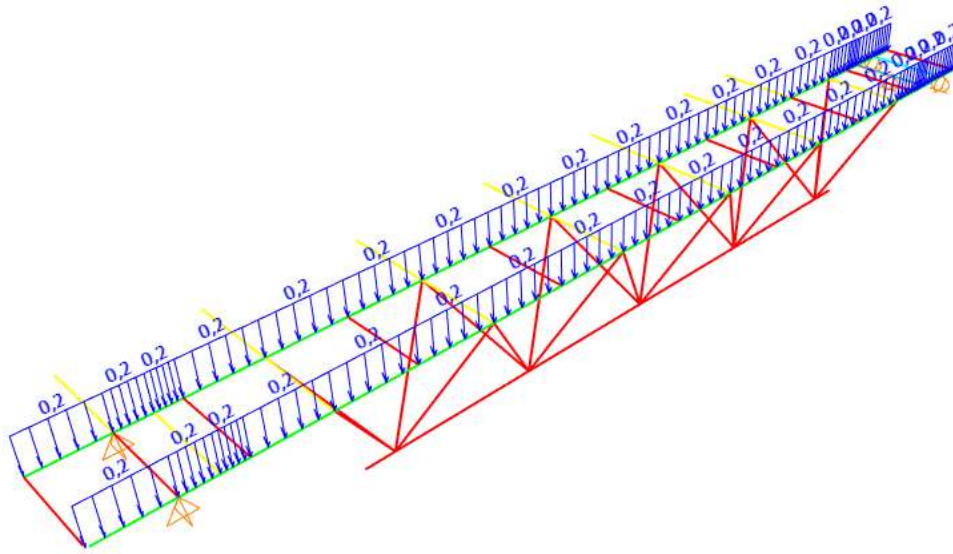


Gambar 4.13 Beban *Handrail* yang diterima Struktur *Catwalk 13*
(Sumber : SAP 2000 V21)



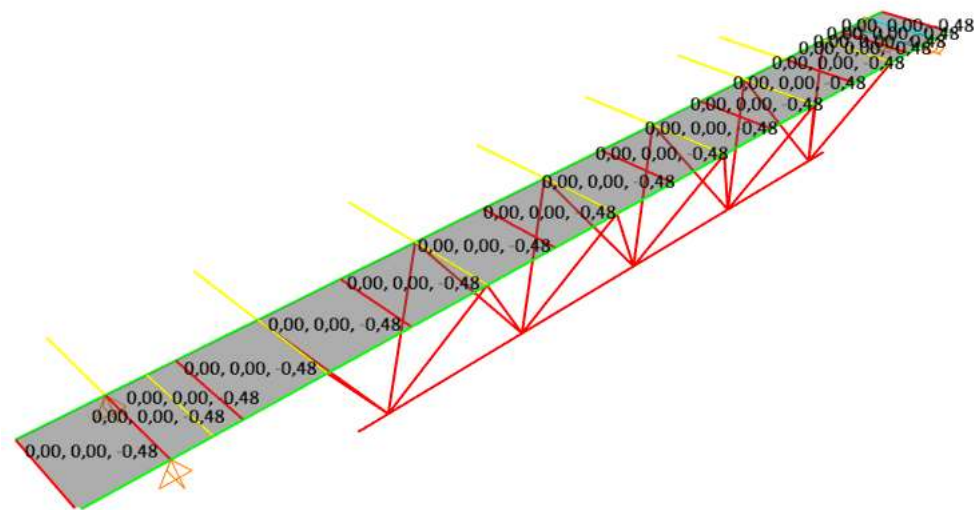
Gambar 4.14 Beban *Grating* yang diterima Struktur *Catwalk 13*
(Sumber : SAP 2000 V21)

- *Catwalk 14*



Gambar 4.15 Beban *Handrail* yang diterima Struktur *Catwalk 14*

(Sumber : SAP 2000 V21)



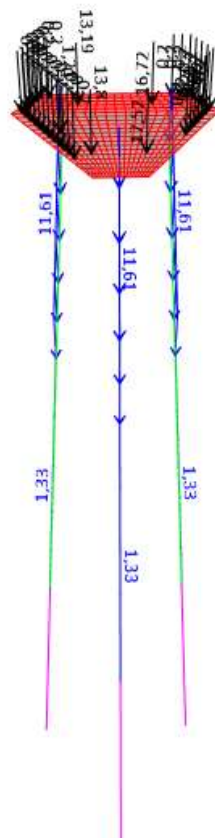
Gambar 4.16 Beban *Grating* yang diterima Struktur *Catwalk 14*

(Sumber : SAP 2000 V21)

Tabel 4.5. Beban struktur yang tidak dimodelkan pada *Catwalk Support* 7 dan 8

<i>Item</i>	<i>Basic Load</i>	<i>Unit</i>	<i>Considered Area</i>	<i>Unit Area</i>	Total (kN)
<i>Handrail</i>	0.20	kN/m	12.32	m	2.46
<i>Catwalk Dead Load</i>	61.24	kN			61.24
<i>Marine Growth</i>	1.325	kN/m	43.41	m	57.53
<i>Concrete Inside Pile</i>	11.61	kN/m	4.37	m	50.68
<i>Pedestal For Lighting Pole</i>	1.21	kN	1.00	m	1.21
Total					173.11

- Catwalk Support 7 dan 8**



Gambar 4.17 Beban struktur yang tidak dimodelkan pada *Catwalk Support* 7 dan 8

(Sumber : SAP 2000 V21)

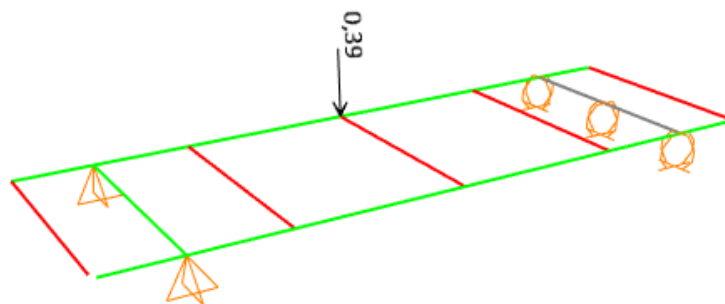
4.3.1.4. Beban Peralatan Listrik (DEL)

Beban Peralatan Listrik (DEL) yang diterima Struktur *Catwalk* 10-14 dan *Catwalk Support* 7, 8 diinput dalam SAP V21 disajikan dalam tabel di bawah ini.

Tabel 4.6. Beban Peralatan Listrik pada *Catwalk* 10-14

<i>Item</i>	<i>Basic Load</i>	<i>Unit</i>	<i>Considered Area</i>	<i>Unit Area</i>	Total (kN)
<i>Catwalk 10</i>					
<i>Electrical Equipment Load</i>	0.35	kN			0.35
Total Beban Peralatan Listrik (DEL)					0.35
<i>Catwalk 11</i>					
<i>Electrical Equipment Load</i>	1.06	kN			1.06
<i>Cable Tray Load</i>	2.20	kN/m ²	14.85	m ²	32.66
Total Beban Peralatan Listrik (DEL)					33.72
<i>Catwalk 12</i>					
<i>Electrical Equipment Load</i>	1.06	kN			1.06
<i>Cable Tray Load</i>	2.20	kN/m ²	15.25	m ²	33.54
Total Beban Peralatan Listrik (DEL)					34.60
<i>Catwalk 13</i>					
<i>Electrical Equipment Load</i>	1.06	kN			1.06
<i>Cable Tray Load</i>	2.20	kN/m ²	15.85	m ²	34.87
Total Beban Peralatan Listrik (DEL)					35.93
<i>Catwalk 14</i>					
<i>Electrical Equipment Load</i>	1.06	kN			1.06
<i>Cable Tray Load</i>	2.20	kN/m ²	15.85	m ²	31.13
Total Beban Peralatan Listrik (DEL)					32.19

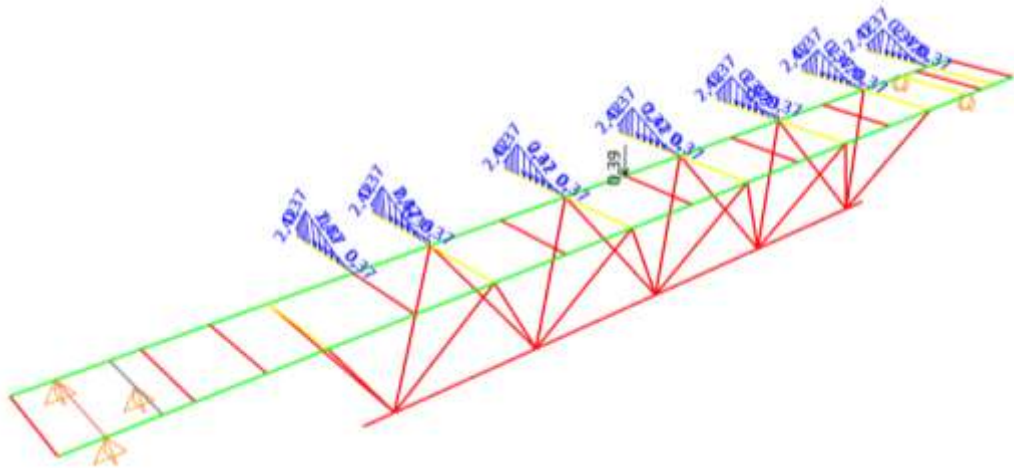
- *Catwalk 10*



Gambar 4.18 Beban Peralatan Listrik (DEL) yang diterima Struktur *Catwalk* 10

(Sumber : SAP 2000 V21)

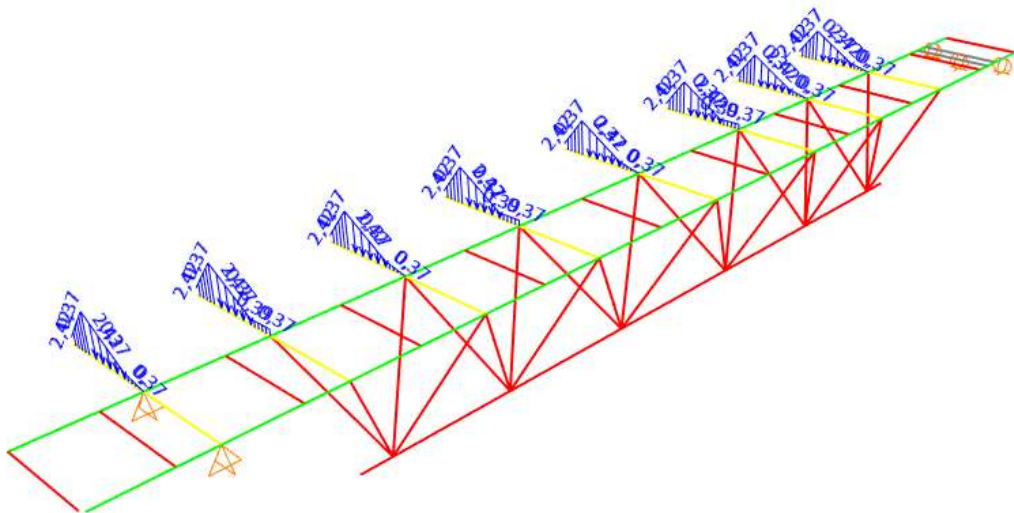
- *Catwalk 11*



Gambar 4.19 Beban Peralatan Listrik (DEL) yang diterima Struktur *Catwalk 11*

(Sumber : SAP 2000 V21)

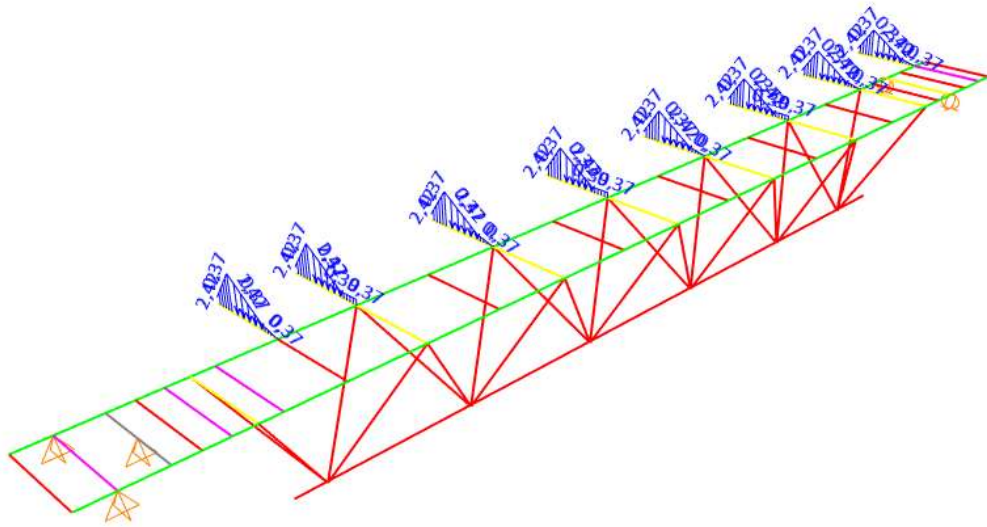
- *Catwalk 12*



Gambar 4.20 Beban Peralatan Listrik (DEL) yang diterima Struktur *Catwalk 12*

(Sumber : SAP 2000 V21)

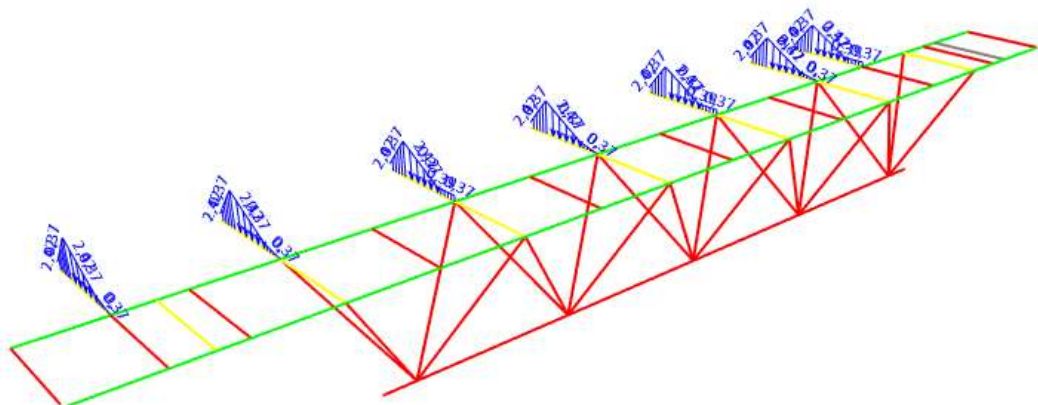
- **Catwalk 13**



Gambar 4.21 Beban Peralatan Listrik (DEL) yang diterima Struktur *Catwalk 13*

(Sumber : SAP 2000 V21)

- **Catwalk 14**



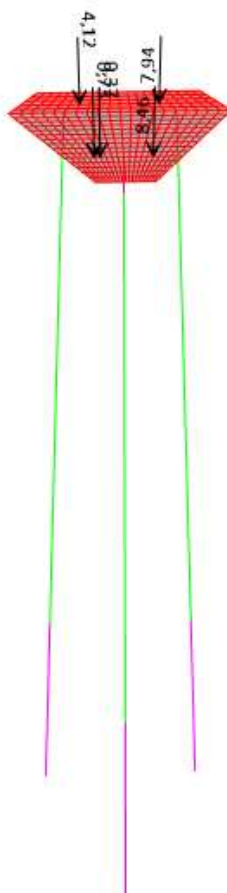
Gambar 4.22 Beban Peralatan Listrik (DEL) yang diterima Struktur *Catwalk 14*

(Sumber : SAP 2000 V21)

Tabel 4.7. Beban Peralatan Listrik pada *Catwalk Support 7 dan 8*

*Node	Beban Peralatan Listrik (DEL)
CT11	
2	7.94
10	0.00
CT12	
2	8.46
10	0.00
Total (kN)	16.40

- *Catwalk Support 7 dan 8*



Gambar 4.23 Beban Peralatan Listrik (DEL) yang diterima Struktur *Catwalk Support 7 dan 8*

(Sumber : SAP 2000 V21)

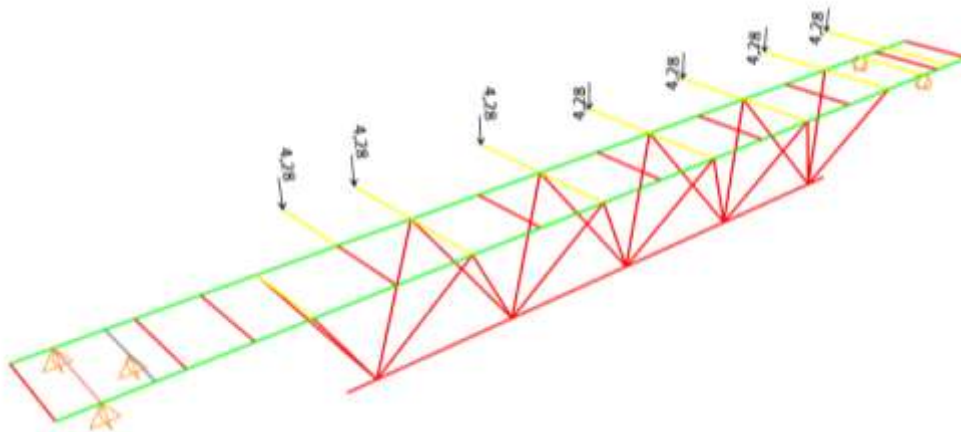
4.3.1.5. Beban Pipa Kosong (DPE)

Beban Pipa Kosong (DPE) yang diterima Struktur *Catwalk* 11, 12 dan *Catwalk* 7, 8 diinput dalam SAP V21 disajikan dalam tabel di bawah ini.

Tabel 4.8 Beban Pipa Kosong pada *Catwalk* 11 dan 12

<i>Catwalk</i>	Total Beban Pipa Kosong (kN)
CT11	4.277
CT12	4.405

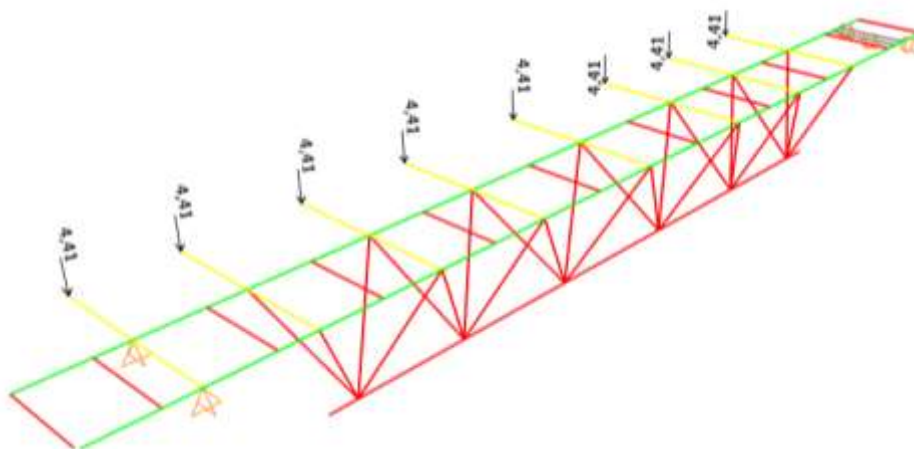
- *Catwalk* 11



Gambar 4.24 Beban Pipa Kosong (DPE) yang diterima Struktur *Catwalk* 11

(Sumber : SAP 2000 V21)

- *Catwalk* 12



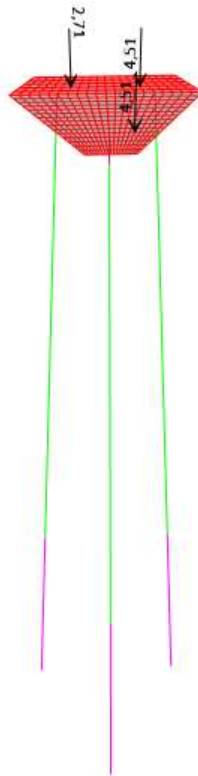
Gambar 4.25 Beban Pipa Kosong (DPE) yang diterima Struktur *Catwalk* 12

(Sumber : SAP 2000 V21)

Tabel 4.9. Beban Pipa Kosong pada Catwalk *Support* 7 dan 8

<i>Catwalk Support</i>	Total Beban Pipa Kosong (kN)
7 dan 8	11.388

- ***Catwalk Support* 7 dan 8**



Gambar 4.26 Beban Pipa Kosong (DPE) yang diterima Struktur *Catwalk Support* 7 dan 8

(Sumber : SAP 2000 V21)

4.3.2. Beban Hidup

Beban hidup dapat menopang pada beban mati yang dapat berubah dalam jangka waktu yang pendek sesuai dengan pergerakan atau perpindahan benda dan dapat juga berubah dalam jangka waktu yang cukup lama. adapun jenis beban hidup yang ada pada Struktur *Catwalk* meliputi : Beban hidup lantai (LF), Beban Pemeliharaan (ML), Beban Operasi Pipa (FPO), Beban Tes, Beban Panas, Beban Angin, Beban Arus, Beban Angin, Beban Gempa, dan Beban Gelombang

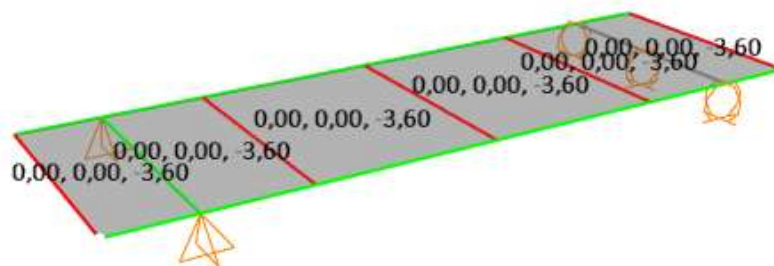
4.3.2.1. Beban Hidup Lantai (LF)

Beban Hidup Lantai (LF) yang diterima Struktur *Catwalk* 10-14 dan *Catwalk Support* 7, 8 diinput dalam SAP V21 disajikan dalam tabel berikut.

Tabel 4.10. Beban Hidup Lantai Pada *Catwalk* 10-14

<i>Catwalk</i>	<i>Basic Load</i>	<i>Unit</i>	<i>Considered Area</i>	<i>Unit Area</i>	Total (kN)
CT10	3.60	kN/m ²	4.32	m ²	15.55
CT11	3.60	kN/m ²	17.82	m ²	64.13
CT12	3.60	kN/m ²	18.30	m ²	65.86
CT13	3.60	kN/m ²	19.02	m ²	68.47
CT14	3.60	kN/m ²	16.98	m ²	61.13

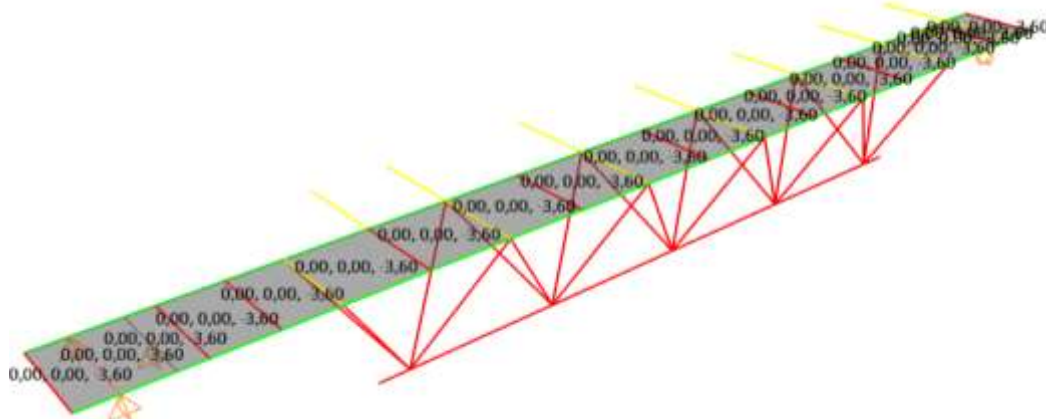
- *Catwalk* 10



Gambar 4.27 Beban Hidup Lantai (LF) yang diterima Struktur *Catwalk* 10

(Sumber : SAP 2000 V21)

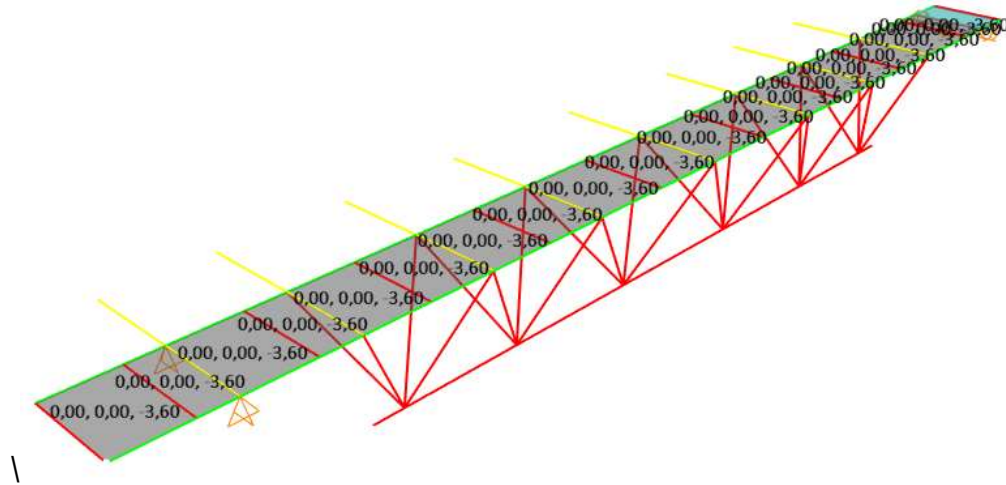
- *Catwalk* 11



Gambar 4.28 Beban Hidup Lantai (LF) yang diterima Struktur *Catwalk* 11

(Sumber : SAP 2000 V21)

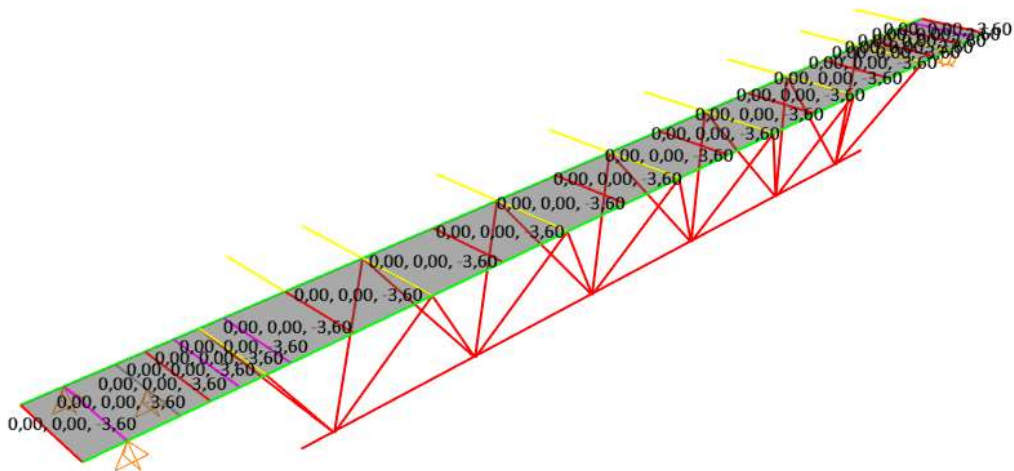
- *Catwalk 12*



Gambar 4.29 Beban Hidup Lantai (LF) yang diterima Struktur *Catwalk 12*

(Sumber : SAP 2000 V21)

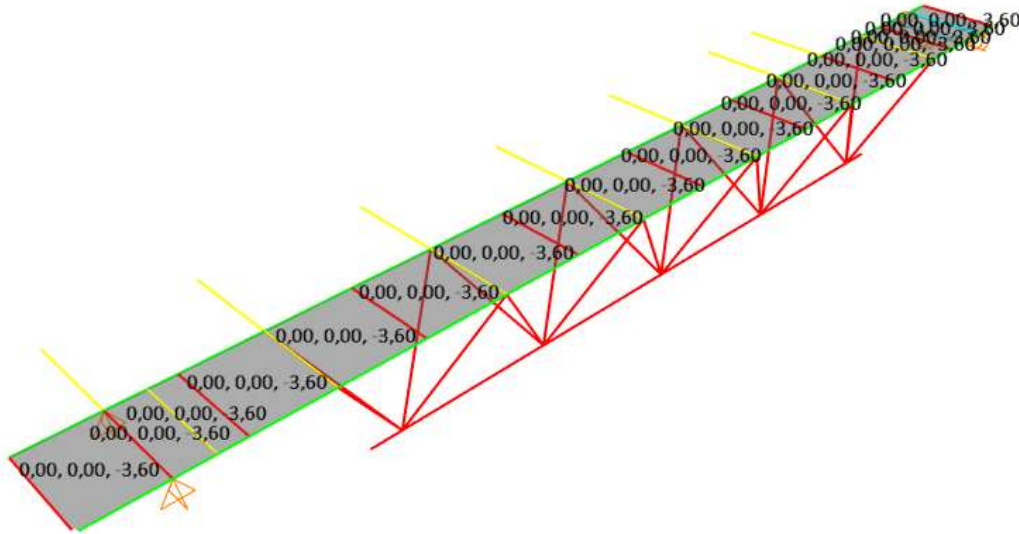
- *Catwalk 13*



Gambar 4.30 Beban Hidup Lantai (LF) yang diterima Struktur *Catwalk 13*

(Sumber : SAP 2000 V21)

- *Catwalk 14*



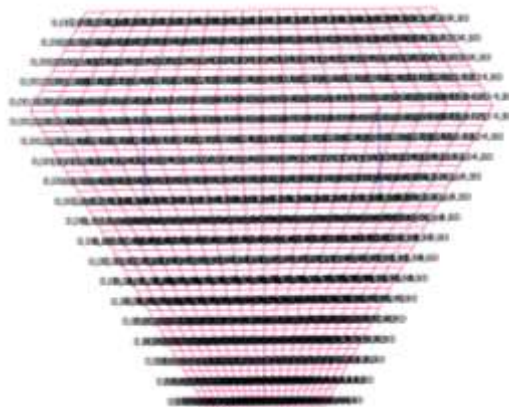
Gambar 4.31 Beban Hidup Lantai (LF) yang diterima Struktur *Catwalk 14*

(Sumber : SAP 2000 V21)

Tabel 4.11. Beban Hidup Lantai pada *Catwalk Support 7 dan 8*

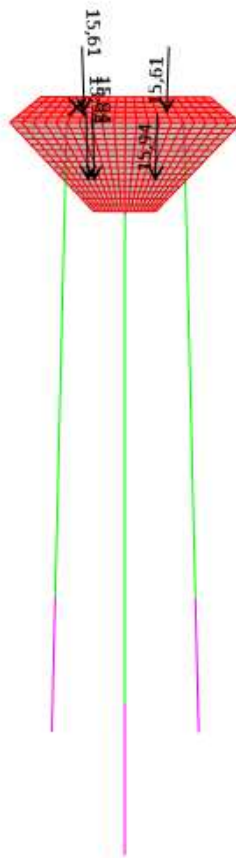
Item	Basic Load	Unit	Considered Area	Unit Area	Total (kN)
Floor Live Load	4.80	kN/m ²	14.40	m ²	69.10
Catwalk Live Load	63.09	kN			63.09
Total Live Load					132.19

- *Catwalk Support 7 dan 8*



Gambar 4.32 Beban Hidup Lantai (LF) yang diterima Struktur *Catwalk Support 7 dan 8*

(Sumber : SAP 2000 V21)



Gambar 4.33 Beban Hidup Lantai (LF) yang diterima Struktur *Catwalk Support 7 dan 8*
(Sumber : SAP 2000 V21)

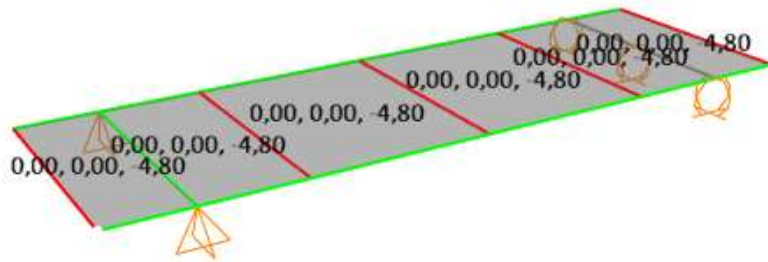
4.3.2.2. Beban Pemeliharaan (ML)

Beban Pemeliharaan (ML) yang diterima Struktur *Catwalk 10-14* dan *Catwalk Support 7, 8* diinput dalam SAP V21 disajikan dalam tabel di bawah ini.

Tabel 4.12. Beban Pemeliharaan Pada *Catwalk 10-14*

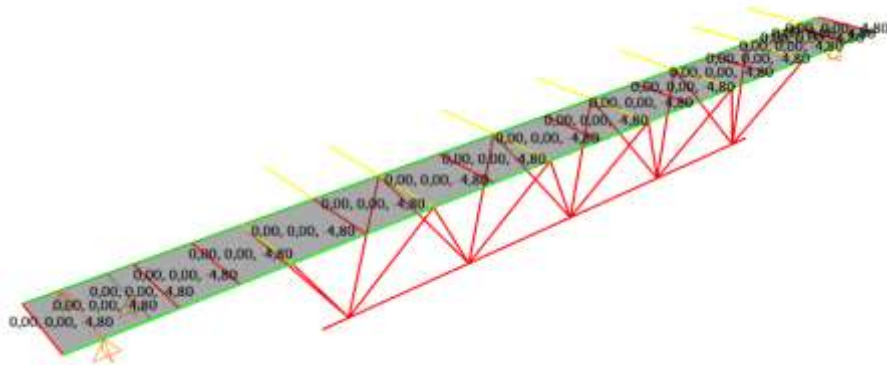
<i>Catwalk</i>	<i>Basic Load</i>	<i>Unit</i>	<i>Considered Area</i>	<i>Unit Area</i>	<i>Total (kN)</i>
CT10	4.80	kN/m ²	4.320	m ²	20.74
CT11	4.80	kN/m ²	17.815	m ²	85.51
CT12	4.80	kN/m ²	18.295	m ²	87.82
CT13	4.80	kN/m ²	19.020	m ²	91.30
CT14	4.80	kN/m ²	16.980	m ²	81.50

- **Catwalk 10**



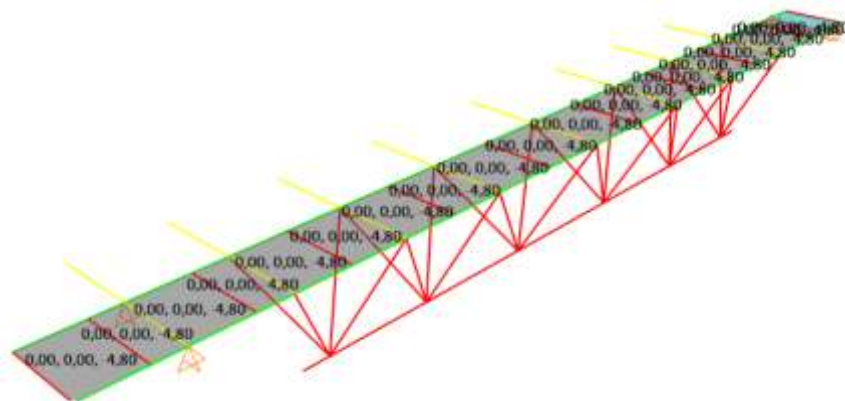
Gambar 4.34 Beban Pemeliharaan (ML) yang diterima Struktur *Catwalk 10*
(Sumber : SAP 2000 V21)

- **Catwalk 11**



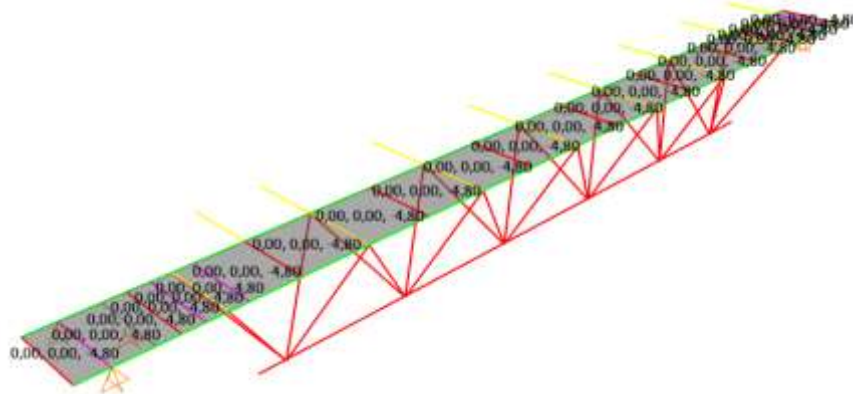
Gambar 4.35 Beban Pemeliharaan (ML) yang diterima Struktur *Catwalk 11*
(Sumber : SAP 2000 V21)

- **Catwalk 12**



Gambar 4.36 Beban Pemeliharaan (ML) yang diterima Struktur *Catwalk 12*
(Sumber : SAP 2000 V21)

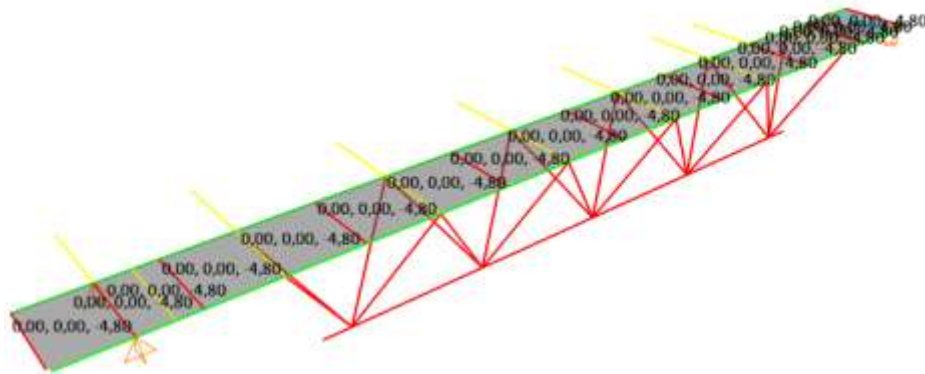
- *Catwalk 13*



Gambar 4.37 Beban Pemeliharaan (ML) yang diterima Struktur *Catwalk 13*

(Sumber : SAP 2000 V21)

- *Catwalk 14*



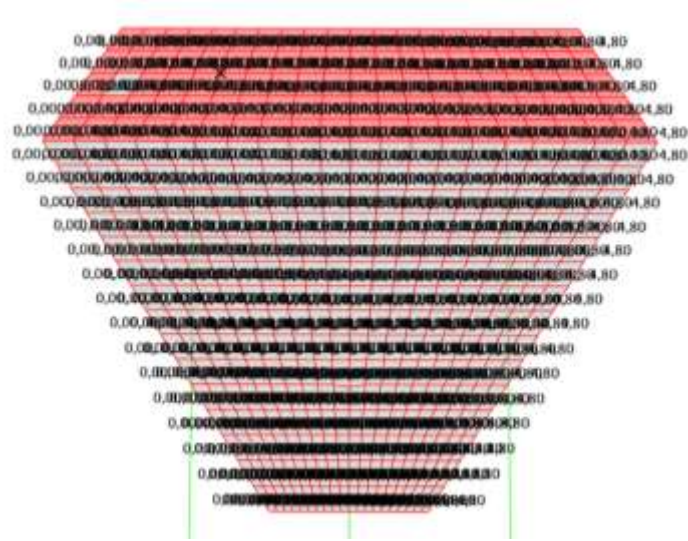
Gambar 4.38 Beban Pemeliharaan (ML) yang diterima Struktur *Catwalk 14*

(Sumber : SAP 2000 V21)

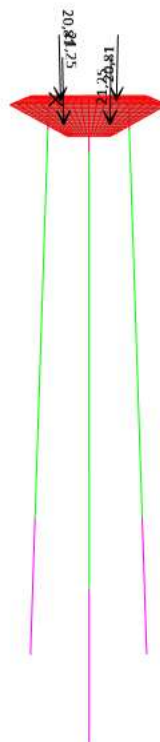
Tabel 4.13. Beban Pemeliharaan Pada *Catwalk Support 7 dan 8*

Node*	Beban Pemeliharaan (kN)
CT11	
2	20.81
10	20.81
CT12	
2	21.25
10	21.25
Total (kN)	84.12

- *Catwalk Support 7 dan 8*



Gambar 4.39 Beban Pemeliharaan (ML) yang diterima Struktur *Catwalk Support 7 dan 8*
(Sumber : SAP 2000 V21)



Gambar 4.40 Beban Pemeliharaan (ML) yang diterima Struktur *Catwalk Support 7 dan 8*
(Sumber : SAP 2000 V21)

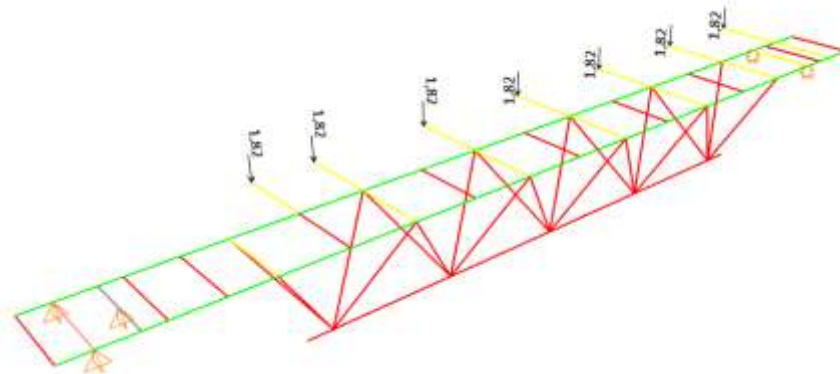
4.3.2.3. Beban Operasi Pipa (FPO)

Beban Operasi Pipa (FPO) yang diterima Struktur *Catwalk* 11, 12 dan *Catwalk Support* 7, 8 diinput dalam SAP V21 disajikan dalam tabel di bawah ini.

Tabel 4.14. Beban Operasi Pipa Pada *Catwalk* 11 dan 12

<i>Catwalk</i>	Total Beban Operasi Pipa (kN)
CT11	1.815
CT12	2.766

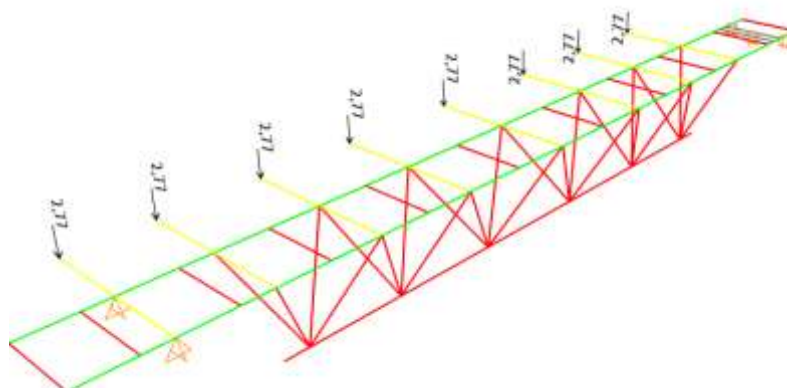
- *Catwalk* 11



Gambar 4.41 Beban Operasi Pipa (FPO) yang diterima Struktur *Catwalk* 11

(Sumber : SAP 2000 V21)

- *Catwalk* 12



Gambar 4.42 Beban Operasi Pipa (FPO) yang diterima Struktur *Catwalk* 12

(Sumber : SAP 2000 V21)

4.3.3. Beban Tes

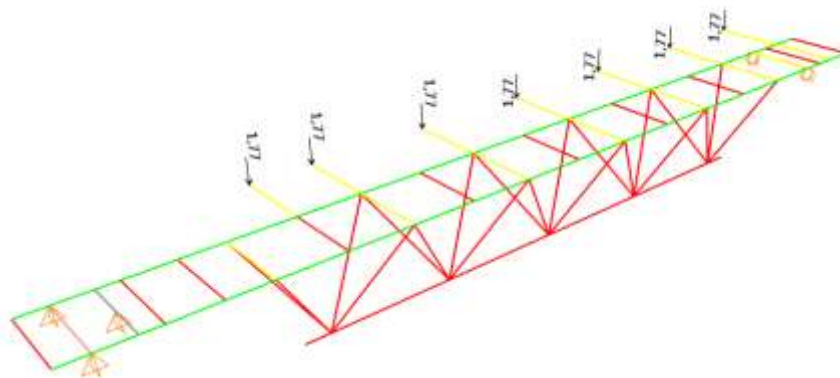
4.3.3.1. Beban Tes Pipa (T)

Beban Tes Pipa (T) yang diterima Struktur *Catwalk* 11, 12 dan *Catwalk Support* 7, 8 diinput dalam SAP V21 disajikan dalam tabel berikut.

Tabel 4.15. Beban Tes Pipa Pada *Catwalk* 11 dan 12

<i>Catwalk</i>	Total Beban Tes Pipa (kN)
CT11	1.766
CT12	1.805

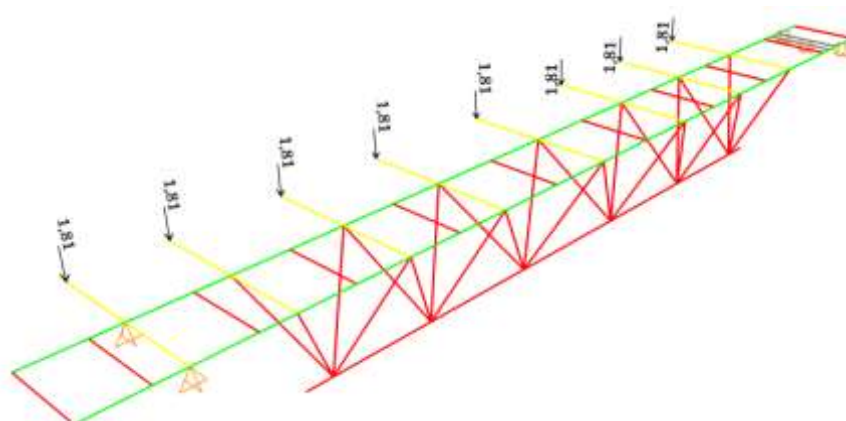
- *Catwalk* 11



Gambar 4.43 Beban Tes Pipa (T) yang diterima Struktur *Catwalk* 11

(Sumber : SAP 2000 V21)

- *Catwalk* 12



Gambar 4.44 Beban Tes Pipa (T) yang diterima Struktur *Catwalk* 12

(Sumber : SAP 2000 V21)

4.3.4. Beban Panas

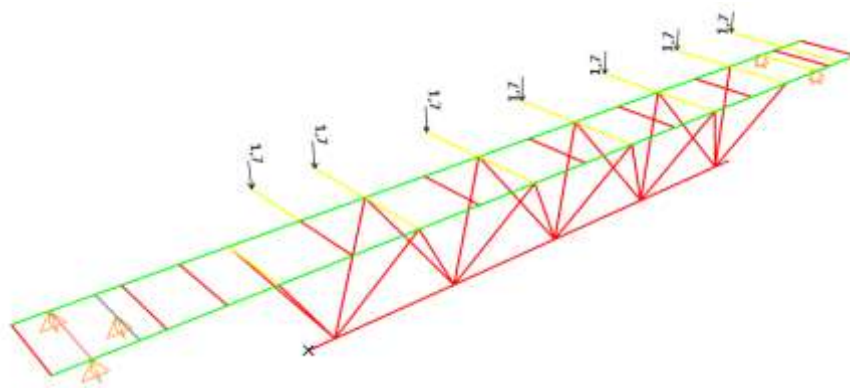
4.3.4.1. Beban Gesekan Pipa (TF)

Beban Gesekan Pipa (TF) yang diterima Struktur *Catwalk* 11, 12 dan *Catwalk Support* 7, 8 diinput dalam SAP V21 disajikan dalam tabel di bawah ini.

Tabel 4.16. Beban Gesekan Pipa Pada *Catwalk* 11 dan 12

<i>Catwalk</i>	Total Beban Gesekan Pipa (kN)
CT11	1.697
CT12	1.197

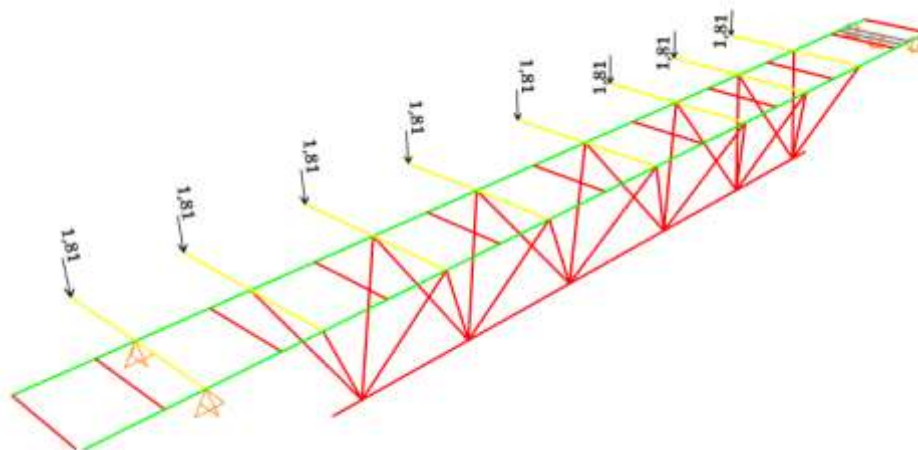
- *Catwalk* 11



Gambar 4.45 Beban Gesekan Pipa (TF) yang diterima Struktur *Catwalk* 11

(Sumber : SAP 2000 V21)

- *Catwalk* 12



Gambar 4.46 Beban Gesekan Pipa (TF) yang diterima Struktur *Catwalk* 12

(Sumber : SAP 2000 V21)

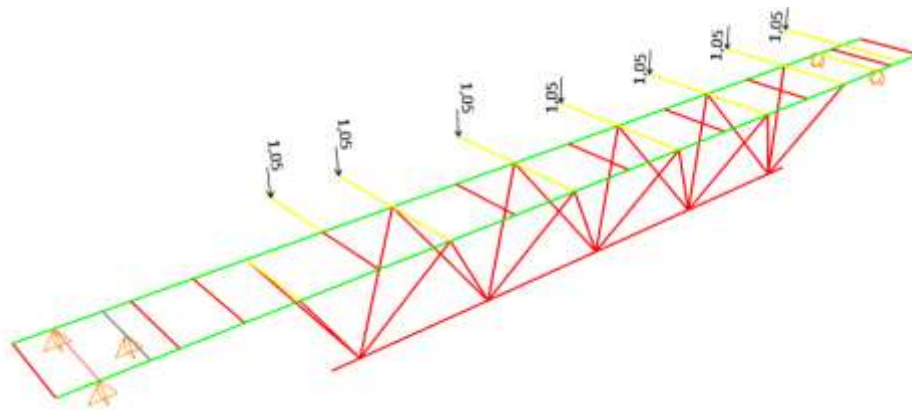
4.3.4.2. Beban Thermal (TE)

Beban Thermal (TE) yang diterima Struktur *Catwalk* 11, 12 dan *Catwalk Support* 7, 8 diinput dalam SAP V21 disajikan dalam tabel di bawah ini

Tabel 4.17. Beban Thermal Pada *Catwalk* 11 dan 12

<i>Catwalk</i>	Total Beban Pemuaian Panas (kN)
CT11	1.050
CT12	1.324

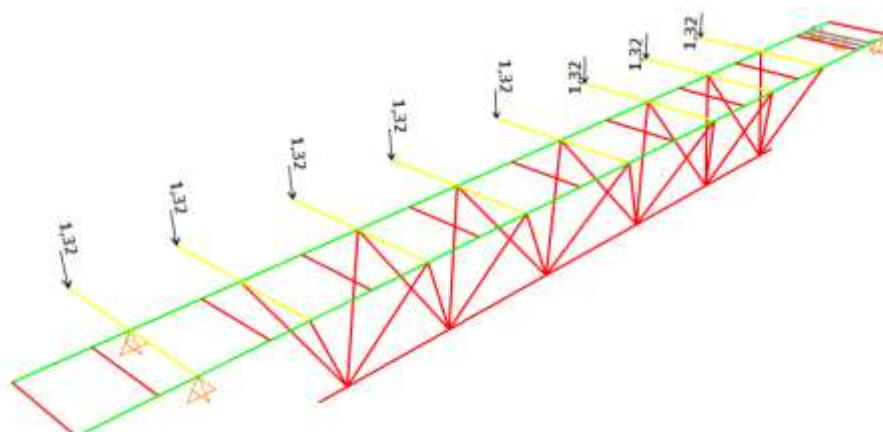
- *Catwalk* 11



Gambar 4.47 Beban Thermal (TE) yang diterima Struktur *Catwalk* 11

(Sumber : SAP 2000 V21)

- *Catwalk* 12



Gambar 4.48 Beban Pemuaian Panas (TE) yang diterima Struktur *Catwalk* 12

(Sumber : SAP 2000 V21)

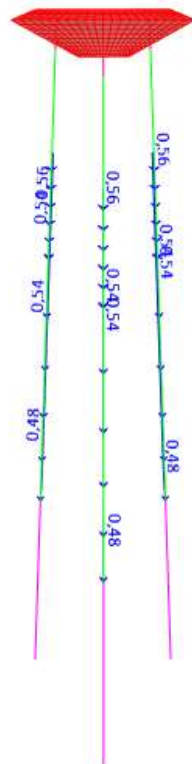
4.3.5. Beban Gelombang (WVX dan WVZ)

Beban Gelombang yang diterima Struktur *Catwalk Support 7* dan *8* diinput dalam SAP V21 disajikan dalam tabel di bawah ini.

Tabel 4.18. Beban Gelombang Pada *Catwalk Support 7* dan *8*

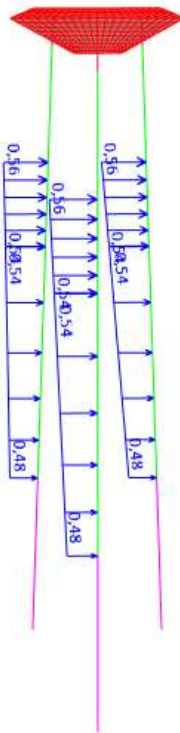
Applied Load kN/m		Length (m)	Total Point	Total Load (kN)	Remark
Top	Bottom				
0.56	0.48	15.36	3.00	25.79	CT Support 7 dan 8

- *Catwalk Support 7* dan *8*



Gambar 4.49 Beban Gelombang (WVX) yang diterima Struktur *Catwalk Support 7* dan *8*

(Sumber : SAP 2000 V21)



Gambar 4.50 Beban Gelombang (WVZ) yang diterima Struktur *Catwalk Support 7 dan 8*
(Sumber : SAP 2000 V21)

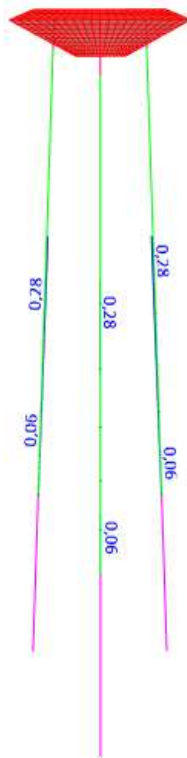
4.3.6. Beban Arus (CX dan CZ)

Beban Arus yang diterima Struktur *Catwalk Support 7 dan 8* diinput dalam SAP V21 disajikan dalam tabel di bawah ini.

Tabel 4.19. Beban Arus Pada *Catwalk Support 7 dan 8*

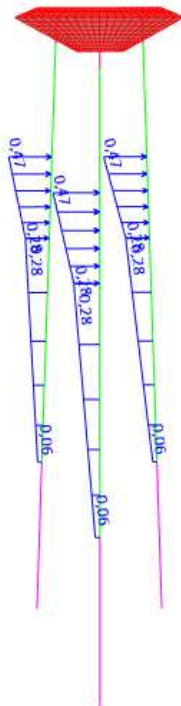
Total Length (m)	Total Applied Load (kN)
0.00	0.00
4.59	2.13
4.59	1.73
4.59	1.27
4.59	1.15
4.59	1.00
4.59	0.86
4.59	0.70
4.59	0.61
4.59	0.50
4.59	0.29
Total Beban Arus (CX dan (CZ)	10.24

- *Catwalk Support 7 dan 8*



Gambar 4.51 Beban Arus (CX) yang diterima Struktur *Catwalk Support 7 dan 8*

(Sumber : SAP 2000 V21)



Gambar 4.52 Beban Arus (CZ) yang diterima Struktur *Catwalk Support 7 dan 8*

(Sumber : SAP 2000 V21)

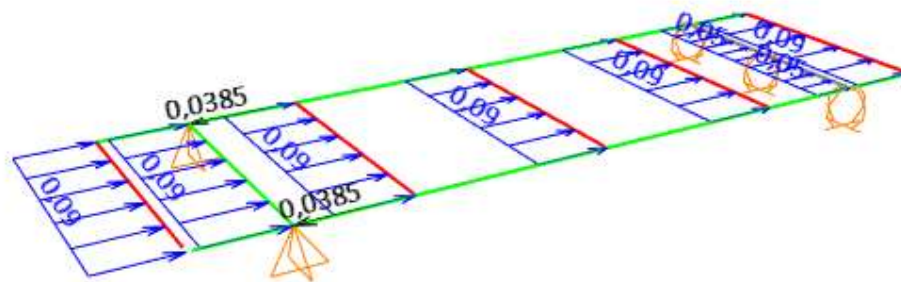
4.3.7. Beban Angin (WX dan WZ)

Beban Angin (WX dan WZ) yang diterima Struktur *Catwalk* 10-14 dan *Catwalk Support* 7, 8 diinput dalam SAP V21 disajikan dalam tabel di bawah ini.

Tabel 4.20. Beban Angin Pada *Catwalk* 10-14 dan CTS 7.8

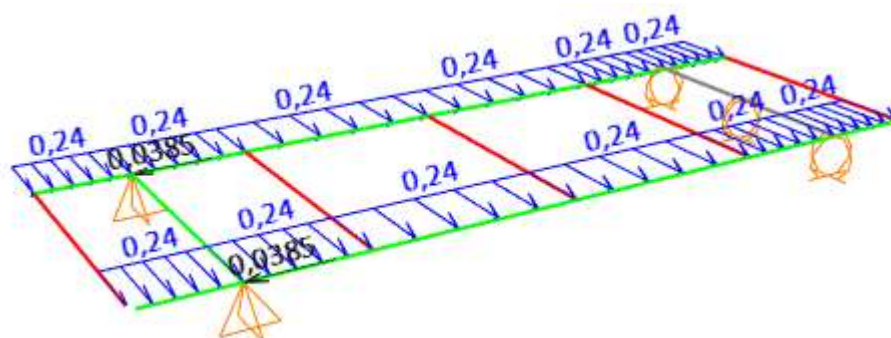
<i>Catwalk</i>	Total Beban Angin X (kN)	Total Beban Angin Z (kN)
CT10	1.389	1.147
CT11	7.853	14.178
CT12	9.021	15.307
CT13	9.016	15.206
CT14	7.747	13.104
CT Support 7, 8	18.887	17.254

- *Catwalk* 10



Gambar 4.53 Beban Angin (WX) yang diterima Struktur *Catwalk* 10

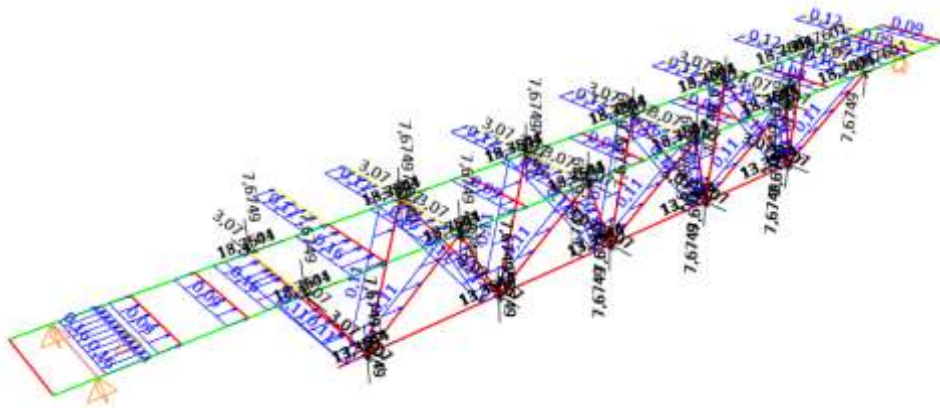
(Sumber : SAP 2000 V21)



Gambar 4.54 Beban Angin (WZ) yang diterima Struktur *Catwalk* 10

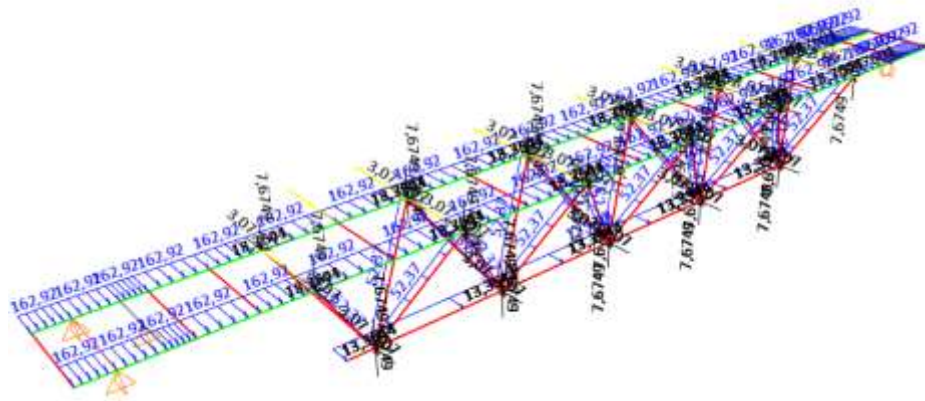
(Sumber : SAP 2000 V21)

- *Catwalk 11*



Gambar 4.55 Beban Angin (WX) yang diterima Struktur *Catwalk 11*

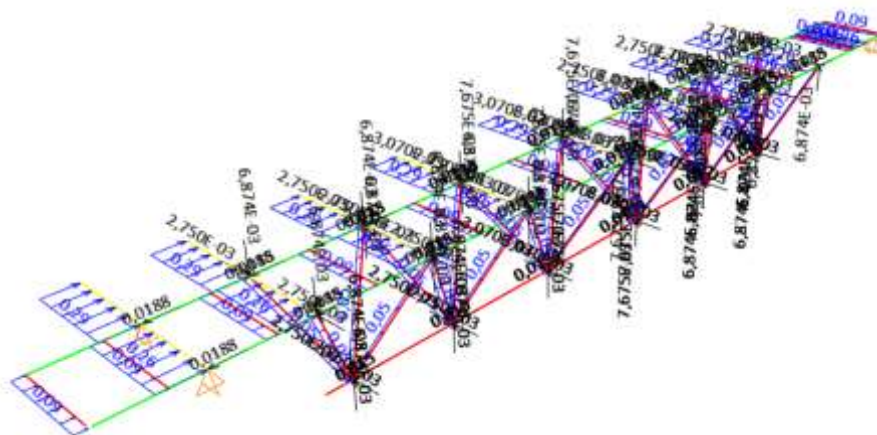
(Sumber : SAP 2000 V21)



Gambar 4.56 Beban Angin (WZ) yang diterima Struktur *Catwalk 11*

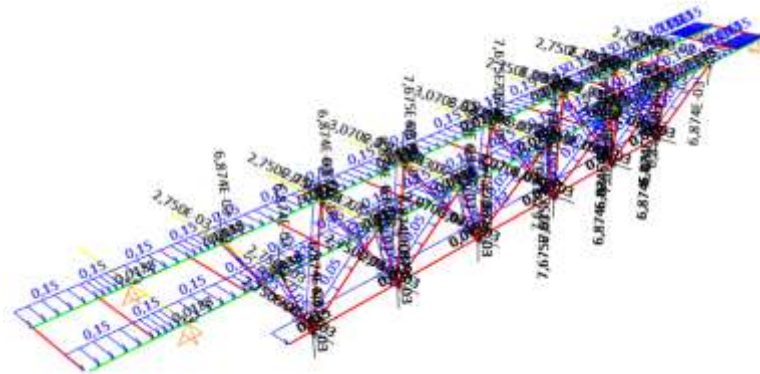
(Sumber : SAP 2000 V21)

- *Catwalk 12*



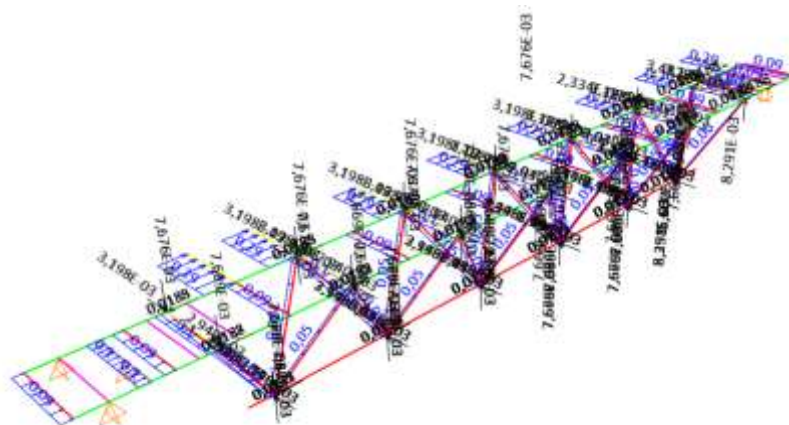
Gambar 4.57 Beban Angin (WX) yang diterima Struktur *Catwalk 12*

(Sumber : SAP 2000 V21)

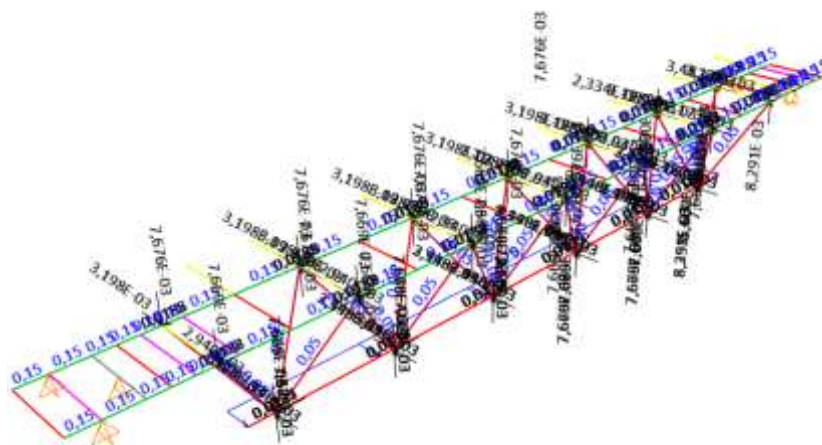


Gambar 4.58 Beban Angin (WZ) yang diterima Struktur *Catwalk 12*
(Sumber : SAP 2000 V21)

- *Catwalk 13*

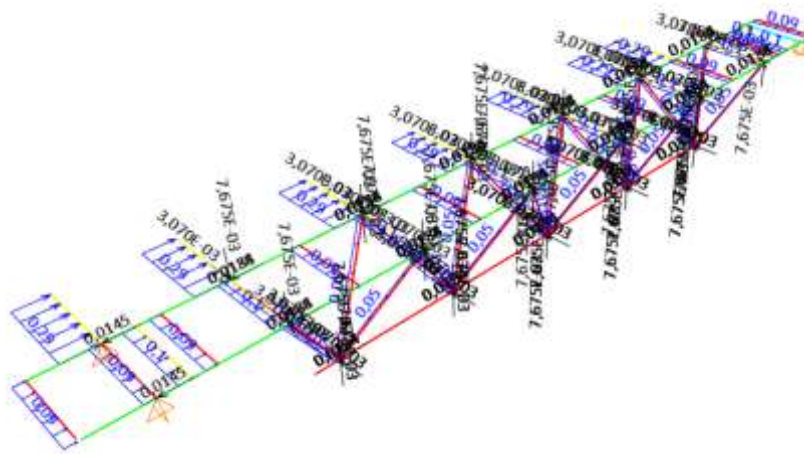


Gambar 4.59 Beban Angin (WX) yang diterima Struktur *Catwalk 13*
(Sumber : SAP 2000 V21)

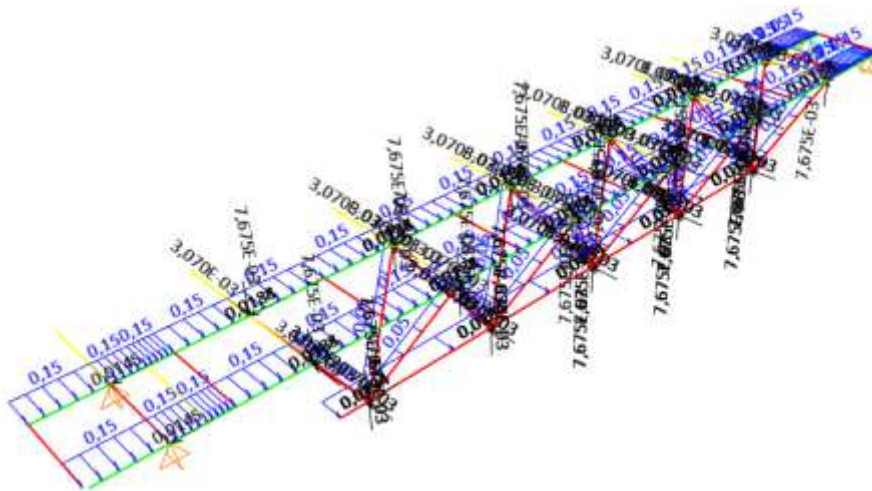


Gambar 4.60 Beban Angin (WZ) yang diterima Struktur *Catwalk 13*
(Sumber : SAP 2000 V21)

- *Catwalk 14*

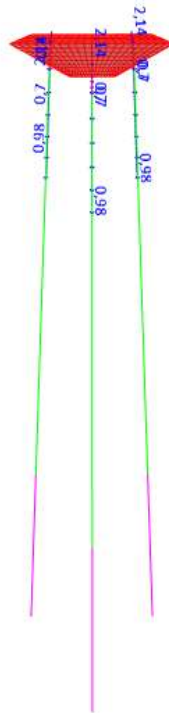


Gambar 4.61 Beban Angin (WX) yang diterima Struktur *Catwalk 14*
(Sumber : SAP 2000 V21)



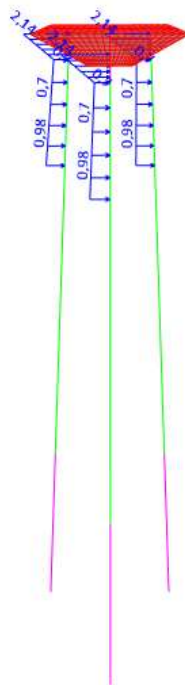
Gambar 4.62 Beban Angin (WZ) yang diterima Struktur *Catwalk 14*
(Sumber : SAP 2000 V21)

- **Catwalk Support 7 dan 8**



Gambar 4.63 Beban Angin (WX) yang diterima Struktur *Catwalk Support 7 dan 8*

(Sumber : SAP 2000 V21)



Gambar 4.64 Beban Angin (WZ) yang diterima Struktur *Catwalk Support 7 dan 8*

(Sumber : SAP 2000 V21)

4.3.8. Beban Gempa (EX dan EZ)

Beban Gempa (EX dan EZ) yang diterima Struktur *Catwalk Support 7* dan *8* diinput dalam SAP V21 disajikan sebagai berikut

1. Penentuan Koefisien Seismik

- Penentuan Kategori Resiko:

Kategori resiko bangunan gedung untuk beban gempa dengan jenis pemanfaat bangunan sebagai gedung kegiatan akademik kampus dapat dikelompokkan sebagai berdasarkan tabel 3: Kategori Risiko Gempa I

Maka didapat nilai:

$I := 1.0$ \longrightarrow Faktor keutamaan gempa berdasarkan tabel 4 dengan kategori Risiko Gempa I

- Respons sesismik data dari pu.go.id disesuaikan zona area dan tipe tanah:

$$T_o := 0.19_{\text{sec}} \quad S_{DS} := 0.333$$

$$T_s := 0.94_{\text{sec}} \quad S_{D1} := 0.233$$

$$S_1 := 0.360$$

$$T_X := 1.90811 \cdot \text{Sec}$$

$$T_Y := 1.90739 \cdot \text{Sec}$$

- Data konstanta untuk penentuan faktor sistem penahan gaya gempa :

$$R_X := 2$$

$$R_Y := 2$$

2. Waktu Getar Alami

- Periode fundamental (T) yang digunakan memiliki nilai batas maksimum dan batas minimum :

Menghitung T_a minimum :

$$T_{a_{\min}} = C_r \cdot h_n^x$$

$$C_{r_X} := 0.0466$$

$$C_{r_Y} := 0.0466$$

$$X := 0.9$$

$$y := 0.9$$

$$h_n := 25.8 \text{ m}$$

$$T_{a_{X_{\min}}} = C_{r_X} \cdot h_n^x \quad \longrightarrow \quad T_{a_{X_{\min}}} = 0.869 \cdot \text{sec}$$

$$T_{a_{Y_{\min}}} = C_{r_Y} \cdot h_n^y \quad \longrightarrow \quad T_{a_{Y_{\min}}} = 0.869 \cdot \text{sec}$$

Menghitung T_a Maksimum :

$$T_{a_{\max}} = C_u \cdot T_{a_{\min}}$$

$$C_u := 1.4 \quad \longrightarrow \quad S_{D1} = 0.233$$

$$T_{a_{X_{\max}}} = C_u \cdot T_{a_{X_{\min}}} \quad \longrightarrow \quad T_{a_{X_{\max}}} = 1.216 \text{ . sec}$$

$$T_{a_{Y_{\max}}} = C_u \cdot T_{a_{Y_{\min}}} \quad \longrightarrow \quad T_{a_{Y_{\max}}} = 1.216 \text{ . sec}$$

- Data Periode Struktur Bangunan:

Tabel T_1 hasil analisis

$$T_x = 1.908 \text{ . sec}$$

$$T_y = 1.907 \text{ . sec}$$

- Penentuan Nilai Periode T_a sebagai berikut:

$$T_{a_X} := \begin{cases} \text{“Very Stiff” if } T_x < T_{a_{X_{\min}}} \\ \text{“OK” if } T_{a_{X_{\min}}} < T_x < T_{a_{X_{\max}}} \\ \text{“Use } T = C_u \cdot T_a \text{” if } T_x > T_{a_{X_{\max}}} \end{cases}$$

$$\longrightarrow T_{a_X} = \text{“Use } T = C_u \cdot T_a \text{”} \longrightarrow T_x = 1.216 \text{ . sec}$$

$$T_{a_Y} := \begin{cases} \text{“Very Stiff” if } T_y < T_{a_{Y_{\min}}} \\ \text{“OK” if } T_{a_{Y_{\min}}} < T_y < T_{a_{Y_{\max}}} \\ \text{“Use } T = C_u \cdot T_a \text{” if } T_y > T_{a_{Y_{\max}}} \end{cases}$$

$$\longrightarrow T_{a_Y} = \text{“Use } T = C_u \cdot T_a \text{”} \longrightarrow T_y = 1.216 \text{ . sec}$$

3. Koefisien Respon Gempa

$$C_{s_{\max}} = \frac{SDS}{\left(\frac{R}{I}\right)}$$

$$C_{s_{X_{\max}}} := \frac{SDS}{\left(\frac{R_x}{I}\right)} \quad \longrightarrow \quad C_{s_{X_{\max}}} = 0.167$$

$$C_{s_{Y_{\max}}} := \frac{SDS}{\left(\frac{R_y}{I}\right)} \quad \longrightarrow \quad C_{s_{Y_{\max}}} = 0.167$$

- Menghitung Cs Minimum :

$$Cs_{min} = 0.044 \cdot S_{DS} \cdot I > 0.01$$

$$Cs_{Xmin} := 0.044 \cdot S_{DS} \cdot I \quad \rightarrow \quad Cs_{Xmin} = 0.015$$

$$Cs_{Ymin} := 0.044 \cdot S_{DS} \cdot I \quad \rightarrow \quad Cs_{Ymin} = 0.015$$

- Menghitung Cs Hasil Analisis :

$$Cs_{min} = \frac{SD1}{T\left(\frac{R}{T}\right)}$$

$$Cs_x := \frac{SD1}{T_x\left(\frac{R_x}{T}\right)} \quad \rightarrow \quad Cs_x = 0.0958$$

$$Cs_y := \frac{SD1}{T\left(\frac{R_y}{T}\right)} \quad \rightarrow \quad Cs_y = 0.0958$$

- Nilai Cx yang digunakan adalah :

$$Cs_x := \begin{cases} Cs_{Xmin} & \text{if } Cs_x < Cs_{Xmin} \\ Cs_x & \text{if } Cs_{Xmin} < Cs_x < Cs_{Xmax} \\ Cs_{Xmax} & \text{if } Cs_x > Cs_{Xmax} \end{cases}$$

$$\rightarrow Cs_x = 0.0958$$

$$Cs_y := \begin{cases} Cs_{Ymin} & \text{if } Cs_y < Cs_{Ymin} \\ Cs_y & \text{if } Cs_{Ymin} < Cs_y < Cs_{Ymax} \\ Cs_{Ymax} & \text{if } Cs_y > Cs_{Ymax} \end{cases}$$

$$\rightarrow Cs_y = 0.0958$$

4. Gaya Geser Statik

- Menghitung gaya geser dasar nominal :

$$V = Cs \cdot W$$

- Menghitung nilai gaya gempa lateral :

$$W_t := 1123.564 \text{ kN} \quad : \quad (\text{Berat Bangunan})$$

$$Vs_x := Cs_x \cdot W_t \quad \rightarrow \quad Vs_x = 108. \text{ kN}$$

$$Vs_y := Cs_y \cdot W_t \quad \rightarrow \quad Vs_y = 108. \text{ Kn}$$

5. Gaya Geser Dinamik

- Analisis Pengali gaya geser ragam dinamik :

$$g := 9.81 \frac{\text{m}}{\text{sec}^2}$$

$$FS_x := g \times \frac{1}{R_x} \rightarrow FS_x = 4.905$$

$$FS_y := g \times \frac{1}{R_x} \rightarrow FS_y = 4.905$$

- Gaya Gempa Dinamik Respon Spektral

$$V_{t_X} := 129.218 \text{ kN}$$

$$V_{t_Y} := 129.172 \text{ Kn}$$

Cek Gaya Geser Dinamik

$$V_{t_X} := 129.2 \text{ kN} < V_{s_X} := 107.6 \text{ kN} \rightarrow \text{msg} = \text{“OK”}$$

$$V_{t_Y} := 129.2 \text{ kN} < V_{s_Y} := 107.6 \text{ Kn} \rightarrow \text{msg} = \text{“OK”}$$

- Penyesuaian Skala *Base Shear* :

Menghitung berdasarkan SNI 03-1726-2019, nilai akhir dinamik struktur bangunan terhadap pembebanan gempa nominal akibat pengaruh gempa rencana dalam satu arah tertentu tidak boleh diambil kurang dari 100% nilai respons ragam yang pertama (V1)

Respon dinamik struktur gedung dinyatakan dalam gaya geser dasar nominal (Vt), maka persyaratan tersebut dapat dinyatakan sebagai berikut

$$V_t = 1.0 \times V_1$$

Faktor Skala Arah X :

$$\text{Scale_Fact_x} := \frac{1.0 \times V_{s_x}}{V_{t_X}} \rightarrow \text{Scale_fact_x} = 0.833$$

Faktor Skala Arah Y :

$$\text{Scale_Fact_y} := \frac{1.0 \times V_{s_y}}{V_{t_Y}} \rightarrow \text{Scale_fact_y} = 0.833$$

$$g := \frac{\text{g}}{\left(\frac{\text{m}}{\text{sec}^2}\right)}$$

msg := if (Vt_x < Vs_x, “Need Scaling”, “OK”)

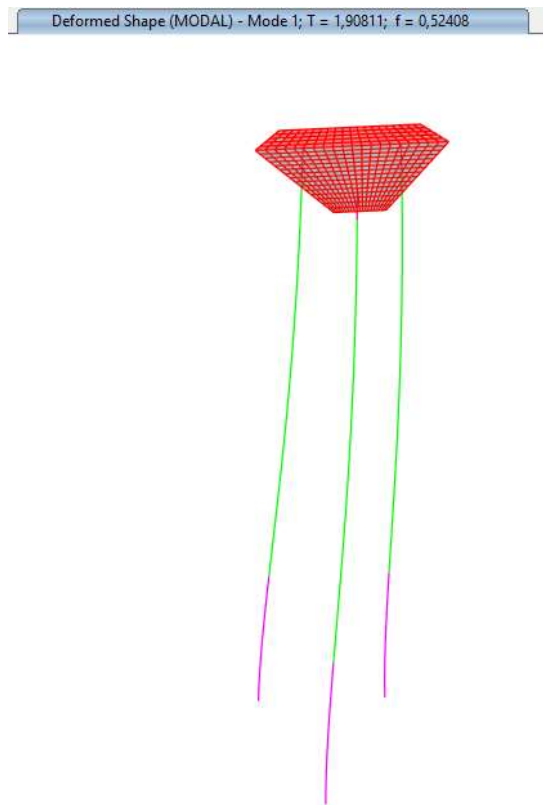
msg := if (Vt_y < Vs_y, “Need Scaling”, “OK”)

$$\sqrt{52} \cdot 0.043 \cdot 24^{1.5} = 36.458$$

$$FS_x \cdot Scale_Fact_x = 4.086$$

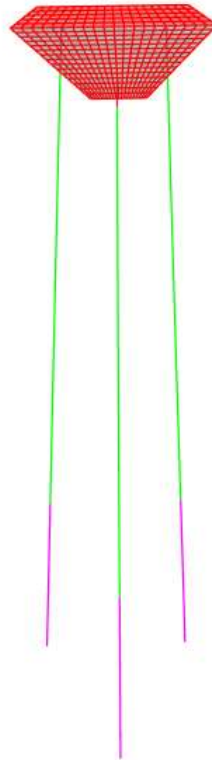
$$FS_y \cdot Scale_Fact_y = 4.087$$

- **Catwalk Support 7 dan 8**



Gambar 4.65 Beban Gempa (EX) yang diterima Struktur *Catwalk Support 7 dan 8*

(Sumber : SAP 2000 V21)



Gambar 4.66 Beban Gempa (EZ) yang diterima Struktur *Catwalk Support 7 dan 8*
(Sumber : SAP 2000 V21)

4.4. Kombinasi Pembebanan

4.4.1. Kombinasi Beban Untuk Desain Beton

Kombinasi pembebanan untuk desain Beton yang diinput pada struktur Catwalk dengan menggunakan SAP V21 disajikan dalam tabel berikut.

Tabel 4.21. Kombinasi Beban Untuk Desain Beton

<i>Case Condition</i>	<i>Load Comb</i>	<i>Description</i>
<i>Case 1 (Vacant / Operating)</i>	101	1.2(D+F)+1.6(FPO+FEO+LF+TA+TF+TE+WH+PSL+DYN+BL+R)+1.6(HS+HE)+1.6(WX+WVX)+1.2BU+1.2CX
	102	1.2(D+F)+1.6(FPO+FEO+LF+TA+TF+TE+WH+PSL+DYN+BL+R)+1.6(HS+HE)+1.6(WZ+WVZ)+1.2BU+1.2CZ
	103	1.2(D+F)+1.6(FPO+FEO+LF+TA+TF+TE+WH+PSL+DYN+BL+R)+1.6(HS+HE)+1.6(0.75WX+0.75WVX+0.75WZ+0.75WVZ)+1.2BU+1.2(0.75CX+0.75CZ)
	104	1.2(D+F)+1.6(FPO+FEO+LF+TA+TF+TE+WH+PSL+DYN+BL+R)+1.6(HS+HE)+1.6(0.75WX+0.75WVX-0.75WZ-0.75WVZ)+1.2BU+1.2(0.75CX-0.75CZ)
	105	1.2(D+F)+1.6(FPO+FEO+LF-TA+TF-TE+WH+PSL+DYN+BL+R)+1.6(HS+HE)+1.6(WX+WVX)+1.2BU+1.2CX
	106	1.2(D+F)+1.6(FPO+FEO+LF-TA+TF-TE+WH+PSL+DYN+BL+R)+1.6(HS+HE)+1.6(WZ+WVZ)+1.2BU+1.2CZ
	107	1.2(D+F)+1.6(FPO+FEO+LF-TA+TF-TE+WH+PSL+DYN+BL+R)+1.6(HS+HE)+1.6(0.75WX+0.75WVX+0.75WZ+0.75WVZ)+1.2BU+1.2(0.75CX+0.75CZ)
	108	1.2(D+F)+1.6(FPO+FEO+LF-TA+TF-TE+WH+PSL+DYN+BL+R)+1.6(HS+HE)+1.6(0.75WX+0.75WVX-0.75WZ-0.75WVZ)+1.2BU+1.2(0.75CX-0.75CZ)
	109	1.2(D+F)+1.6(FPO+FEO+LF+TA+TF+TE+WH+PSL+DYN+BL+R)+1.6(HS+HE)-1.6(WX+WVX)+1.2BU-1.2CX
	110	1.2(D+F)+1.6(FPO+FEO+LF+TA+TF+TE+WH+PSL+DYN+BL+R)+1.6(HS+HE)-1.6(WZ+WVZ)+1.2BU-1.2CZ
	111	1.2(D+F)+1.6(FPO+FEO+LF+TA+TF+TE+WH+PSL+DYN+BL+R)+1.6(HS+HE)-1.6(0.75WX+0.75WVX+0.75WZ+0.75WVZ)+1.2BU-1.2(0.75CX+0.75CZ)
	112	1.2(D+F)+1.6(FPO+FEO+LF+TA+TF+TE+WH+PSL+DYN+BL+R)+1.6(HS+HE)-1.6(0.75WX+0.75WVX-0.75WZ-0.75WVZ)+1.2BU-1.2(0.75CX-0.75CZ)
	113	1.2(D+F)+1.6(FPO+FEO+LF-TA+TF-TE+WH+PSL+DYN+BL+R)+1.6(HS+HE)-1.6(WX+WVX)+1.2BU-1.2CX

	114	1.2(D+F)+1.6(FPO+FEO+LF-TA+TF-TE+WH+PSL+DYN+BL+R)+1.6(HS+HE)-1.6(WZ+WVZ)+1.2BU-1.2CZ
	115	1.2(D+F)+1.6(FPO+FEO+LF-TA+TF-TE+WH+PSL+DYN+BL+R)+1.6(HS+HE)-1.6(0.75WX+0.75WVX+0.75WZ+0.75WVZ)+1.2BU-1.2(0.75CX+0.75CZ)
	116	1.2(D+F)+1.6(FPO+FEO+LF-TA+TF-TE+WH+PSL+DYN+BL+R)+1.6(HS+HE)-1.6(0.75WX+0.75WVX-0.75WZ-0.75WVZ)+1.2BU-1.2(0.75CX-0.75CZ)
Case Condition	Load Comb	Description
Case 2 (Erection)	201	0.9(DSW+DS+DFP+DEL+DPE+F)+1.35DE+1.6(HS+HE)+1.6(WX+WVX)+1.0BU+1.2CX
	202	0.9(DSW+DS+DFP+DEL+DPE+F)+1.35DE+1.6(HS+HE)+1.6(WZ+WVZ)+1.0BU+1.2CZ
	203	0.9(DSW+DS+DFP+DEL+DPE+F)+1.35DE+1.6(HS+HE)+1.6(0.75WX+0.75WVX+0.75WZ+0.75WVZ)+1.0BU+1.2(0.75CX+0.75CZ)
	204	0.9(DSW+DS+DFP+DEL+DPE+F)+1.35DE+1.6(HS+HE)+1.6(0.75WX+0.75WVX-0.75WZ-0.75WVZ)+1.0BU+1.2(0.75CX-0.75CZ)
	205	0.9(DSW+DS+DFP+DEL+DPE+F)+1.35DE+1.6(HS+HE)-1.6(WX+WVX)+1.0BU-1.2CX
	206	0.9(DSW+DS+DFP+DEL+DPE+F)+1.35DE+1.6(HS+HE)-1.6(WZ+WVZ)+1.0BU-1.2CZ
	207	0.9(DSW+DS+DFP+DEL+DPE+F)+1.35DE+1.6(HS+HE)-1.6(0.75WX+0.75WVX+0.75WZ+0.75WVZ)+1.0BU-1.2(0.75CX+0.75CZ)
	208	0.9(DSW+DS+DFP+DEL+DPE+F)+1.35DE+1.6(HS+HE)-1.6(0.75WX+0.75WVX-0.75WZ-0.75WVZ)+1.0BU-1.2(0.75CX-0.75CZ)
Case 3 (Berthing)	301	1.2(D+F)+1.0(FPO+FEO+LF+TA+TF+TE+WH+PSL+DYN+BL+R)+1.6(HS+HE)+1.6(WX+WVX)+1.6BE+1.2BU+1.2CX
	302	1.2(D+F)+1.0(FPO+FEO+LF+TA+TF+TE+WH+PSL+DYN+BL+R)+1.6(HS+HE)+1.6(WZ+WVZ)+1.6BE+1.2BU+1.2CZ
	303	1.2(D+F)+1.0(FPO+FEO+LF+TA+TF+TE+WH+PSL+DYN+BL+R)+1.6(HS+HE)+1.6(0.75WX+0.75WVX+0.75WZ+0.75WVZ)+1.6BE+1.2BU+1.2(0.75CX+0.75CZ)
	304	1.2(D+F)+1.0(FPO+FEO+LF+TA+TF+TE+WH+PSL+DYN+BL+R)+1.6(HS+HE)+1.6(0.75WX+0.75WVX-0.75WZ-0.75WVZ)+1.6BE+1.2BU+1.2(0.75CX-0.75CZ)
	305	1.2(D+F)+1.0(FPO+FEO+LF-TA+TF-TE+WH+PSL+DYN+BL+R)+1.6(HS+HE)+1.6(WX+WVX)+1.6BE+1.2BU+1.2CX
	306	1.2(D+F)+1.0(FPO+FEO+LF-TA+TF-TE+WH+PSL+DYN+BL+R)+1.6(HS+HE)+1.6(WZ+WVZ)+1.6BE+1.2BU+1.2CZ

	307	1.2(D+F)+1.0(FPO+FEO+LF-TA+TF-TE+WH+PSL+DYN+BL+R)+1.6(HS+HE)+1.6(0.75WX+0.75WVX+0.75WZ+0.75WVZ)+1.6BE+1.2BU+1.2(0.75CX+0.75CZ)
	308	1.2(D+F)+1.0(FPO+FEO+LF-TA+TF-TE+WH+PSL+DYN+BL+R)+1.6(HS+HE)+1.6(0.75WX+0.75WVX-0.75WZ-0.75WVZ)+1.6BE+1.2BU+1.2(0.75CX-0.75CZ)
	309	1.2(D+F)+1.0(FPO+FEO+LF+TA+TF+TE+WH+PSL+DYN+BL+R)+1.6(HS+HE)-1.6(WX+WVX)+1.6BE+1.2BU-1.2CX
	310	1.2(D+F)+1.0(FPO+FEO+LF+TA+TF+TE+WH+PSL+DYN+BL+R)+1.6(HS+HE)-1.6(WZ+WVZ)+1.6BE+1.2BU-1.2CZ
	311	1.2(D+F)+1.0(FPO+FEO+LF+TA+TF+TE+WH+PSL+DYN+BL+R)+1.6(HS+HE)-1.6(0.75WX+0.75WVX+0.75WZ+0.75WVZ)+1.6BE+1.2BU-1.2(0.75CX+0.75CZ)
Case Condition	Load Comb	Description
Case 3 (Berthing)	312	1.2(D+F)+1.0(FPO+FEO+LF+TA+TF+TE+WH+PSL+DYN+BL+R)+1.6(HS+HE)-1.6(0.75WX+0.75WVX-0.75WZ-0.75WVZ)+1.6BE+1.2BU-1.2(0.75CX-0.75CZ)
	313	1.2(D+F)+1.0(FPO+FEO+LF-TA+TF-TE+WH+PSL+DYN+BL+R)+1.6(HS+HE)-1.6(WX+WVX)+1.6BE+1.2BU-1.2CX
	314	1.2(D+F)+1.0(FPO+FEO+LF-TA+TF-TE+WH+PSL+DYN+BL+R)+1.6(HS+HE)-1.6(WZ+WVZ)+1.6BE+1.2BU-1.2CZ
	315	1.2(D+F)+1.0(FPO+FEO+LF-TA+TF-TE+WH+PSL+DYN+BL+R)+1.6(HS+HE)-1.6(0.75WX+0.75WVX+0.75WZ+0.75WVZ)+1.6BE+1.2BU-1.2(0.75CX+0.75CZ)
	316	1.2(D+F)+1.0(FPO+FEO+LF-TA+TF-TE+WH+PSL+DYN+BL+R)+1.6(HS+HE)-1.6(0.75WX+0.75WVX-0.75WZ-0.75WVZ)+1.6BE+1.2BU-1.2(0.75CX-0.75CZ)
Case 4 (Accidental Berthing)	401	1.2(D+F)+1.0(FPO+FEO+LF+TA+TF+TE+WH+PSL+DYN+BL+R)+1.6(HS+HE)+1.6(WX+WVX)+1.6BEA+1.2BU+1.2CX
	402	1.2(D+F)+1.0(FPO+FEO+LF+TA+TF+TE+WH+PSL+DYN+BL+R)+1.6(HS+HE)+1.6(WZ+WVZ)+1.6BEA+1.2BU+1.2CZ
	403	1.2(D+F)+1.0(FPO+FEO+LF+TA+TF+TE+WH+PSL+DYN+BL+R)+1.6(HS+HE)+1.6(0.75WX+0.75WVX+0.75WZ+0.75WVZ)+1.6BEA+1.2BU+1.2(0.75CX+0.75CZ)
	404	1.2(D+F)+1.0(FPO+FEO+LF+TA+TF+TE+WH+PSL+DYN+BL+R)+1.6(HS+HE)+1.6(0.75WX+0.75WVX-0.75WZ-0.75WVZ)+1.6BEA+1.2BU+1.2(0.75CX-0.75CZ)
	405	1.2(D+F)+1.0(FPO+FEO+LF-TA+TF-TE+WH+PSL+DYN+BL+R)+1.6(HS+HE)+1.6(WX+WVX)+1.6BEA+1.2BU+1.2CX
	406	1.2(D+F)+1.0(FPO+FEO+LF-TA+TF-TE+WH+PSL+DYN+BL+R)+1.6(HS+HE)+1.6(WZ+WVZ)+1.6BEA+1.2BU+1.2CZ
	407	1.2(D+F)+1.0(FPO+FEO+LF-TA+TF-TE+WH+PSL+DYN+BL+R)+1.6(HS+HE)+1.6(0.75WX+0.75WVX+0.75WZ+0.75WVZ)+1.6BEA+1.2BU+1.2(0.75CX+0.75CZ)

	408	1.2(D+F)+1.0(FPO+FEO+LF-TA+TF-TE+WH+PSL+DYN+BL+R)+1.6(HS+HE)+1.6(0.75WX+0.75WVX-0.75WZ-0.75WZ)+1.6BEA+1.2BU+1.2(0.75CX-0.75CZ)
	409	1.2(D+F)+1.0(FPO+FEO+LF+TA+TF+TE+WH+PSL+DYN+BL+R)+1.6(HS+HE)-1.6(WX+WVX)+1.6BEA+1.2BU-1.2CX
	410	1.2(D+F)+1.0(FPO+FEO+LF+TA+TF+TE+WH+PSL+DYN+BL+R)+1.6(HS+HE)-1.6(WZ+WVZ)+1.6BEA+1.2BU-1.2CZ
	411	1.2(D+F)+1.0(FPO+FEO+LF+TA+TF+TE+WH+PSL+DYN+BL+R)+1.6(HS+HE)-1.6(0.75WX+0.75WVX+0.75WZ+0.75WVZ)+1.6BEA+1.2BU-1.2(0.75CX+0.75CZ)
	412	1.2(D+F)+1.0(FPO+FEO+LF+TA+TF+TE+WH+PSL+DYN+BL+R)+1.6(HS+HE)-1.6(0.75WX+0.75WVX-0.75WZ-0.75WZ)+1.6BEA+1.2BU-1.2(0.75CX-0.75CZ)
	413	1.2(D+F)+1.0(FPO+FEO+LF-TA+TF-TE+WH+PSL+DYN+BL+R)+1.6(HS+HE)-1.6(WX+WVX)+1.6BEA+1.2BU-1.2CX
	414	1.2(D+F)+1.0(FPO+FEO+LF-TA+TF-TE+WH+PSL+DYN+BL+R)+1.6(HS+HE)-1.6(WZ+WVZ)+1.6BEA+1.2BU-1.2CZ
Case Condition	Load Comb	Description
Case 4 (Accidental Berthing)	415	1.2(D+F)+1.0(FPO+FEO+LF-TA+TF-TE+WH+PSL+DYN+BL+R)+1.6(HS+HE)-1.6(0.75WX+0.75WVX+0.75WZ+0.75WVZ)+1.6BEA+1.2BU-1.2(0.75CX+0.75CZ)
	416	1.2(D+F)+1.0(FPO+FEO+LF-TA+TF-TE+WH+PSL+DYN+BL+R)+1.6(HS+HE)-1.6(0.75WX+0.75WVX-0.75WZ-0.75WZ)+1.6BEA+1.2BU-1.2(0.75CX-0.75CZ)
Case 5 (Mooring)	501	1.2(D+F)+1.6(FPO+FEO+LF+TA+TF+TE+WH+PSL+DYN+BL+R)+1.6(HS+HE)+1.6(WX+WVX)+1.6MO+1.2BU+1.2CX
	502	1.2(D+F)+1.6(FPO+FEO+LF+TA+TF+TE+WH+PSL+DYN+BL+R)+1.6(HS+HE)+1.6(WZ+WVZ)+1.6MO+1.2BU+1.2CZ
	503	1.2(D+F)+1.6(FPO+FEO+LF+TA+TF+TE+WH+PSL+DYN+BL+R)+1.6(HS+HE)+1.6(0.75WX+0.75WVX+0.75WZ+0.75WVZ)+1.6MO+1.2BU+1.2(0.75CX+0.75CZ)
	504	1.2(D+F)+1.6(FPO+FEO+LF+TA+TF+TE+WH+PSL+DYN+BL+R)+1.6(HS+HE)+1.6(0.75WX+0.75WVX-0.75WZ-0.75WZ)+1.6MO+1.2BU+1.2(0.75CX-0.75CZ)
	505	1.2(D+F)+1.6(FPO+FEO+LF-TA+TF-TE+WH+PSL+DYN+BL+R)+1.6(HS+HE)+1.6(WX+WVX)+1.6MO+1.2BU+1.2CX
	506	1.2(D+F)+1.6(FPO+FEO+LF-TA+TF-TE+WH+PSL+DYN+BL+R)+1.6(HS+HE)+1.6(WZ+WVZ)+1.6MO+1.2BU+1.2CZ
	507	1.2(D+F)+1.6(FPO+FEO+LF-TA+TF-TE+WH+PSL+DYN+BL+R)+1.6(HS+HE)+1.6(0.75WX+0.75WVX+0.75WZ+0.75WVZ)+1.6MO+1.2BU+1.2(0.75CX+0.75CZ)
	508	1.2(D+F)+1.6(FPO+FEO+LF-TA+TF-TE+WH+PSL+DYN+BL+R)+1.6(HS+HE)+1.6(0.75WX+0.75WVX-0.75WZ-0.75WZ)+1.6MO+1.2BU+1.2(0.75CX-0.75CZ)

	509	1.2(D+F)+1.6(FPO+FEO+LF+TA+TF+TE+WH+PSL+DYN+BL+R)+1.6(HS+HE)- 1.6(WX+WVX)+1.6MO+1.2BU-1.2CX
	510	1.2(D+F)+1.6(FPO+FEO+LF+TA+TF+TE+WH+PSL+DYN+BL+R)+1.6(HS+HE)- 1.6(WZ+WVZ)+1.6MO+1.2BU-1.2CZ
	511	1.2(D+F)+1.6(FPO+FEO+LF+TA+TF+TE+WH+PSL+DYN+BL+R)+1.6(HS+HE)- 1.6(0.75WX+0.75WVX+0.75WZ+0.75WVZ)+1.6MO+1.2BU-1.2(0.75CX+0.75CZ)
	512	1.2(D+F)+1.6(FPO+FEO+LF+TA+TF+TE+WH+PSL+DYN+BL+R)+1.6(HS+HE)- 1.6(0.75WX+0.75WVX-0.75WZ-0.75WVZ)+1.6MO+1.2BU-1.2(0.75CX-0.75CZ)
	513	1.2(D+F)+1.6(FPO+FEO+LF-TA+TF-TE+WH+PSL+DYN+BL+R)+1.6(HS+HE)- 1.6(WX+WVX)+1.6MO+1.2BU-1.2CX
	514	1.2(D+F)+1.6(FPO+FEO+LF-TA+TF-TE+WH+PSL+DYN+BL+R)+1.6(HS+HE)- 1.6(WZ+WVZ)+1.6MO+1.2BU-1.2CZ
	515	1.2(D+F)+1.6(FPO+FEO+LF-TA+TF-TE+WH+PSL+DYN+BL+R)+1.6(HS+HE)- 1.6(0.75WX+0.75WVX+0.75WZ+0.75WVZ)+1.6MO+1.2BU-1.2(0.75CX+0.75CZ)
	516	1.2(D+F)+1.6(FPO+FEO+LF-TA+TF-TE+WH+PSL+DYN+BL+R)+1.6(HS+HE)- 1.6(0.75WX+0.75WVX-0.75WZ-0.75WVZ)+1.6MO+1.2BU-1.2(0.75CX-0.75CZ)
Case 6 (Breasting)	601	1.2(D+F)+1.6(FPO+FEO+LF+TA+TF+TE+WH+PSL+DYN+BL+R)+1.6(HS+HE)- 1.6(WZ+WVZ)+1.6BR+1.2BU-1.2CZ
Case Condition	Load Comb	Description
Case 6 (Breasting)	602	1.2(D+F)+1.6(FPO+FEO+LF+TA+TF+TE+WH+PSL+DYN+BL+R)+1.6(HS+HE)- 1.6(0.75WX+0.75WVX+0.75WZ+0.75WVZ)+1.6BR+1.2BU-1.2(0.75CX+0.75CZ)
	603	1.2(D+F)+1.6(FPO+FEO+LF+TA+TF+TE+WH+PSL+DYN+BL+R)+1.6(HS+HE)+1.6(0.7 5WX+0.75WVX-0.75WZ-0.75WVZ)+1.6BR+1.2BU+1.2(0.75CX-0.75CZ)
	604	1.2(D+F)+1.6(FPO+FEO+LF-TA+TF-TE+WH+PSL+DYN+BL+R)+1.6(HS+HE)- 1.6(WZ+WVZ)+1.6BR+1.2BU-1.2CZ
	605	1.2(D+F)+1.6(FPO+FEO+LF-TA+TF-TE+WH+PSL+DYN+BL+R)+1.6(HS+HE)- 1.6(0.75WX+0.75WVX+0.75WZ+0.75WVZ)+1.6BR+1.2BU-1.2(0.75CX+0.75CZ)
	606	1.2(D+F)+1.6(FPO+FEO+LF-TA+TF- TE+WH+PSL+DYN+BL+R)+1.6(HS+HE)+1.6(0.75WX+0.75WVX-0.75WZ- 0.75WVZ)+1.6BR+1.2BU+1.2(0.75CX-0.75CZ)
Case 7 (Hydrotest)	701	1.2(D+F)+1.6(T+FET+LF+WH)+1.6(HS+HE)+1.6(WX+WVX)+1.2BU+1.2CX
	702	1.2(D+F)+1.6(T+FET+LF+WH)+1.6(HS+HE)+1.6(WZ+WVZ)+1.2BU+1.2CZ
	703	1.2(D+F)+1.6(T+FET+LF+WH)+1.6(HS+HE)+1.6(0.75WX+0.75WVX+0.75WZ+0.75WV Z)+1.2BU+1.2(0.75CX+0.75CZ)

	704	$1.2(D+F)+1.6(T+FET+LF+WH)+1.6(HS+HE)+1.6(0.75WX+0.75WVX-0.75WZ-0.75WZ)+1.2BU+1.2(0.75CX-0.75CZ)$
	705	$1.2(D+F)+1.6(T+FET+LF+WH)+1.6(HS+HE)-1.6(WX+WVX)+1.2BU-1.2CX$
	706	$1.2(D+F)+1.6(T+FET+LF+WH)+1.6(HS+HE)-1.6(WZ+WVZ)+1.2BU-1.2CZ$
	707	$1.2(D+F)+1.6(T+FET+LF+WH)+1.6(HS+HE)-1.6(0.75WX+0.75WVX+0.75WZ+0.75WVZ)+1.2BU-1.2(0.75CX+0.75CZ)$
	708	$1.2(D+F)+1.6(T+FET+LF+WH)+1.6(HS+HE)-1.6(0.75WX+0.75WVX-0.75WZ-0.75WZ)+1.2BU-1.2(0.75CX-0.75CZ)$
<i>Case 8 (Maintenance)</i>	801	$1.2(D+F)+1.6(LF+ML)+1.6(HS+HE)+1.6(WX+WVX)+1.2BU+1.2CX$
	802	$1.2(D+F)+1.6(LF+ML)+1.6(HS+HE)+1.6(WZ+WVZ)+1.2BU+1.2CZ$
	803	$1.2(D+F)+1.6(LF+ML)+1.6(HS+HE)+1.6(0.75WX+0.75WVX+0.75WZ+0.75WVZ)+1.2BU+1.2(0.75CX+0.75CZ)$
	804	$1.2(D+F)+1.6(LF+ML)+1.6(HS+HE)+1.6(0.75WX+0.75WVX-0.75WZ-0.75WZ)+1.2BU+1.2(0.75CX-0.75CZ)$
	805	$1.2(D+F)+1.6(LF+ML)+1.6(HS+HE)-1.6(WX+WVX)+1.2BU-1.2CX$
	806	$1.2(D+F)+1.6(LF+ML)+1.6(HS+HE)-1.6(WZ+WVZ)+1.2BU-1.2CZ$
<i>Case Condition</i>	<i>Load Comb</i>	<i>Description</i>
<i>Case 8 (Maintenance)</i>	807	$1.2(D+F)+1.6(LF+ML)+1.6(HS+HE)-1.6(0.75WX+0.75WVX+0.75WZ+0.75WVZ)+1.2BU-1.2(0.75CX+0.75CZ)$
	808	$1.2(D+F)+1.6(LF+ML)+1.6(HS+HE)-1.6(0.75WX+0.75WVX-0.75WZ-0.75WZ)+1.2BU-1.2(0.75CX-0.75CZ)$
<i>Case 9 Seismic</i>	901	$(1 + 0.5PGA) (D + F) + 0.1 (FPO + FEO + LF + R) + 1.0 (HS + HE) + EX$
	902	$(1 - 0.5PGA) (D + F) + 0.1 (FPO + FEO + LF + R) + 1.0 (HS + HE) + EX$
	903	$(1 + 0.5PGA) (D + F) + 0.1 (FPO + FEO + LF + R) + 1.0 (HS + HE) - EX$
	904	$(1 - 0.5PGA) (D + F) + 0.1 (FPO + FEO + LF + R) + 1.0 (HS + HE) - EX$
	905	$(1 + 0.5PGA) (D + F) + 0.1 (FPO + FEO + LF + R) + 1.0 (HS + HE) + EZ$

	906	$(1 - 0.5PGA) (D + F) + 0.1 (FPO + FEO + LF + R) + 1.0 (HS + HE) + EZ$
	907	$(1 + 0.5PGA) (D + F) + 0.1 (FPO + FEO + LF + R) + 1.0 (HS + HE) - EZ$
	908	$(1 - 0.5PGA) (D + F) + 0.1 (FPO + FEO + LF + R) + 1.0 (HS + HE) - EZ$
	909	$(1 + 0.5PGA) (D + F) + 1.0 (HS + HE) + EX$
	910	$(1 - 0.5PGA) (D + F) + 1.0 (HS + HE) + EX$
	911	$(1 + 0.5PGA) (D + F) + 1.0 (HS + HE) - EX$
	912	$(1 - 0.5PGA) (D + F) + 1.0 (HS + HE) - EX$
	913	$(1 + 0.5PGA) (D + F) + 1.0 (HS + HE) + EZ$
	914	$(1 - 0.5PGA) (D + F) + 1.0 (HS + HE) + EZ$
	915	$(1 + 0.5PGA) (D + F) + 1.0 (HS + HE) - EZ$
	916	$(1 - 0.5PGA) (D + F) + 1.0 (HS + HE) - EZ$

4.4.2. Kombinasi Beban Untuk Desain Baja Struktural

Kombinasi pembebanan untuk desain Baja Struktural yang diinput pada struktur Catwalk dengan menggunakan SAP V21 disajikan dalam tabel berikut.

Tabel 4.22. Kombinasi Beban Untuk Desain Baja Struktural

<i>Case Condition</i>	<i>Load Comb</i>	<i>Description</i>
Case 1 (Vacant / Operating)	1101	$1.0(D+F)+1.0(FPO+FEO+LF+TA+TF+TE+WH+PSL+DYN+BL+R)+1.0(HS+HE)+1.0(WX+WVX)+1.0BU+1.0CX$
	1102	$1.0(D+F)+1.0(FPO+FEO+LF+TA+TF+TE+WH+PSL+DYN+BL+R)+1.0(HS+HE)+1.0(WZ+WVZ)+1.0BU+1.0CZ$
	1103	$1.0(D+F)+1.0(FPO+FEO+LF+TA+TF+TE+WH+PSL+DYN+BL+R)+1.0(HS+HE)+1.0(0.75WX+0.75WVX+0.75WZ+0.75WVZ)+1.0BU+1.0(0.75CX+0.75CZ)$

	1104	$1.0(D+F)+1.0(FPO+FEO+LF+TA+TF+TE+WH+PSL+DYN+BL+R)+1.0(HS+HE)+1.0(0.75WX+0.75WVX-0.75WZ-0.75WVZ)+1.0BU+1.0(0.75CX-0.75CZ)$
	1105	$1.0(D+F)+1.0(FPO+FEO+LF-TA+TF-TE+WH+PSL+DYN+BL+R)+1.0(HS+HE)+1.0(WX+WVX)+1.0BU+1.0CX$
	1106	$1.0(D+F)+1.0(FPO+FEO+LF-TA+TF-TE+WH+PSL+DYN+BL+R)+1.0(HS+HE)+1.0(WZ+WVZ)+1.0BU+1.0CZ$
	1107	$1.0(D+F)+1.0(FPO+FEO+LF-TA+TF-TE+WH+PSL+DYN+BL+R)+1.0(HS+HE)+1.0(0.75WX+0.75WVX+0.75WZ+0.75WVZ)+1.0BU+1.0(0.75CX+0.75CZ)$
	1108	$1.0(D+F)+1.0(FPO+FEO+LF-TA+TF-TE+WH+PSL+DYN+BL+R)+1.0(HS+HE)+1.0(0.75WX+0.75WVX-0.75WZ-0.75WVZ)+1.0BU+1.0(0.75CX-0.75CZ)$
	1109	$1.0(D+F)+1.0(FPO+FEO+LF+TA+TF+TE+WH+PSL+DYN+BL+R)+1.0(HS+HE)-1.0(WX+WVX)+1.0BU-1.0CX$
	1110	$1.0(D+F)+1.0(FPO+FEO+LF+TA+TF+TE+WH+PSL+DYN+BL+R)+1.0(HS+HE)-1.0(WZ+WVZ)+1.0BU-1.0CZ$
	1111	$1.0(D+F)+1.0(FPO+FEO+LF+TA+TF+TE+WH+PSL+DYN+BL+R)+1.0(HS+HE)-1.0(0.75WX+0.75WVX+0.75WZ+0.75WVZ)+1.0BU-1.0(0.75CX+0.75CZ)$
	1112	$1.0(D+F)+1.0(FPO+FEO+LF+TA+TF+TE+WH+PSL+DYN+BL+R)+1.0(HS+HE)-1.0(0.75WX+0.75WVX-0.75WZ-0.75WVZ)+1.0BU-1.0(0.75CX-0.75CZ)$
	1113	$1.0(D+F)+1.0(FPO+FEO+LF-TA+TF-TE+WH+PSL+DYN+BL+R)+1.0(HS+HE)-1.0(WX+WVX)+1.0BU-1.0CX$
	1114	$1.0(D+F)+1.0(FPO+FEO+LF-TA+TF-TE+WH+PSL+DYN+BL+R)+1.0(HS+HE)-1.0(WZ+WVZ)+1.0BU-1.0CZ$
	1115	$1.0(D+F)+1.0(FPO+FEO+LF-TA+TF-TE+WH+PSL+DYN+BL+R)+1.0(HS+HE)-1.0(0.75WX+0.75WVX+0.75WZ+0.75WVZ)+1.0BU-1.0(0.75CX+0.75CZ)$
	1116	$1.0(D+F)+1.0(FPO+FEO+LF-TA+TF-TE+WH+PSL+DYN+BL+R)+1.0(HS+HE)-1.0(0.75WX+0.75WVX-0.75WZ-0.75WVZ)+1.0BU-1.0(0.75CX-0.75CZ)$
<i>Case 2 (Berthing)</i>	1201	$1.0(D+F)+0.75(FPO+FEO+LF+TA+TF+TE+WH+PSL+DYN+BL+R)+1.0(HS+HE)+0.75(WX+WVX)+1.0BE+1.0BU+1.0CX$
	1202	$1.0(D+F)+0.75(FPO+FEO+LF+TA+TF+TE+WH+PSL+DYN+BL+R)+1.0(HS+HE)+0.75(WZ+WVZ)+1.0BE+1.0BU+1.0CZ$
Case Condition	Load Comb	Description
<i>Case 2 (Berthing)</i>	1203	$1.0(D+F)+0.75(FPO+FEO+LF+TA+TF+TE+WH+PSL+DYN+BL+R)+1.0(HS+HE)+0.75(0.75WX+0.75WVX+0.75WZ+0.75WVZ)+1.0BE+1.0BU+1.0(0.75CX+0.75CZ)$
	1204	$1.0(D+F)+0.75(FPO+FEO+LF+TA+TF+TE+WH+PSL+DYN+BL+R)+1.0(HS+HE)+0.75(0.75WX+0.75WVX-0.75WZ-0.75WVZ)+1.0BE+1.0BU+1.0(0.75CX-0.75CZ)$

	1205	$1.0(D+F)+0.75(FPO+FEO+LF-TA+TF-TE+WH+PSL+DYN+BL+R)+1.0(HS+HE)+0.75(WX+WVX)+1.0BE+1.0BU+1.0CX$
	1206	$1.0(D+F)+0.75(FPO+FEO+LF-TA+TF-TE+WH+PSL+DYN+BL+R)+1.0(HS+HE)+0.75(WZ+WVZ)+1.0BE+1.0BU+1.0CZ$
	1207	$1.0(D+F)+0.75(FPO+FEO+LF-TA+TF-TE+WH+PSL+DYN+BL+R)+1.0(HS+HE)+0.75(0.75WX+0.75WVX+0.75WZ+0.75WVZ)+1.0BE+1.0BU+1.0(0.75CX+0.75CZ)$
	1208	$1.0(D+F)+0.75(FPO+FEO+LF-TA+TF-TE+WH+PSL+DYN+BL+R)+1.0(HS+HE)+0.75(0.75WX+0.75WVX-0.75WZ-0.75WVZ)+1.0BE+1.0BU+1.0(0.75CX-0.75CZ)$
	1209	$1.0(D+F)+0.75(FPO+FEO+LF+TA+TF+TE+WH+PSL+DYN+BL+R)+1.0(HS+HE)-0.75(WX+WVX)+1.0BE+1.0BU-1.0CX$
	1210	$1.0(D+F)+0.75(FPO+FEO+LF+TA+TF+TE+WH+PSL+DYN+BL+R)+1.0(HS+HE)-0.75(WZ+WVZ)+1.0BE+1.0BU-1.0CZ$
	1211	$1.0(D+F)+0.75(FPO+FEO+LF+TA+TF+TE+WH+PSL+DYN+BL+R)+1.0(HS+HE)-0.75(0.75WX+0.75WVX+0.75WZ+0.75WVZ)+1.0BE+1.0BU-1.0(0.75CX+0.75CZ)$
	1212	$1.0(D+F)+0.75(FPO+FEO+LF+TA+TF+TE+WH+PSL+DYN+BL+R)+1.0(HS+HE)-0.75(0.75WX+0.75WVX-0.75WZ-0.75WVZ)+1.0BE+1.0BU-1.0(0.75CX-0.75CZ)$
	1213	$1.0(D+F)+0.75(FPO+FEO+LF-TA+TF-TE+WH+PSL+DYN+BL+R)+1.0(HS+HE)-0.75(WX+WVX)+1.0BE+1.0BU-1.0CX$
	1214	$1.0(D+F)+0.75(FPO+FEO+LF-TA+TF-TE+WH+PSL+DYN+BL+R)+1.0(HS+HE)-0.75(WZ+WVZ)+1.0BE+1.0BU-1.0CZ$
	1215	$1.0(D+F)+0.75(FPO+FEO+LF-TA+TF-TE+WH+PSL+DYN+BL+R)+1.0(HS+HE)-0.75(0.75WX+0.75WVX+0.75WZ+0.75WVZ)+1.0BE+1.0BU-1.0(0.75CX+0.75CZ)$
	1216	$1.0(D+F)+0.75(FPO+FEO+LF-TA+TF-TE+WH+PSL+DYN+BL+R)+1.0(HS+HE)-0.75(0.75WX+0.75WVX-0.75WZ-0.75WVZ)+1.0BE+1.0BU-1.0(0.75CX-0.75CZ)$
<i>Case 3 (Accidental Berthing)</i>	1301	$1.0(D+F)+0.75(FPO+FEO+LF+TA+TF+TE+WH+PSL+DYN+BL+R)+1.0(HS+HE)+0.75(WX+WVX)+1.0BEA+1.0BU+1.0CX$
	1302	$1.0(D+F)+0.75(FPO+FEO+LF+TA+TF+TE+WH+PSL+DYN+BL+R)+1.0(HS+HE)+0.75(WZ+WVZ)+1.0BEA+1.0BU+1.0CZ$
	1303	$1.0(D+F)+0.75(FPO+FEO+LF+TA+TF+TE+WH+PSL+DYN+BL+R)+1.0(HS+HE)+0.75(0.75WX+0.75WVX+0.75WZ+0.75WVZ)+1.0BEA+1.0BU+1.0(0.75CX+0.75CZ)$
	1304	$1.0(D+F)+0.75(FPO+FEO+LF+TA+TF+TE+WH+PSL+DYN+BL+R)+1.0(HS+HE)+0.75(0.75WX+0.75WVX-0.75WZ-0.75WVZ)+1.0BEA+1.0BU+1.0(0.75CX-0.75CZ)$
	1305	$1.0(D+F)+0.75(FPO+FEO+LF-TA+TF-TE+WH+PSL+DYN+BL+R)+1.0(HS+HE)+0.75(WX+WVX)+1.0BEA+1.0BU+1.0CX$

Case Condition	Load Comb	Description
<i>Case 3 (Accidental Berthing)</i>	1306	1.0(D+F)+0.75(FPO+FEO+LF-TA+TF-TE+WH+PSL+DYN+BL+R)+1.0(HS+HE)+0.75(WZ+WVZ)+1.0BEA+1.0BU+1.0CZ
	1307	1.0(D+F)+0.75(FPO+FEO+LF-TA+TF-TE+WH+PSL+DYN+BL+R)+1.0(HS+HE)+0.75(0.75WX+0.75WVX+0.75WZ+0.75WVZ)+1.0BEA+1.0BU+1.0(0.75CX+0.75CZ)
	1308	1.0(D+F)+0.75(FPO+FEO+LF-TA+TF-TE+WH+PSL+DYN+BL+R)+1.0(HS+HE)+0.75(0.75WX+0.75WVX-0.75WZ-0.75WVZ)+1.0BEA+1.0BU+1.0(0.75CX-0.75CZ)
	1309	1.0(D+F)+0.75(FPO+FEO+LF+TA+TF+TE+WH+PSL+DYN+BL+R)+1.0(HS+HE)-0.75(WX+WVX)+1.0BEA+1.0BU-1.0CX
	1310	1.0(D+F)+0.75(FPO+FEO+LF+TA+TF+TE+WH+PSL+DYN+BL+R)+1.0(HS+HE)-0.75(WZ+WVZ)+1.0BEA+1.0BU-1.0CZ
	1311	1.0(D+F)+0.75(FPO+FEO+LF+TA+TF+TE+WH+PSL+DYN+BL+R)+1.0(HS+HE)-0.75(0.75WX+0.75WVX+0.75WZ+0.75WVZ)+1.0BEA+1.0BU-1.0(0.75CX+0.75CZ)
	1312	1.0(D+F)+0.75(FPO+FEO+LF+TA+TF+TE+WH+PSL+DYN+BL+R)+1.0(HS+HE)-0.75(0.75WX+0.75WVX-0.75WZ-0.75WVZ)+1.0BEA+1.0BU-1.0(0.75CX-0.75CZ)
	1313	1.0(D+F)+0.75(FPO+FEO+LF-TA+TF-TE+WH+PSL+DYN+BL+R)+1.0(HS+HE)-0.75(WX+WVX)+1.0BEA+1.0BU-1.0CX
	1314	1.0(D+F)+0.75(FPO+FEO+LF-TA+TF-TE+WH+PSL+DYN+BL+R)+1.0(HS+HE)-0.75(WZ+WVZ)+1.0BEA+1.0BU-1.0CZ
	1315	1.0(D+F)+0.75(FPO+FEO+LF-TA+TF-TE+WH+PSL+DYN+BL+R)+1.0(HS+HE)-0.75(0.75WX+0.75WVX+0.75WZ+0.75WVZ)+1.0BEA+1.0BU-1.0(0.75CX+0.75CZ)
1316	1.0(D+F)+0.75(FPO+FEO+LF-TA+TF-TE+WH+PSL+DYN+BL+R)+1.0(HS+HE)-0.75(0.75WX+0.75WVX-0.75WZ-0.75WVZ)+1.0BEA+1.0BU-1.0(0.75CX-0.75CZ)	
<i>Case 4 (Mooring)</i>	1401	1.0(D+F)+1.0(FPO+FEO+LF+TA+TF+TE+WH+PSL+DYN+BL+R)+1.0(HS+HE)+1.0(WX+WVX)+1.0MO+1.0BU+1.0CX
	1402	1.0(D+F)+1.0(FPO+FEO+LF+TA+TF+TE+WH+PSL+DYN+BL+R)+1.0(HS+HE)+1.0(WZ+WVZ)+1.0MO+1.0BU+1.0CZ
	1403	1.0(D+F)+1.0(FPO+FEO+LF+TA+TF+TE+WH+PSL+DYN+BL+R)+1.0(HS+HE)+1.0(0.75WX+0.75WVX+0.75WZ+0.75WVZ)+1.0MO+1.0BU+1.0(0.75CX+0.75CZ)
	1404	1.0(D+F)+1.0(FPO+FEO+LF+TA+TF+TE+WH+PSL+DYN+BL+R)+1.0(HS+HE)+1.0(0.75WX+0.75WVX-0.75WZ-0.75WVZ)+1.0MO+1.0BU+1.0(0.75CX-0.75CZ)
	1405	1.0(D+F)+1.0(FPO+FEO+LF-TA+TF-TE+WH+PSL+DYN+BL+R)+1.0(HS+HE)+1.0(WX+WVX)+1.0MO+1.0BU+1.0CX
	1406	1.0(D+F)+1.0(FPO+FEO+LF-TA+TF-TE+WH+PSL+DYN+BL+R)+1.0(HS+HE)+1.0(WZ+WVZ)+1.0MO+1.0BU+1.0CZ

	1407	1.0(D+F)+1.0(FPO+FEO+LF-TA+TF-TE+WH+PSL+DYN+BL+R)+1.0(HS+HE)+1.0(0.75WX+0.75WVX+0.75WZ+0.75WVZ)+1.0MO+1.0BU+1.0(0.75CX+0.75CZ)
	1408	1.0(D+F)+1.0(FPO+FEO+LF-TA+TF-TE+WH+PSL+DYN+BL+R)+1.0(HS+HE)+1.0(0.75WX+0.75WVX-0.75WZ-0.75WVZ)+1.0MO+1.0BU+1.0(0.75CX-0.75CZ)
Case Condition	Load Comb	Description
Case 4 (Mooring)	1409	1.0(D+F)+1.0(FPO+FEO+LF+TA+TF+TE+WH+PSL+DYN+BL+R)+1.0(HS+HE)-1.0(WX+WVX)+1.0MO+1.0BU-1.0CX
	1410	1.0(D+F)+1.0(FPO+FEO+LF+TA+TF+TE+WH+PSL+DYN+BL+R)+1.0(HS+HE)-1.0(WZ+WVZ)+1.0MO+1.0BU-1.0CZ
	1411	1.0(D+F)+1.0(FPO+FEO+LF+TA+TF+TE+WH+PSL+DYN+BL+R)+1.0(HS+HE)-1.0(0.75WX+0.75WVX+0.75WZ+0.75WVZ)+1.0MO+1.0BU-1.0(0.75CX+0.75CZ)
	1412	1.0(D+F)+1.0(FPO+FEO+LF+TA+TF+TE+WH+PSL+DYN+BL+R)+1.0(HS+HE)-1.0(0.75WX+0.75WVX-0.75WZ-0.75WVZ)+1.0MO+1.0BU-1.0(0.75CX-0.75CZ)
	1413	1.0(D+F)+1.0(FPO+FEO+LF-TA+TF-TE+WH+PSL+DYN+BL+R)+1.0(HS+HE)-1.0(WX+WVX)+1.0MO+1.0BU-1.0CX
	1414	1.0(D+F)+1.0(FPO+FEO+LF-TA+TF-TE+WH+PSL+DYN+BL+R)+1.0(HS+HE)-1.0(WZ+WVZ)+1.0MO+1.0BU-1.0CZ
	1415	1.0(D+F)+1.0(FPO+FEO+LF-TA+TF-TE+WH+PSL+DYN+BL+R)+1.0(HS+HE)-1.0(0.75WX+0.75WVX+0.75WZ+0.75WVZ)+1.0MO+1.0BU-1.0(0.75CX+0.75CZ)
	1416	1.0(D+F)+1.0(FPO+FEO+LF-TA+TF-TE+WH+PSL+DYN+BL+R)+1.0(HS+HE)-1.0(0.75WX+0.75WVX-0.75WZ-0.75WVZ)+1.0MO+1.0BU-1.0(0.75CX-0.75CZ)
Case 5 (Breasting)	1501	1.0(D+F)+1.0(FPO+FEO+LF+TA+TF+TE+WH+PSL+DYN+BL+R)+1.0(HS+HE)-1.0(WZ+WVZ)+1.0BR+1.0BU-1.0CZ
	1502	1.0(D+F)+1.0(FPO+FEO+LF+TA+TF+TE+WH+PSL+DYN+BL+R)+1.0(HS+HE)-1.0(0.75WX+0.75WVX+0.75WZ+0.75WVZ)+1.0BR+1.0BU-1.0(0.75CX+0.75CZ)
	1503	1.0(D+F)+1.0(FPO+FEO+LF+TA+TF+TE+WH+PSL+DYN+BL+R)+1.0(HS+HE)+1.0(0.75WX+0.75WVX-0.75WZ-0.75WVZ)+1.0BR+1.0BU+1.0(0.75CX-0.75CZ)
	1504	1.0(D+F)+1.0(FPO+FEO+LF-TA+TF-TE+WH+PSL+DYN+BL+R)+1.0(HS+HE)-1.0(WZ+WVZ)+1.0BR+1.0BU-1.0CZ
	1505	1.0(D+F)+1.0(FPO+FEO+LF-TA+TF-TE+WH+PSL+DYN+BL+R)+1.0(HS+HE)-1.0(0.75WX+0.75WVX+0.75WZ+0.75WVZ)+1.0BR+1.0BU-1.0(0.75CX+0.75CZ)
	1506	1.0(D+F)+1.0(FPO+FEO+LF-TA+TF-TE+WH+PSL+DYN+BL+R)+1.0(HS+HE)+1.0(0.75WX+0.75WVX-0.75WZ-0.75WVZ)+1.0BR+1.0BU+1.0(0.75CX-0.75CZ)
Case 6 (Hydrotest)	1601	1.0(D+F)+1.0(T+FET+LF+WH)+1.0(HS+HE)+1.0(WX+WVX)+1.0BU+1.0CX

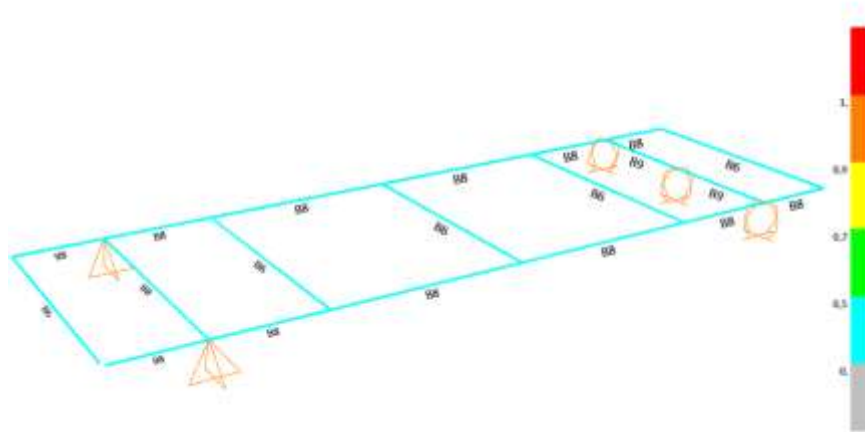
	1602	1.0(D+F)+1.0(T+FET+LF+WH)+1.0(HS+HE)+1.0(WZ+WVZ)+1.0BU+1.0CZ
	1603	1.0(D+F)+1.0(T+FET+LF+WH)+1.0(HS+HE)+1.0(0.75WX+0.75WVX+0.75WZ+0.75WVZ)+1.0BU+1.0(0.75CX+0.75CZ)
	1604	1.0(D+F)+1.0(T+FET+LF+WH)+1.0(HS+HE)+1.0(0.75WX+0.75WVX-0.75WZ-0.75WVZ)+1.0BU+1.0(0.75CX-0.75CZ)
	1605	1.0(D+F)+1.0(T+FET+LF+WH)+1.0(HS+HE)-1.0(WX+WVX)+1.0BU-1.0CX
Case Condition	Load Comb	Description
Case 6 (Hydrotest)	1606	1.0(D+F)+1.0(T+FET+LF+WH)+1.0(HS+HE)-1.0(WZ+WVZ)+1.0BU-1.0CZ
	1607	1.0(D+F)+1.0(T+FET+LF+WH)+1.0(HS+HE)-1.0(0.75WX+0.75WVX+0.75WZ+0.75WVZ)+1.0BU-1.0(0.75CX+0.75CZ)
	1608	1.0(D+F)+1.0(T+FET+LF+WH)+1.0(HS+HE)-1.0(0.75WX+0.75WVX-0.75WZ-0.75WVZ)+1.0BU-1.0(0.75CX-0.75CZ)
Case 7 (Maintenance)	1701	1.0(D+F)+1.0(LF+ML)+1.0(HS+HE)+1.0(WX+WVX)+1.0BU+1.0CX
	1702	1.0(D+F)+1.0(LF+ML)+1.0(HS+HE)+1.0(WZ+WVZ)+1.0BU+1.0CZ
	1703	1.0(D+F)+1.0(LF+ML)+1.0(HS+HE)+1.0(0.75WX+0.75WVX+0.75WZ+0.75WVZ)+1.0BU+1.0(0.75CX+0.75CZ)
	1704	1.0(D+F)+1.0(LF+ML)+1.0(HS+HE)+1.0(0.75WX+0.75WVX-0.75WZ-0.75WVZ)+1.0BU+1.0(0.75CX-0.75CZ)
	1705	1.0(D+F)+1.0(LF+ML)+1.0(HS+HE)-1.0(WX+WVX)+1.0BU-1.0CX
	1706	1.0(D+F)+1.0(LF+ML)+1.0(HS+HE)-1.0(WZ+WVZ)+1.0BU-1.0CZ
	1707	1.0(D+F)+1.0(LF+ML)+1.0(HS+HE)-1.0(0.75WX+0.75WVX+0.75WZ+0.75WVZ)+1.0BU-1.0(0.75CX+0.75CZ)
	1708	1.0(D+F)+1.0(LF+ML)+1.0(HS+HE)-1.0(0.75WX+0.75WVX-0.75WZ-0.75WVZ)+1.0BU-1.0(0.75CX-0.75CZ)
Case 8 Seismic	1801	(1+0.5PGA)(D+F)+0.1(FPO+FEO+LF+R)+1.0(HS+HE)+EX
	1802	(1-0.5PGA)(D+F)+0.1(FPO+FEO+LF+R)+1.0(HS+HE)+EX
	1803	(1+0.5PGA)(D+F)+0.1(FPO+FEO+LF+R)+1.0(HS+HE)-EX

	1804	$(1-0.5\text{PGA})(D+F)+0.1(\text{FPO}+\text{FEO}+\text{LF}+\text{R})+1.0(\text{HS}+\text{HE})-\text{EX}$
	1805	$(1+0.5\text{PGA})(D+F)+0.1(\text{FPO}+\text{FEO}+\text{LF}+\text{R})+1.0(\text{HS}+\text{HE})+\text{EZ}$
	1806	$(1-0.5\text{PGA})(D+F)+0.1(\text{FPO}+\text{FEO}+\text{LF}+\text{R})+1.0(\text{HS}+\text{HE})+\text{EZ}$
	1807	$(1+0.5\text{PGA})(D+F)+0.1(\text{FPO}+\text{FEO}+\text{LF}+\text{R})+1.0(\text{HS}+\text{HE})-\text{EZ}$
	1808	$(1-0.5\text{PGA})(D+F)+0.1(\text{FPO}+\text{FEO}+\text{LF}+\text{R})+1.0(\text{HS}+\text{HE})-\text{EZ}$
Case Condition	Load Comb	Description
Case 8 Seismic	1809	$(1+0.5\text{PGA})(D+F)+1.0(\text{HS}+\text{HE})+\text{EX}$
	1810	$(1-0.5\text{PGA})(D+F)+1.0(\text{HS}+\text{HE})+\text{EX}$
	1811	$(1+0.5\text{PGA})(D+F)+1.0(\text{HS}+\text{HE})-\text{EX}$
	1812	$(1-0.5\text{PGA})(D+F)+1.0(\text{HS}+\text{HE})-\text{EX}$
	1813	$(1+0.5\text{PGA})(D+F)+1.0(\text{HS}+\text{HE})+\text{EZ}$
	1814	$(1-0.5\text{PGA})(D+F)+1.0(\text{HS}+\text{HE})+\text{EZ}$
	1815	$(1+0.5\text{PGA})(D+F)+1.0(\text{HS}+\text{HE})-\text{EZ}$
	1816	$(1-0.5\text{PGA})(D+F)+1.0(\text{HS}+\text{HE})-\text{EZ}$

4.5. Hasil Pengecekan *Steel Stress Ratio*

Dari Penjelasan di atas berikut disajikan hasil *capacity ratio*, berdasarkan hasil analisis dengan SAP 2000 didapatkan nilai *capacity ratio* terbesar yaitu 0.00098 untuk CT10 yang terdapat pada batang B8 dan yang terkecil, 0.12 untuk CT11 yang terdapat pada batang B6 dan yang terkecil, 0.315 untuk CT12 yang terdapat pada batang B7 dan yang terkecil, 0.307 untuk CT13 yang terdapat pada batang B2 dan yang terkecil, 0.882 untuk CT14 yang terdapat pada batang B5 dan

yang terkecil. Sedangkan *capacity ratio* terbesar 0.361 untuk CTS 7 dan 8 yaitu yang terdapat pada batang R4 dan yang terkecil. Untuk lebih jelasnya berikut disajikan gambar hasil analisis *capacity ratio*.



Gambar 4.67 Nilai *Steel Stress Ratio* Terbesar Catwalk 10

(Sumber : SAP 2000 V21)

Steel Stress Check Information (AISC-ASD89)

Frame ID: 5 Analysis Section: BS
 Design Code: AISC-ASD89 Design Section: BS

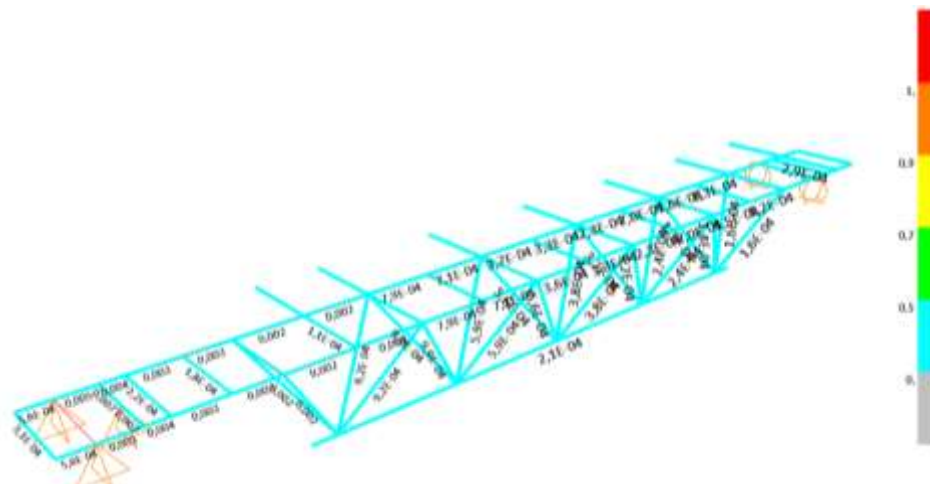
COMBO ID	STATION LOC	MOMENT INTERACTION CHECK	MAX-SHR RATIO	MIN-SHR RATIO
serv. sm	0,5	0, (C) = 0, + 0, + 0,	0,0	0,0
serv. sm	0,5	0, (C) = 0, + 0, + 0,	0,0	0,0
serv. sm	0,5	0, (C) = 0, + 0, + 0,	0,0	0,0
serv. sm	0,5	0, (C) = 0, + 0, + 0,	0,0	0,0
serv. sm	0,5	0, (C) = 0, + 0, + 0,	0,0	0,0
serv. sm	0,5	0, (C) = 0, + 0, + 0,	0,0	0,0

Modify/Show Overwrites: Overwrites Display Details for Selected Item: Details Display Complete Details: Tabular Data

Strength Deflection OK Cancel Stylesheet Default: Table Format File

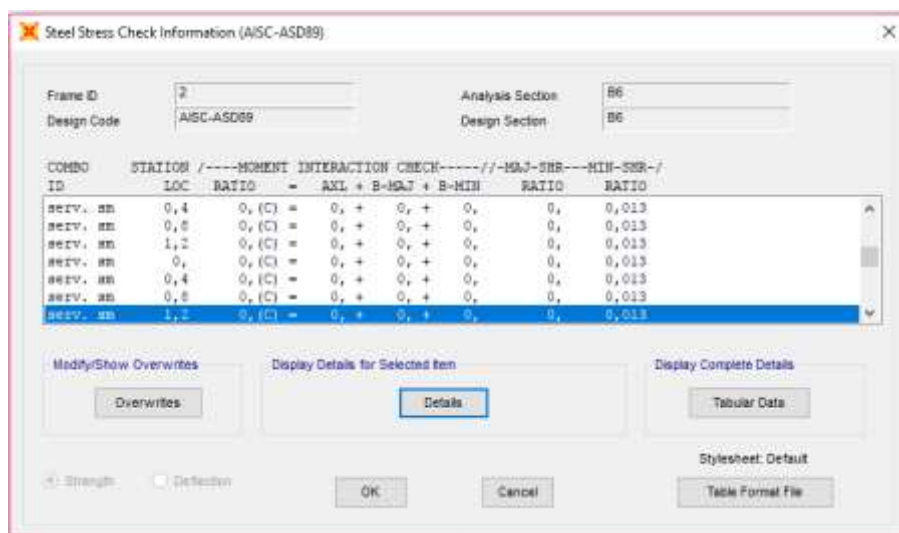
Gambar 4.68 Output *Steel Stress Ratio* Catwalk 10 oleh SAP 2000

(Sumber : SAP 2000 V21)



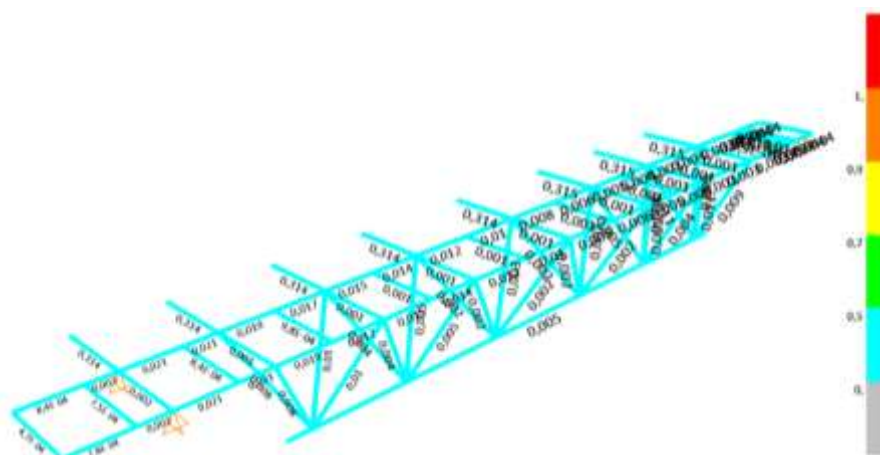
Gambar 4.69 Nilai *Steel Stress Ratio* Terbesar *Catwalk 11*

(Sumber : SAP 2000 V21)



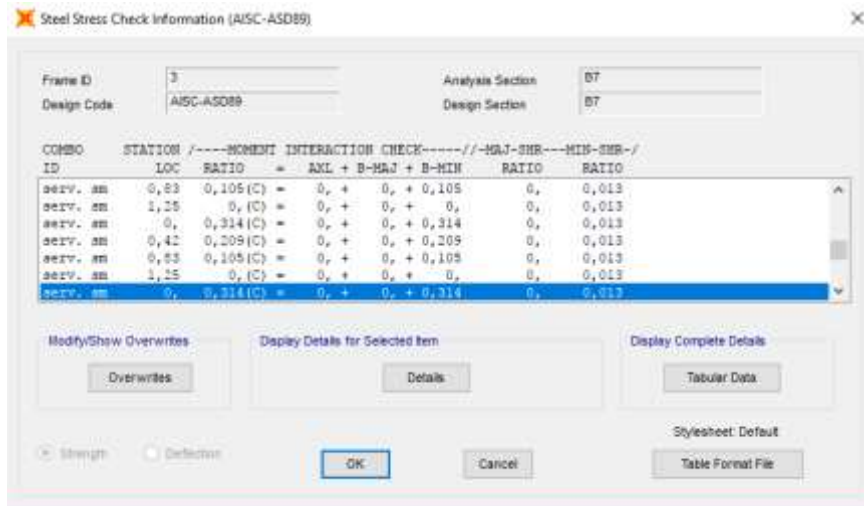
Gambar 4.70 Output *Steel Stress Ratio* *Catwalk 11* oleh SAP 2000

(Sumber : SAP 2000 V21)

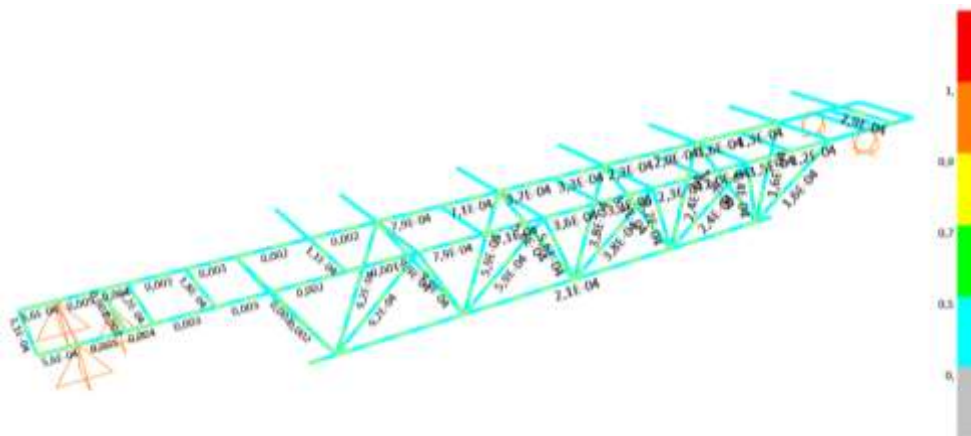


Gambar 4.71 Nilai *Steel Stress Ratio* Terbesar *Catwalk 12*

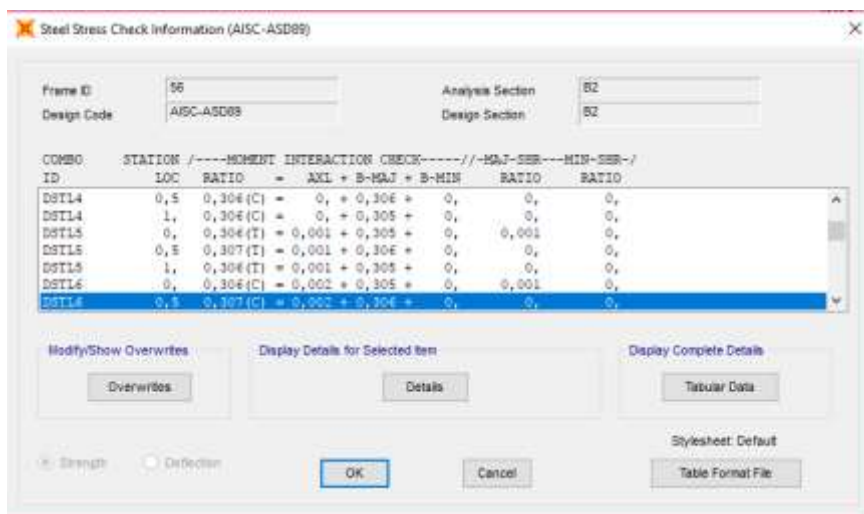
(Sumber : SAP 2000 V21)



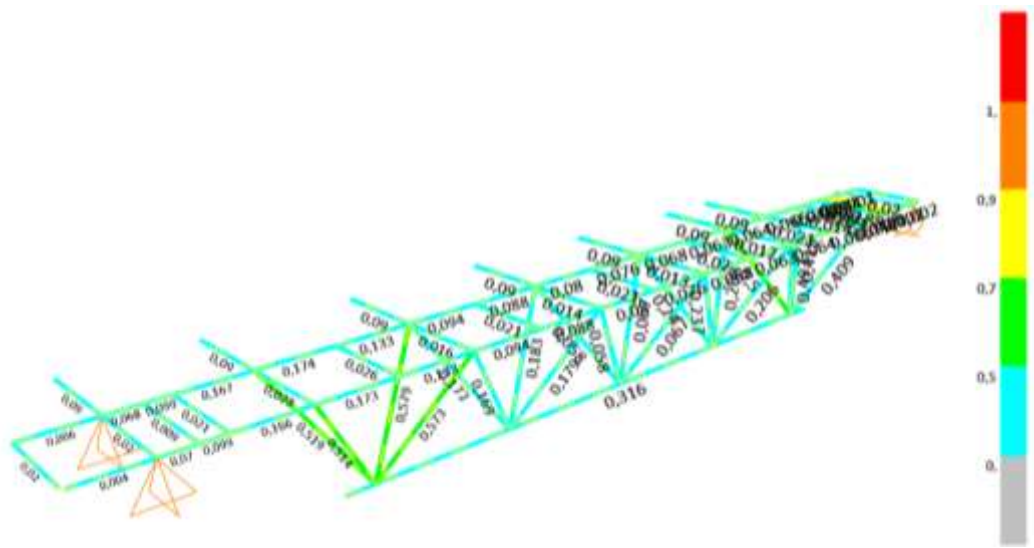
Gambar 4.72 Output Steel Stress Ratio Catwalk 12 oleh SAP 2000
(Sumber : SAP 2000 V21)



Gambar 4.73 Nilai Steel Stress Ratio Terbesar Catwalk 13
(Sumber : SAP 2000 V21)

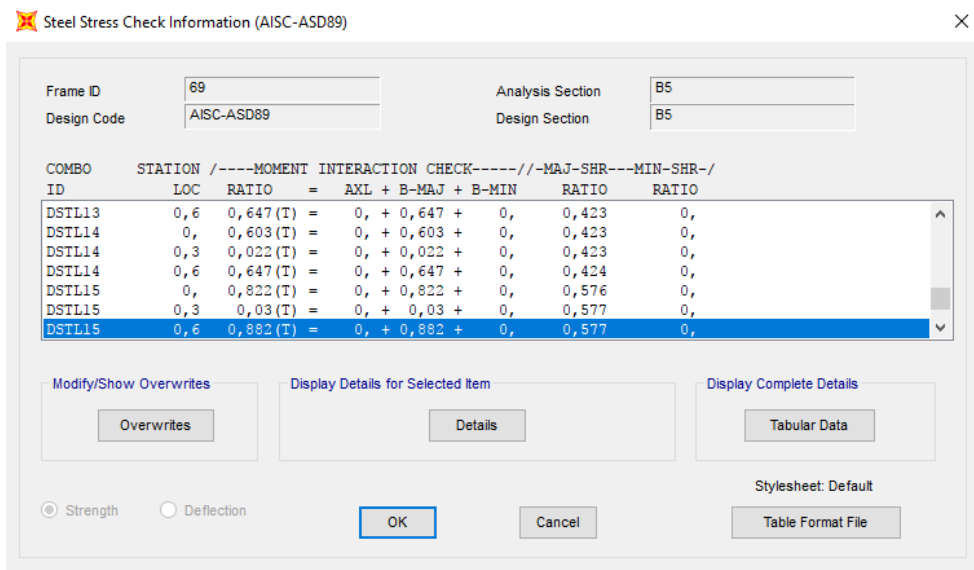


Gambar 4.74 Output Steel Stress Ratio Catwalk 13 oleh SAP 2000
(Sumber : SAP 2000 V21)



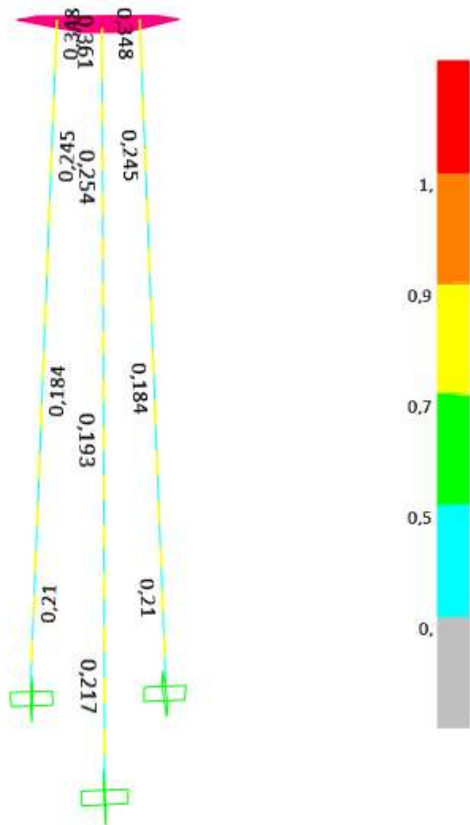
Gambar 4.75 Nilai *Steel Stress Ratio* Terbesar *Catwalk 14*

(Sumber : SAP 2000 V21)

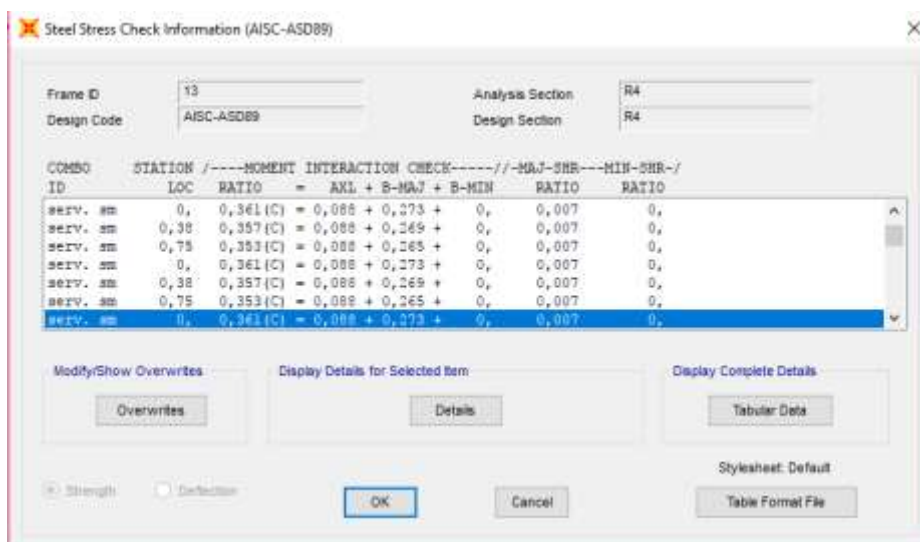


Gambar 4.76 *Output Steel Stress Ratio* oleh SAP 2000

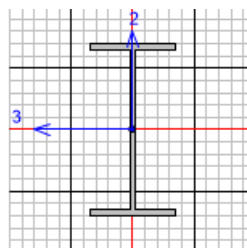
(Sumber : SAP 2000 V21)



Gambar 4.77 Nilai *Steel Stress Ratio* Terbesar *Catwalk Support 7, 8*
(Sumber : SAP 2000 V21)



Gambar 4.78 Output *Steel Stress Ratio* *Catwalk Support 7, 8* oleh SAP 2000
(Sumber : SAP 2000 V21)



U

AISC-ASD89 STEEL SECTION CHECK

Combo : serv. sm 1808
Units : KN, m, C

Frame : 6 Design Sect: B8
X Mid : 0,65 Design Type: Beam
Y Mid : 1,2 Frame Type : Moment Resisting Frame
Z Mid : 0, Sect Class : Compact
Length : 0,5 Major Axis : 0, degrees counterclockwise from local 3
Loc : 0, RLLF : 1,

Area : 0,003 SMajor : 1,761E-04 rMajor : 0,082 AVMajor: 0,001
IMajor : 1,761E-05 SMinor : 2,672E-05 rMinor : 0,023 AVMinor: 0,001
IMinor : 1,336E-06 ZMajor : 2,002E-04 E : 199947978,8
Ixy : 0, ZMinor : 4,139E-05 Fy : 250000,

STRESS CHECK FORCES & MOMENTS

Location	P	M33	M22	V2	V3	T
0,	-0,336	5,526E-04	3,092E-04	-0,002	4,524E-04	0,

PMM DEMAND/CAPACITY RATIO

Governing Equation	Total Ratio	P Ratio	MMajor Ratio	MMinor Ratio	Ratio Limit	Status Check
(H1-3)	0,	= 0,	+ 0,	+ 0,	0,95	OK

AXIAL FORCE DESIGN

	P Force	fa Stress	Fa Allowable	Ft Allowable	Lateral Factor
Axial	-0,336	128,759	142109,551	200000,	1,

MOMENT DESIGN

	M Moment	fb Stress	Fb Allowable	Fe Allowable	Cm Factor	K Factor	L Factor	Cb Factor
Major Moment	5,526E-04	3,138	200000,	27765125,69	0,85	1,	1,	1,395
Minor Moment	3,092E-04	11,574	200000,	2106327,395	0,85	1,	1,	

SHEAR DESIGN

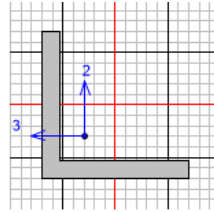
	V Force	fv Stress	Fv Allowable	Stress Ratio	Status Check	T Torsion
Major Shear	0,002	1,641	100000,	1,641E-05	OK	0,
Minor Shear	4,525E-04	0,339	100000,	3,393E-06	OK	0,

Gambar 4.79 Steel Section Check Catwalk 10

(Sumber : SAP 2000 V21)

Tabel 4.23. Rangkuman Nilai Steel Stress Ratio Tiang Pancang *Catwalk* 10

Desain Section	Desain Tipe	Lokasi	Ratio	Ratio Tipe	Warna	Keterangan
B6	BEAM	BV6A	0.000	PMM	BIRU	OK
B6	BEAM	BV6B	0.000	PMM	BIRU	OK
B6	BEAM	BV6C	0.000	PMM	BIRU	OK
B6	BEAM	BV6D	0.000	PMM	BIRU	OK
B6	BEAM	BV6E	0.000	PMM	BIRU	OK
B8	BEAM	BV8A	0.000	PMM	BIRU	OK
B8	BEAM	BH8B	0.000	PMM	BIRU	OK
B8	BEAM	BH8C	0.000	PMM	BIRU	OK
B8	BEAM	BH8D	0.000	PMM	BIRU	OK
B8	BEAM	BH8E	0.000	PMM	BIRU	OK
B8	BEAM	BH8F	0.000	PMM	BIRU	OK
B8	BEAM	BH8G	0.000	PMM	BIRU	OK
B8	BEAM	BH8H	0.000	PMM	BIRU	OK
B8	BEAM	BH8I	0.000	PMM	BIRU	OK
B8	BEAM	BH8J	0.000	PMM	BIRU	OK
B8	BEAM	BH8K	0.000	PMM	BIRU	OK
B8	BEAM	BH8L	0.000	PMM	BIRU	OK
B9	BEAM	BV9A	0.000	PMM	BIRU	OK



AISC-ASD89 STEEL SECTION CHECK
 Combo : serv. sm 1808
 Units : KN, m, C

Frame : 2 Design Sect: B6
 X Mid : 0,3 Design Type: Beam
 Y Mid : 0,6 Frame Type : Moment Resisting Frame
 Z Mid : -1,5 Sect Class : Non-Compact
 Length : 1,2 Major Axis : 0, degrees counterclockwise from local 3
 Loc : 1,2 RLLF : 1,

Area : 1269, SMajor : 12550,207 rMajor : 22,883 AVMajor: 675,
 IMajor : 664493,41 SMinor : 12550,207 rMinor : 22,883 AVMinor: 675,
 IMinor : 664493,41 ZMajor : 22617,63 rMax : 28,84 E : 199947978,8
 Ixy : -390997,34 ZMinor : 22617,63 rMin : 14,681 Fy : 250000,
 Theta : 45,

STRESS CHECK FORCES & MOMENTS

Location	P	M33	M22	V2	V3	T
1,2	-0,009	-17862,138	523404,167	29782,101	-872313,231	-25,079

PMI DEMAND/CAPACITY RATIO

Governing Equation (H1-3)	Total Ratio	P Ratio	MMajor Ratio	MMinor Ratio	Ratio Limit	Status Check
(H1-3)	0.	0.	0.	0.	0.95	OK

AXIAL FORCE DESIGN

	P Force	fa Stress	Fa Allowable	Ft Allowable	Lateral Factor
Axial	-0,009	7,029E-06	132774,857	200000,	1,

MOMENT DESIGN

	M Moment	Fb Stress	Fb Allowable	Fe Allowable	Cm Factor	K Factor	L Factor	Cb Factor
Major Moment	357472,197	17,961	200000,	3,744E+11	1,	1,	1,	1,
Minor Moment	382733,074	43,645	200000,	1,541E+11	1,	1,	1,	1,

SHEAR DESIGN

	V Force	fv Stress	Fv Allowable	Stress Ratio	Status Check	T Torsion
Major Shear	29782,101	44,122	100000,	0,	OK	0,
Minor Shear	872313,232	1292,316	100000,	0,013	OK	0,

Gambar 4.80 Steel Section Check Catwalk 11

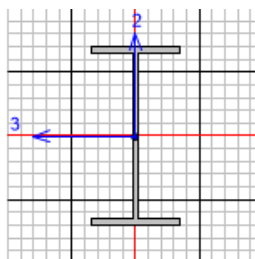
(Sumber : SAP 2000 V21)

Tabel 4.24. Rangkuman Nilai Steel Stress Ratio Tiang Pancang *Catwalk* 11

Desain Section	Desain Tipe	Lokasi	Ratio	Ratio Tipe	Warna	Keterangan
B1	BEAM	BH1A	0.000	PMM	BIRU	OK
B1	BEAM	BH1B	0.005	PMM	BIRU	OK
B1	BEAM	BH1C	0.004	PMM	BIRU	OK
B1	BEAM	BH1D	0.003	PMM	BIRU	OK
B1	BEAM	BH1E	0.003	PMM	BIRU	OK
B1	BEAM	BH1F	0.002	PMM	BIRU	OK
B1	BEAM	BH1G	0.002	PMM	BIRU	OK
B1	BEAM	BH1H	0.000	PMM	BIRU	OK
B1	BEAM	BH1I	0.000	PMM	BIRU	OK
B1	BEAM	BH1J	0.000	PMM	BIRU	OK
B1	BEAM	BH1K	0.000	PMM	BIRU	OK
B1	BEAM	BH1L	0.000	PMM	BIRU	OK
B1	BEAM	BH1M	0.000	PMM	BIRU	OK
B1	BEAM	BH1N	0.000	PMM	BIRU	OK
B1	BEAM	BH1O	0.000	PMM	BIRU	OK
B1	BEAM	BH1P	0.000	PMM	BIRU	OK
B1	BEAM	BH1Q	0.000	PMM	BIRU	OK
B1	BEAM	BH1R	0.000	PMM	BIRU	OK
B1	BEAM	BH1S	0.000	PMM	BIRU	OK
B1	BEAM	BH1T	0.000	PMM	BIRU	OK
B1	BEAM	BH1U	0.005	PMM	BIRU	OK
B1	BEAM	BH1V	0.004	PMM	BIRU	OK
B1	BEAM	BH1W	0.003	PMM	BIRU	OK
B1	BEAM	BH1X	0.003	PMM	BIRU	OK
B1	BEAM	BH1Y	0.002	PMM	BIRU	OK
B1	BEAM	BH1Z	0.001	PMM	BIRU	OK
B1	BEAM	BH1A	0.000	PMM	BIRU	OK
B1	BEAM	BH1B	0.000	PMM	BIRU	OK
B1	BEAM	BH1C	0.000	PMM	BIRU	OK
B1	BEAM	BH1D	0.000	PMM	BIRU	OK
B1	BEAM	BH1E	0.000	PMM	BIRU	OK
B1	BEAM	BH1F	0.000	PMM	BIRU	OK
B1	BEAM	BH1G	0.000	PMM	BIRU	OK
B1	BEAM	BH1H	0.000	PMM	BIRU	OK

B1	BEAM	BH1I	0.000	PMM	BIRU	OK
B1	BEAM	BH1J	0.000	PMM	BIRU	OK
B1	BEAM	BH1K	0.000	PMM	BIRU	OK
B3	BEAM	BH3A	0.000	PMM	BIRU	OK
B4	BEAM	BV4A	0.000	PMM	BIRU	OK
B4	BEAM	BV4B	0.005	PMM	BIRU	OK
B4	BEAM	BV4C	0.002	PMM	BIRU	OK
B4	BEAM	BV4D	0.001	PMM	BIRU	OK
B4	BEAM	BV4E	0.000	PMM	BIRU	OK
B4	BEAM	BV4F	0.000	PMM	BIRU	OK
B4	BEAM	BV4G	0.000	PMM	BIRU	OK
B4	BEAM	BV4H	0.000	PMM	BIRU	OK
B5	BEAM	BV5A	0.010	PMM	BIRU	OK
B6	BEAM	BV6A	0.012	PMM	BIRU	OK
B6	BEAM	BV6B	0.009	PMM	BIRU	OK
B6	BEAM	BV6C	0.007	PMM	BIRU	OK
B6	BEAM	BV6D	0.003	PMM	BIRU	OK
B6	BEAM	BV6E	0.001	PMM	BIRU	OK
B6	BEAM	BV6F	0.000	PMM	BIRU	OK
B6	BEAM	BV6G	0.000	PMM	BIRU	OK
B6	BEAM	BV6H	0.000	PMM	BIRU	OK
B6	BEAM	BV6I	0.000	PMM	BIRU	OK
B6	BEAM	BV6J	0.000	PMM	BIRU	OK
B7	BEAM	BV7A	0.000	PMM	BIRU	OK
B7	BEAM	BV7B	0.000	PMM	BIRU	OK
B7	BEAM	BV7C	0.000	PMM	BIRU	OK
B7	BEAM	BV7D	0.000	PMM	BIRU	OK
B7	BEAM	BV7E	0.000	PMM	BIRU	OK
B7	BEAM	BV7F	0.000	PMM	BIRU	OK
B7	BEAM	BV7G	0.000	PMM	BIRU	OK
BR1	BRACE	BRM1A	0.002	PMM	BIRU	OK
BR1	BRACE	BRM1B	0.002	PMM	BIRU	OK
BR1	BRACE	BRM1C	0.000	PMM	BIRU	OK
BR1	BRACE	BRM1D	0.000	PMM	BIRU	OK
BR1	BRACE	BRM1E	0.000	PMM	BIRU	OK
BR1	BRACE	BRM1F	0.000	PMM	BIRU	OK
BR1	BRACE	BRM1G	0.000	PMM	BIRU	OK

BR1	BRACE	BRM1H	0.000	PMM	BIRU	OK
BR1	BRACE	BRM1I	0.000	PMM	BIRU	OK
BR1	BRACE	BRM1J	0.000	PMM	BIRU	OK
BR1	BRACE	BRM1K	0.000	PMM	BIRU	OK
BR1	BRACE	BRM1L	0.000	PMM	BIRU	OK
BR1	BRACE	BRM1M	0.000	PMM	BIRU	OK
BR1	BRACE	BRM1N	0.000	PMM	BIRU	OK
BR1	BRACE	BRM1O	0.000	PMM	BIRU	OK
BR1	BRACE	BRM1P	0.000	PMM	BIRU	OK
BR1	BRACE	BRM1Q	0.000	PMM	BIRU	OK
BR1	BRACE	BRM1R	0.000	PMM	BIRU	OK
BR1	BRACE	BRM1S	0.000	PMM	BIRU	OK
BR1	BRACE	BRM1T	0.000	PMM	BIRU	OK



AISC-ASD89 STEEL SECTION CHECK

Combo : serv. sm 1812
 Units : KN, m, C

Frame : 115 Design Sect: B7
 X Mid : 9,643 Design Type: Beam
 Y Mid : 1,825 Frame Type : Moment Resisting Frame
 Z Mid : 0, Sect Class : Compact
 Length : 1,25 Major Axis : 0, degrees counterclockwise from local 3
 Loc : 0, RLLF : 1,

Area : 0,004 SMajor : 3,114E-04 rMajor : 0,103 AVMajor: 0,002
 IMajor : 3,893E-05 SMinor : 4,694E-05 rMinor : 0,028 AVMinor: 0,002
 IMinor : 2,934E-06 ZMajor : 3,519E-04 E : 199947978,8
 Ixy : 0, ZMinor : 7,240E-05 Fy : 250000,

STRESS CHECK FORCES & MOMENTS

Location	P	M33	M22	V2	V3	T
0,	-0,061	-0,025	-2,951	-0,02	-2,361	0,

PMM DEMAND/CAPACITY RATIO

Governing Equation	Total Ratio	P Ratio	MMajor Ratio	MMinor Ratio	Ratio Limit	Status Check
(H1-3)	0,315	= 0,	+ 0,	+ 0,314	0,95	OK

AXIAL FORCE DESIGN

	P Force	fa Stress	Fa Allowable	Ft Allowable	Lateral Factor
Axial	-0,061	16,872	130885,76	200000,	1,

MOMENT DESIGN

	M Moment	fb Stress	Fb Allowable	Fe Allowable	Cm Factor	K Factor	L Factor	Cb Factor
Major Moment	-0,025	79,704	200000,	7043478,288	0,85	1,	1,	1,75
Minor Moment	-2,951	62867,71	200000,	530823,462	0,85	1,	1,	

SHEAR DESIGN

	V Force	fv Stress	Fv Allowable	Stress Ratio	Status Check	T Torsion
Major Shear	0,02	13,239	100000,	0,	OK	0,
Minor Shear	2,361	1259,146	100000,	0,013	OK	0,

Gambar 4.81 Steel Section Check Catwalk 12

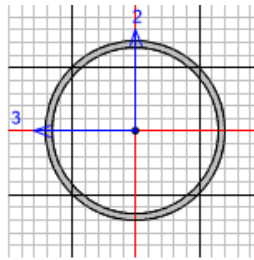
(Sumber : SAP 2000 V21)

Tabel 4.25. Rangkuman Nilai Steel Stress Ratio Tiang Pancang *Catwalk* 12

Desain Section	Desain Tipe	Lokasi	Ratio	Ratio Tipe	Warna	Keterangan
B2	BEAM	BH2A	0.000	PMM	BIRU	OK
B2	BEAM	BH2B	0.003	PMM	BIRU	OK
B2	BEAM	BH2C	0.021	PMM	BIRU	OK
B2	BEAM	BH2D	0.021	PMM	BIRU	OK
B2	BEAM	BH2E	0.019	PMM	BIRU	OK
B2	BEAM	BH2F	0.017	PMM	BIRU	OK
B2	BEAM	BH2G	0.015	PMM	BIRU	OK
B2	BEAM	BH2H	0.014	PMM	BIRU	OK
B2	BEAM	BH2I	0.012	PMM	BIRU	OK
B2	BEAM	BH2J	0.010	PMM	BIRU	OK
B2	BEAM	BH2K	0.008	PMM	BIRU	OK
B2	BEAM	BH2L	0.006	PMM	BIRU	OK
B2	BEAM	BH2M	0.005	PMM	BIRU	OK
B2	BEAM	BH2N	0.004	PMM	BIRU	OK
B2	BEAM	BH2O	0.004	PMM	BIRU	OK
B2	BEAM	BH2P	0.004	PMM	BIRU	OK
B2	BEAM	BH2Q	0.003	PMM	BIRU	OK
B2	BEAM	BH2R	0.003	PMM	BIRU	OK
B2	BEAM	BH2S	0.000	PMM	BIRU	OK
B2	BEAM	BH2T	0.000	PMM	BIRU	OK
B2	BEAM	BH2U	0.000	PMM	BIRU	OK
B2	BEAM	BH2V	0.000	PMM	BIRU	OK
B2	BEAM	BH2W	0.003	PMM	BIRU	OK
B2	BEAM	BH2X	0.021	PMM	BIRU	OK
B2	BEAM	BH2Y	0.021	PMM	BIRU	OK
B2	BEAM	BH2Z	0.019	PMM	BIRU	OK
B2	BEAM	BH2A	0.017	PMM	BIRU	OK
B2	BEAM	BH2A	0.016	PMM	BIRU	OK
B2	BEAM	BH2B	0.014	PMM	BIRU	OK
B2	BEAM	BH2C	0.012	PMM	BIRU	OK
B2	BEAM	BH2D	0.010	PMM	BIRU	OK
B2	BEAM	BH2E	0.008	PMM	BIRU	OK
B2	BEAM	BH2F	0.006	PMM	BIRU	OK
B2	BEAM	BH2G	0.005	PMM	BIRU	OK

B2	BEAM	BH2H	0.004	PMM	BIRU	OK
B2	BEAM	BH2I	0.003	PMM	BIRU	OK
B2	BEAM	BH2J	0.003	PMM	BIRU	OK
B2	BEAM	BH2K	0.003	PMM	BIRU	OK
B2	BEAM	BH2L	0.000	PMM	BIRU	OK
B2	BEAM	BH2M	0.000	PMM	BIRU	OK
B3	BEAM	BH3A	0.005	PMM	BIRU	OK
B4	BEAM	BV4A	0.002	PMM	BIRU	OK
B4	BEAM	BV4B	0.002	PMM	BIRU	OK
B4	BEAM	BV4C	0.002	PMM	BIRU	OK
B4	BEAM	BV4D	0.002	PMM	BIRU	OK
B4	BEAM	BV4E	0.002	PMM	BIRU	OK
B4	BEAM	BV4F	0.001	PMM	BIRU	OK
B4	BEAM	BV4G	0.001	PMM	BIRU	OK
B4	BEAM	BV4H	0.001	PMM	BIRU	OK
B5	BEAM	BV5A	0.000	PMM	BIRU	OK
B5	BEAM	BV5B	0.011	PMM	BIRU	OK
B6	BEAM	BV6A	0.000	PMM	BIRU	OK
B6	BEAM	BV6B	0.000	PMM	BIRU	OK
B6	BEAM	BV6C	0.000	PMM	BIRU	OK
B6	BEAM	BV6D	0.001	PMM	BIRU	OK
B6	BEAM	BV6E	0.001	PMM	BIRU	OK
B6	BEAM	BV6F	0.001	PMM	BIRU	OK
B6	BEAM	BV6G	0.001	PMM	BIRU	OK
B6	BEAM	BV6H	0.001	PMM	BIRU	OK
B6	BEAM	BV6I	0.001	PMM	BIRU	OK
B6	BEAM	BV6J	0.001	PMM	BIRU	OK
B6	BEAM	BV6K	0.000	PMM	BIRU	OK
B7	BEAM	BV7A	0.314	PMM	BIRU	OK
B7	BEAM	BV7B	0.314	PMM	BIRU	OK
B7	BEAM	BV7C	0.314	PMM	BIRU	OK
B7	BEAM	BV7D	0.314	PMM	BIRU	OK
B7	BEAM	BV7E	0.314	PMM	BIRU	OK
B7	BEAM	BV7F	0.315	PMM	BIRU	OK
B7	BEAM	BV7G	0.315	PMM	BIRU	OK
B7	BEAM	BV7H	0.315	PMM	BIRU	OK
BR1	BRACE	BRM1A	0.008	PMM	BIRU	OK

BR1	BRACE	BRM1B	0.008	PMM	BIRU	OK
BR1	BRACE	BRM1C	0.010	PMM	BIRU	OK
BR1	BRACE	BRM1D	0.010	PMM	BIRU	OK
BR1	BRACE	BRM1E	0.004	PMM	BIRU	OK
BR1	BRACE	BRM1F	0.004	PMM	BIRU	OK
BR1	BRACE	BRM1G	0.005	PMM	BIRU	OK
BR1	BRACE	BRM1H	0.005	PMM	BIRU	OK
BR1	BRACE	BRM1I	0.002	PMM	BIRU	OK
BR1	BRACE	BRM1J	0.002	PMM	BIRU	OK
BR1	BRACE	BRM1K	0.002	PMM	BIRU	OK
BR1	BRACE	BRM1L	0.003	PMM	BIRU	OK
BR1	BRACE	BRM1M	0.002	PMM	BIRU	OK
BR1	BRACE	BRM1N	0.002	PMM	BIRU	OK
BR1	BRACE	BRM1O	0.002	PMM	BIRU	OK
BR1	BRACE	BRM1P	0.002	PMM	BIRU	OK
BR1	BRACE	BRM1Q	0.005	PMM	BIRU	OK
BR1	BRACE	BRM1R	0.005	PMM	BIRU	OK
BR1	BRACE	BRM1S	0.004	PMM	BIRU	OK
BR1	BRACE	BRM1T	0.004	PMM	BIRU	OK
BR1	BRACE	BRM1U	0.011	PMM	BIRU	OK
BR1	BRACE	BRM1V	0.001	PMM	BIRU	OK
BR1	BRACE	BRM1W	0.009	PMM	BIRU	OK
BR1	BRACE	BRM1X	0.009	PMM	BIRU	OK



AISC-ASD89 STEEL SECTION CHECK

Combo : serv. sm 1808

Units : KN, m, C

Frame : 30 Design Sect: B2
 X Mid : 1,57 Design Type: Beam
 Y Mid : 1,2 Frame Type : Moment Resisting Frame
 Z Mid : 0, Sect Class : Compact
 Length : 0,8 Major Axis : 0, degrees counterclockwise from local 3
 Loc : 0,8 RLLF : 1,

Area : 0,009 SMajor : 7,180E-04 rMajor : 0,111 AVMajor: 0,005
 IMajor : 1,163E-04 SMinor : 7,180E-04 rMinor : 0,111 AVMinor: 0,005
 IMinor : 1,163E-04 ZMajor : 9,414E-04 E : 199947978,8
 Ixy : 0, ZMinor : 9,414E-04 Fy : 250000,

STRESS CHECK FORCES & MOMENTS

Location	P	M33	M22	V2	V3	T
0,8	-25,112	0,088	0,359	-0,075	0,009	-0,03

PMM DEMAND/CAPACITY RATIO

Governing Equation	Total Ratio	P Ratio	MMajor Ratio	MMinor Ratio	Ratio Limit	Status Check
(H1-3)	0,021	= 0,018	+ 0,	+ 0,003	0,95	OK

AXIAL FORCE DESIGN

	P Force	fa Stress	Fa Allowable	Ft Allowable	Lateral Factor
Axial	-25,112	2669,849	147851,053	200000,	1,

MOMENT DESIGN

	M Moment	fb Stress	Fb Allowable	Fe Allowable	Cm Factor	K Factor	L Factor	Cb Factor
Major Moment	0,088	123,011	200000,	19886423,3	0,85	1,	1,	1,443
Minor Moment	0,359	500,471	200000,	19886423,3	0,99	1,	1,	

SHEAR DESIGN

	V Force	fv Stress	Fv Allowable	Stress Ratio	Status Check	T Torsion
Major Shear	0,094	19,967	100000,	0,	OK	0,
Minor Shear	0,011	2,376	100000,	2,376E-05	OK	0,

Gambar 4.82 Steel Section Check Catwalk 13

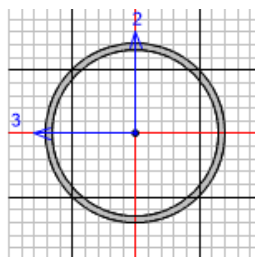
(Sumber : SAP 2000 V21)

Tabel 4.26. Rangkuman Nilai Steel Stress Ratio Tiang Pancang *Catwalk* 13

Desain Section	Desain Tipe	Lokasi	Ratio	Ratio Tipe	Warna	Keterangan
B2	BEAM	BH2A	0.001	PMM	BIRU	OK
B2	BEAM	BH2B	0.080	PMM	BIRU	OK
B2	BEAM	BH2C	0.119	PMM	BIRU	OK
B2	BEAM	BH2D	0.101	PMM	BIRU	OK
B2	BEAM	BH2E	0.074	PMM	BIRU	OK
B2	BEAM	BH2F	0.045	PMM	BIRU	OK
B2	BEAM	BH2G	0.031	PMM	BIRU	OK
B2	BEAM	BH2H	0.119	PMM	BIRU	OK
B2	BEAM	BH2I	0.189	PMM	BIRU	OK
B2	BEAM	BH2J	0.244	PMM	BIRU	OK
B2	BEAM	BH2K	0.281	PMM	BIRU	OK
B2	BEAM	BH2L	0.303	PMM	BIRU	OK
B2	BEAM	BH2M	0.307	PMM	BIRU	OK
B2	BEAM	BH2N	0.304	PMM	BIRU	OK
B2	BEAM	BH2O	0.285	PMM	BIRU	OK
B2	BEAM	BH2P	0.249	PMM	BIRU	OK
B2	BEAM	BH2Q	0.197	PMM	BIRU	OK
B2	BEAM	BH2R	0.127	PMM	BIRU	OK
B2	BEAM	BH2S	0.048	PMM	BIRU	OK
B2	BEAM	BH2T	0.010	PMM	BIRU	OK
B2	BEAM	BH2U	0.012	PMM	BIRU	OK
B2	BEAM	BH2V	0.004	PMM	BIRU	OK
B2	BEAM	BH2W	0.000	PMM	BIRU	OK
B2	BEAM	BH2X	0.002	PMM	BIRU	OK
B2	BEAM	BH2Y	0.078	PMM	BIRU	OK
B2	BEAM	BH2Z	0.118	PMM	BIRU	OK
B2	BEAM	BH2A	0.101	PMM	BIRU	OK
B2	BEAM	BH2A	0.073	PMM	BIRU	OK
B2	BEAM	BH2B	0.045	PMM	BIRU	OK
B2	BEAM	BH2C	0.030	PMM	BIRU	OK
B2	BEAM	BH2D	0.118	PMM	BIRU	OK
B2	BEAM	BH2E	0.189	PMM	BIRU	OK
B2	BEAM	BH2F	0.243	PMM	BIRU	OK
B2	BEAM	BH2G	0.281	PMM	BIRU	OK

B2	BEAM	BH2H	0.302	PMM	BIRU	OK
B2	BEAM	BH2I	0.307	PMM	BIRU	OK
B2	BEAM	BH2J	0.303	PMM	BIRU	OK
B2	BEAM	BH2K	0.284	PMM	BIRU	OK
B2	BEAM	BH2L	0.249	PMM	BIRU	OK
B2	BEAM	BH2M	0.196	PMM	BIRU	OK
B2	BEAM	BH2N	0.127	PMM	BIRU	OK
B2	BEAM	BH2O	0.048	PMM	BIRU	OK
B2	BEAM	BH2P	0.013	PMM	BIRU	OK
B2	BEAM	BH2Q	0.008	PMM	BIRU	OK
B2	BEAM	BH2R	0.004	PMM	BIRU	OK
B2	BEAM	BH2S	0.000	PMM	BIRU	OK
B3	BEAM	BH3A	0.291	PMM	BIRU	OK
B4	BEAM	BV4A	0.007	PMM	BIRU	OK
B4	BEAM	BV4B	0.027	PMM	BIRU	OK
B4	BEAM	BV4C	0.051	PMM	BIRU	OK
B4	BEAM	BV4D	0.061	PMM	BIRU	OK
B4	BEAM	BV4E	0.059	PMM	BIRU	OK
B4	BEAM	BV4F	0.043	PMM	BIRU	OK
B4	BEAM	BV4G	0.014	PMM	BIRU	OK
B4	BEAM	BV4H	0.002	PMM	BIRU	OK
B5	BEAM	BV5A	0.073	PMM	BIRU	OK
B6	BEAM	BV6A	0.020	PMM	BIRU	OK
B6	BEAM	BV6B	0.020	PMM	BIRU	OK
B6	BEAM	BV6C	0.019	PMM	BIRU	OK
B6	BEAM	BV6D	0.036	PMM	BIRU	OK
B6	BEAM	BV6E	0.045	PMM	BIRU	OK
B6	BEAM	BV6F	0.047	PMM	BIRU	OK
B6	BEAM	BV6G	0.042	PMM	BIRU	OK
B6	BEAM	BV6H	0.030	PMM	BIRU	OK
B6	BEAM	BV6I	0.019	PMM	BIRU	OK
B6	BEAM	BV6J	0.020	PMM	BIRU	OK
B6	BEAM	BV6K	0.020	PMM	BIRU	OK
B7	BEAM	BV7A	0.076	PMM	BIRU	OK
B7	BEAM	BV7B	0.076	PMM	BIRU	OK
B7	BEAM	BV7C	0.076	PMM	BIRU	OK
B7	BEAM	BV7D	0.076	PMM	BIRU	OK

B7	BEAM	BV7E	0.076	PMM	BIRU	OK
B7	BEAM	BV7F	0.076	PMM	BIRU	OK
B7	BEAM	BV7G	0.076	PMM	BIRU	OK
B7	BEAM	BV7H	0.076	PMM	BIRU	OK
BR1	BRACE	BRMIA	0.018	PMM	BIRU	OK
BR1	BRACE	BRMIB	0.023	PMM	BIRU	OK
BR1	BRACE	BRMIC	0.055	PMM	BIRU	OK
BR1	BRACE	BRMID	0.052	PMM	BIRU	OK
BR1	BRACE	BRMIE	0.129	PMM	BIRU	OK
BR1	BRACE	BRMIF	0.130	PMM	BIRU	OK
BR1	BRACE	BRMIG	0.153	PMM	BIRU	OK
BR1	BRACE	BRMIH	0.148	PMM	BIRU	OK
BR1	BRACE	BRMII	0.196	PMM	BIRU	OK
BR1	BRACE	BRMIJ	0.193	PMM	BIRU	OK
BR1	BRACE	BRMIK	0.206	PMM	BIRU	OK
BR1	BRACE	BRMIL	0.202	PMM	BIRU	OK
BR1	BRACE	BRMIM	0.216	PMM	BIRU	OK
BR1	BRACE	BRMIN	0.211	PMM	BIRU	OK
BR1	BRACE	BRMIO	0.212	PMM	BIRU	OK
BR1	BRACE	BRMIP	0.210	PMM	BIRU	OK
BR1	BRACE	BRMIQ	0.190	PMM	BIRU	OK
BR1	BRACE	BRMIR	0.184	PMM	BIRU	OK
BR1	BRACE	BRMIS	0.172	PMM	BIRU	OK
BR1	BRACE	BRMIT	0.173	PMM	BIRU	OK
BR1	BRACE	BRMIU	0.129	PMM	BIRU	OK
BR1	BRACE	BRMIV	0.123	PMM	BIRU	OK
BR1	BRACE	BRMIW	0.078	PMM	BIRU	OK
BR1	BRACE	BRMIX	0.083	PMM	BIRU	OK



AISC-ASD89 STEEL SECTION CHECK

Combo : DSTL15
Units : KN, m, C

Frame : 69 Design Sect: B5
X Mid : 13,199 Design Type: Beam
Y Mid : 0,3 Frame Type : Moment Resisting Frame
Z Mid : 0, Sect Class : Compact
Length : 0,6 Major Axis : 0, degrees counterclockwise from local 3
Loc : 0,6 RLLF : 1,

Area : 0,005 SMajor : 2,753E-04 rMajor : 0,075 AVMajor: 0,003
IMajor : 3,014E-05 SMinor : 2,753E-04 rMinor : 0,075 AVMinor: 0,003
IMinor : 3,014E-05 ZMajor : 3,637E-04 E : 199947978,8
Ixy : 0, ZMinor : 3,637E-04 Fy : 250000,

STRESS CHECK FORCES & MOMENTS

Location	P	M33	M22	V2	V3	T
0,6	0,135	-48,548	0,005	156,473	-1,004E-04	-0,056

PMM DEMAND/CAPACITY RATIO

Governing Equation	Total Ratio	P Ratio	MMajor Ratio	MMinor Ratio	Ratio Limit	Status Check
(H2-1)	0,882	= 0,	+ 0,882	+ 0,	0,95	OK

AXIAL FORCE DESIGN

	P Force	fa Stress	Fa Allowable	Ft Allowable	Lateral Factor
Axial	0,135	24,997	147569,912	200000,	1,

MOMENT DESIGN

	M Moment	fb Stress	Fb Allowable	Fe Allowable	Cm Factor	K Factor	L Factor	Cb Factor
Major Moment	-48,548	176353,057	200000,	15913094,65	1,	1,	1,	2,3
Minor Moment	0,005	19,855	200000,	15913094,65	1,	1,	1,	

SHEAR DESIGN

	V Force	fv Stress	Fv Allowable	Stress Ratio	Status Check	T Torsion
Major Shear	156,473	57705,799	100000,	0,577	OK	0,
Minor Shear	2,119E-05	0,008	100000,	0,	OK	0,

Gambar 4.83 Steel Section Check Catwalk 14

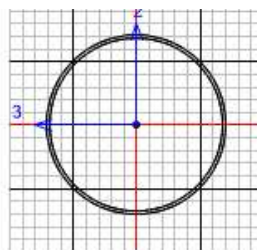
(Sumber : SAP 2000 V21)

Tabel 4.27. Rangkuman Nilai Steel Stress Ratio Tiang Pancang *Catwalk* 14

Desain Section	Desain Tipe	Lokasi	Ratio	Ratio Tipe	Warna	Keterangan
B2	BEAM	BH2A	0.006	PMM	BIRU	OK
B2	BEAM	BH2B	0.068	PMM	BIRU	OK
B2	BEAM	BH2C	0.099	PMM	BIRU	OK
B2	BEAM	BH2D	0.167	PMM	BIRU	OK
B2	BEAM	BH2E	0.174	PMM	BIRU	OK
B2	BEAM	BH2F	0.133	PMM	BIRU	OK
B2	BEAM	BH2G	0.094	PMM	BIRU	OK
B2	BEAM	BH2H	0.088	PMM	BIRU	OK
B2	BEAM	BH2I	0.080	PMM	BIRU	OK
B2	BEAM	BH2J	0.076	PMM	BIRU	OK
B2	BEAM	BH2K	0.068	PMM	BIRU	OK
B2	BEAM	BH2L	0.063	PMM	BIRU	OK
B2	BEAM	BH2M	0.064	PMM	BIRU	OK
B2	BEAM	BH2N	0.066	PMM	BIRU	OK
B2	BEAM	BH2O	0.047	PMM	BIRU	OK
B2	BEAM	BH2P	0.009	PMM	BIRU	OK
B2	BEAM	BH2Q	0.004	PMM	BIRU	OK
B2	BEAM	BH2R	0.001	PMM	BIRU	OK
B2	BEAM	BH2S	0.004	PMM	BIRU	OK
B2	BEAM	BH2T	0.070	PMM	BIRU	OK
B2	BEAM	BH2U	0.099	PMM	BIRU	OK
B2	BEAM	BH2V	0.166	PMM	BIRU	OK
B2	BEAM	BH2W	0.173	PMM	BIRU	OK
B2	BEAM	BH2X	0.133	PMM	BIRU	OK
B2	BEAM	BH2Y	0.094	PMM	BIRU	OK
B2	BEAM	BH2X	0.088	PMM	BIRU	OK
B2	BEAM	BH2A	0.080	PMM	BIRU	OK
B2	BEAM	BH2B	0.076	PMM	BIRU	OK
B2	BEAM	BH2C	0.068	PMM	BIRU	OK
B2	BEAM	BH2D	0.063	PMM	BIRU	OK
B2	BEAM	BH2E	0.064	PMM	BIRU	OK
B2	BEAM	BH2F	0.066	PMM	BIRU	OK
B2	BEAM	BH2G	0.047	PMM	BIRU	OK
B2	BEAM	BH2H	0.010	PMM	BIRU	OK

B2	BEAM	BH2I	0.002	PMM	BIRU	OK
B2	BEAM	BH2J	0.002	PMM	BIRU	OK
B3	BEAM	BH3A	0.316	PMM	BIRU	OK
B4	BEAM	BV4A	0.009	PMM	BIRU	OK
B4	BEAM	BV4B	0.028	PMM	BIRU	OK
B4	BEAM	BV4C	0.016	PMM	BIRU	OK
B4	BEAM	BV4D	0.014	PMM	BIRU	OK
B4	BEAM	BV4E	0.013	PMM	BIRU	OK
B4	BEAM	BV4F	0.012	PMM	BIRU	OK
B4	BEAM	BV4G	0.014	PMM	BIRU	OK
B5	BEAM	BV5A	0.882	PMM	KUNING	OK
B6	BEAM	BV6A	0.020	PMM	BIRU	OK
B6	BEAM	BV6B	0.020	PMM	BIRU	OK
B6	BEAM	BV6C	0.021	PMM	BIRU	OK
B6	BEAM	BV6D	0.026	PMM	BIRU	OK
B6	BEAM	BV6E	0.021	PMM	BIRU	OK
B6	BEAM	BV6F	0.021	PMM	BIRU	OK
B6	BEAM	BV6G	0.020	PMM	BIRU	OK
B6	BEAM	BV6H	0.021	PMM	BIRU	OK
B6	BEAM	BV6I	0.021	PMM	BIRU	OK
B6	BEAM	BV6J	0.020	PMM	BIRU	OK
B7	BEAM	BV7A	0.090	PMM	BIRU	OK
B7	BEAM	BV7B	0.090	PMM	BIRU	OK
B7	BEAM	BV7C	0.090	PMM	BIRU	OK
B7	BEAM	BV7D	0.090	PMM	BIRU	OK
B7	BEAM	BV7E	0.090	PMM	BIRU	OK
B7	BEAM	BV7F	0.090	PMM	BIRU	OK
B7	BEAM	BV7G	0.090	PMM	BIRU	OK
BR1	BRACE	BRM1A	0.514	PMM	HIJAU	OK
BR1	BRACE	BRM1B	0.519	PMM	HIJAU	OK
BR1	BRACE	BRM1C	0.573	PMM	HIJAU	OK
BR1	BRACE	BRM1D	0.579	PMM	HIJAU	OK
BR1	BRACE	BRM1E	0.169	PMM	BIRU	OK
BR1	BRACE	BRM1F	0.172	PMM	BIRU	OK
BR1	BRACE	BRM1G	0.179	PMM	BIRU	OK
BR1	BRACE	BRM1H	0.183	PMM	BIRU	OK
BR1	BRACE	BRM1I	0.058	PMM	BIRU	OK

BR1	BRACE	BRM1J	0.058	PMM	BIRU	OK
BR1	BRACE	BRM1K	0.067	PMM	BIRU	OK
BR1	BRACE	BRM1L	0.067	PMM	BIRU	OK
BR1	BRACE	BRM1M	0.237	PMM	BIRU	OK
BR1	BRACE	BRM1N	0.240	PMM	BIRU	OK
BR1	BRACE	BRM1O	0.206	PMM	BIRU	OK
BR1	BRACE	BRM1P	0.208	PMM	BIRU	OK
BR1	BRACE	BRM1Q	0.493	PMM	BIRU	OK
BR1	BRACE	BRM1R	0.500	PMM	HIJAU	OK
BR1	BRACE	BRM1S	0.409	PMM	BIRU	OK
BR1	BRACE	BRM1T	0.415	PMM	BIRU	OK



AISC-ASD89 STEEL SECTION CHECK

Combo : serv. sm 1804
Units : KN, m, C

Frame : 13 Design Sect: R4
X Mid : 3.246 Design Type: Column
Y Mid : 2.462 Frame Type : Moment Resisting Frame
Z Mid : 3.875 Sect Class : Slender
Length : 0.753 Major Axis : 0. degrees counterclockwise from local 3
Loc : 0. RLLF : 1.

Area : 0.02 SMajor : 0.004 rMajor : 0.28 AVMajor: 0.01
IMajor : 0.002 SMinor : 0.004 rMinor : 0.28 AVMinor: 0.01
IMinor : 0.002 ZMajor : 0.005 E : 199947978.8
Ixy : 0. ZMinor : 0.005 Fy : 315000.

STRESS CHECK FORCES & MOMENTS

Location	P	M33	M22	V2	V3	T
0.	-300.019	213.555	0.319	8.671	0.028	-0.251

PMM DEMAND/CAPACITY RATIO

Governing Equation	Total Ratio	P Ratio	MMajor Ratio	MMinor Ratio	Ratio Limit	Status Check
(H1-3)	0.361	= 0.088	+ 0.273	+ 0.	0.95	OK

AXIAL FORCE DESIGN

	P Force	fa Stress	Fa Allowable	Ft Allowable	Lateral Factor
Axial	-300.019	15057.247	171597.7	200000.	1.

MOMENT DESIGN

	M Moment	fb Stress	Fb Allowable	Fe Allowable	Cm Factor	K Factor	L Factor	Cb Factor
Major Moment	213.555	54615.739	200000.	142847086.	0.988	1.	1.	1.013
Minor Moment	0.319	81.646	200000.	142847086.	0.984	1.	1.	

SHEAR DESIGN

	V Force	fv Stress	Fv Allowable	Stress Ratio	Status Check	T Torsion
Major Shear	8.671	870.25	126000.	0.007	OK	0.
Minor Shear	0.028	2.855	126000.	2.266E-05	OK	0.

Gambar 4.84 Steel Section Check Catwalk Support 7 dan 8

(Sumber : SAP 2000 V21)

Tabel 4.28. Rangkuman Nilai Steel Stress Ratio Tiang Pancang *Catwalk Support 7 dan 8*

Desain Section	Desain Tipe	Lokasi	Ratio	Ratio Tipe	Warna	Keterangan
R2	COLUMN	RM2A	0.209	PMM	BIRU	OK
R2	COLUMN	RM2B	0.217	PMM	BIRU	OK
R2	COLUMN	RM2C	0.209	PMM	BIRU	OK
R3	COLUMN	RM3A	0.184	PMM	BIRU	OK
R3	COLUMN	RM3B	0.193	PMM	BIRU	OK
R3	COLUMN	RM3C	0.184	PMM	BIRU	OK
R3	COLUMN	RM3A	0.245	PMM	BIRU	OK
R3	COLUMN	RM3B	0.254	PMM	BIRU	OK
R3	COLUMN	RM3C	0.245	PMM	BIRU	OK
R4	COLUMN	RM4A	0.348	PMM	BIRU	OK
R4	COLUMN	RM4B	0.361	PMM	BIRU	OK
R4	COLUMN	RM4C	0.348	PMM	BIRU	OK

Tabel 4.29. Resume Nilai Maksimal Steel Stress Ratio Tiang Pancang *Catwalk*

	Desain Section	Profil	Max
<i>Catwalk 10</i>	B6	L-75x75x9	0.000
	B8	SH-200x100x5.5x8	0.000
	B9	Ø 114.3x3.6	0.000
<i>Catwalk 11</i>	B1	Ø 355.60x9.525	0.005
	B3	Ø 273x9.27	0.000
	B4	Ø 219x8.18	0.005
	B5	Ø 219x8.18	0.010
	B6	L-75x75x9	0.012
	B7	SH-250x125x6x9	0.000
	BR1	Ø 114.3x6	0.002
<i>Catwalk 12</i>	B2	Ø 323.85x9.525	0.021
	B3	Ø 273x9.27	0.005
	B4	Ø 219x8.18	0.002

	B5	Ø 219x8.18	0.011
	B6	L-75x75x9	0.001
	B7	SH-250x125x6x9	0.315
	BR1	Ø 114.3x6	0.011
<i>Catwalk 13</i>	B2	Ø 323.85x9.525	0.307
	B3	Ø 273x9.27	0.291
	B4	Ø 219x8.18	0.061
	B5	Ø 219x8.18	0.073
	B6	L-75x75x9	0.030
	B7	SH-250x125x6x9	0.076
	BR1	Ø 114.3x6	0.210
<i>Catwalk 14</i>	B2	Ø 323.85x9.525	0.174
	B3	Ø 273x9.27	0.316
	B4	Ø 219x8.18	0.028
	B5	Ø 219x8.18	0.882
	B6	L-75x75x9	0.026
	B7	SH-250x125x6x9	0.090
	BR1	Ø 114.3x6	0.579
<i>Catwalk Support 7,8</i>	R2	Ø 812.8x14	0.217
	R3	Ø 806.8x11	0.193
	R3	Ø 806.8x11	0.254
	R4	Ø 800.8x8	0.361

4.6. Analisis Tulangan

1. Beam and Force Member

Tabel 4.30. Beam and Force Member

Frame Text	Station m	OutputCase	CaseType Text	StepType Text	P kN	V2 kN	V3 kN	T kN.m	M2 kN.m	M3 kN.m
5	11.53988	COMB1	Combinator	Min	-306.288	-26.491	-88.688	-7.7026	-648.9431	-274.7983
24	11.53988	COMB1	Combinator	Min	-436.454	-46.818	-87.803	-5.1885	-487.5408	-483.1885
6	3.28127	COMB1	Combinator	Min	-306.884	-8.764	-8.858	-7.687	-288.154	-148.8904
7	5	COMB1	Combinator	Min	-306.889	-13.208	-13.085	-7.7026	-281.0165	-128.4743
6	6.52253	COMB1	Combinator	Min	-306.889	-8.764	-8.858	-7.687	-282.978	-128.5749
8	5.78993	COMB1	Combinator	Min	-306.288	-23.838	-86.827	-7.7026	-496.8811	-122.8478
5	8.75258	COMB1	Combinator	Min	-306.588	-11.862	-15.147	-7.818	-286.5127	-188.8948
6	5	COMB1	Combinator	Min	-306.584	-11.831	-15.178	-7.807	-286.3711	-178.8886
5	8.37828	COMB1	Combinator	Min	-306.482	-12.488	-16.818	-7.818	-288.4486	-182.781
5	5	COMB1	Combinator	Min	-306.437	-13.532	-18.828	-7.818	-283.7484	-188.4885
22	3.28127	COMB1	Combinator	Min	-437.143	-8.753	-8.863	-5.1721	-328.8758	-226.7983
18	11.53983	COMB1	Combinator	Min	-551.577	-81.748	-18.811	-8.8886	-326.8733	-812.8184
23	5	COMB1	Combinator	Min	-437.472	-13.187	-13.887	-5.1886	-321.1417	-218.9679
22	8.52253	COMB1	Combinator	Min	-437.471	-8.753	-8.863	-5.1721	-321.8485	-218.1784
13	5	COMB1	Combinator	Min	-558.3	-14.343	-8.379	-8.8844	-218.8848	-318.8888
13	8.37828	COMB1	Combinator	Min	-558.388	-12.857	-8.378	-8.8844	-287.8286	-328.3474
21	8.75258	COMB1	Combinator	Min	-436.78	-16.488	-12.73	-5.1341	-287.8213	-228.7784
22	5	COMB1	Combinator	Min	-436.774	-18.818	-12.728	-5.1721	-286.8824	-221.388
24	5.78993	COMB1	Combinator	Min	-436.454	-38.538	-44.844	-5.1885	-285.7887	-218.8328
13	8.75258	COMB1	Combinator	Min	-558.488	-11.886	-8.378	-8.8844	-284.8885	-328.5383
14	5	COMB1	Combinator	Min	-558.481	-11.838	-11.157	-8.8184	-284.8887	-328.5383
21	8.37828	COMB1	Combinator	Min	-436.728	-17.524	-13.721	-5.1341	-283.8513	-218.8824
7	5.68861	COMB1	Combinator	Min	-386.87	-13.208	-28.815	-7.7026	-288.5488	-88.8475
21	5	COMB1	Combinator	Min	-436.838	-18.885	-14.832	-5.1341	-188.8879	-218.8825
14	3.28128	COMB1	Combinator	Min	-558.871	-11.214	-11.157	-8.8184	-188.8818	-311.1247

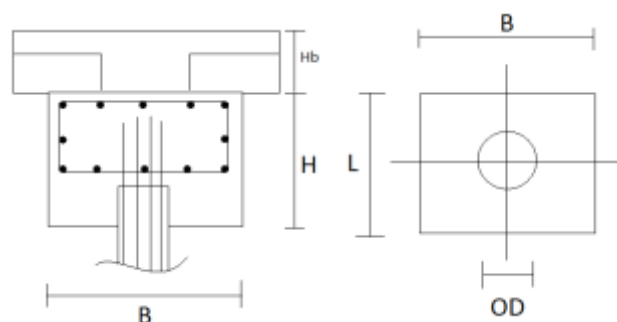
2. Design Force and Data

Tabel 4.31. Maximum Ultimate Load

MAXIMUM ULTIMATE LOAD (FACTORED)			DESIGN DATA			PILE PROPERT Y		
Nu (kN)	Mu (kN.m)	Vu (kN)	gs (kN/m ³)	fc' (MPa)	fy (MPa)	ø—	812.8	mm SPP
551.58	649.9431	69.292	17.00	35	420	Thickness	14.00	mm

$$g_c = 24.00 \text{ kN/m}^3$$

3. Pile Head Dimension



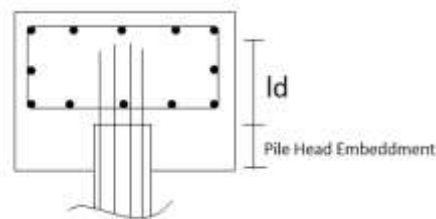
Gambar 4.85 Pile Head Dimension

(Sumber : 26071-203-DBC-323-30007)

L	= 4.93 m	Plate Mesh	
B	= 4.27 m	I	= 0.42 m
OD	= 0.81 m	b	= 0.42 m
H	= 1.50 m	area	= 0.08 m ²
n	= 3.00 EA	Pile Head Embeddment	= 812.80 mm

4. Pile Head Treatment

Maximum of 300 mm untuk diameter pile



Gambar 4.86 Pile Head Treatment

(Sumber : 26071-203-DBC-323-30007)

Sambungan *Pile Head* dengan *pile cap* menggunakan beton bertulang sebagai pengisi (desain sebagai kolom) dengan properti :

Section size (D)	=	785	mm
Cover	=	40	mm
Main Rebar	=	30	-D 25
Spiral	=	D13	- 75
λ	=	1	

- **Pemeriksaan Tulangan Utama**

A_g	=	483735.40	mm ²
A_{st}	=	14726.22	mm ²
$A_{S_{min}}$	=	0.01 A_g	
	=	4837.35	mm ²
$A_{S_{max}}$	=	0.08 A_g	
	=	38698.83	

As min < Ast < As max. OK

$$Cl = 43.47 \text{ mm}$$

$$cl_{\min} = 33.33 \text{ mm}$$

cl min < cl. OK

• **Pemeriksaan Tulangan Spiral**

$$Asv = 132.73 \text{ mm}^2$$

$$Ach = 404666.07 \text{ mm}^2$$

$$\rho_{s, \min} = 0.45 ((Ag / Ach) - 1) f_c' / f_y$$

$$= 0.007$$

$$\rho_s = \text{pitch } s$$

$$= 0.010$$

psmin < ps. O.K

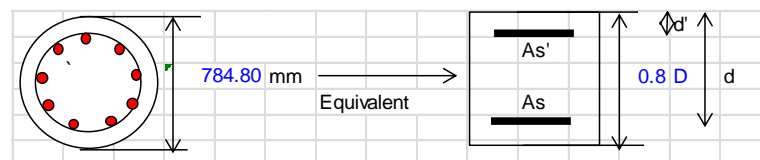
$$cl = 63.00 \text{ mm}$$

$$cl \text{ min} = 33.33 \text{ mm}$$

$$cl \text{ max} = 75.00 \text{ mm}$$

cl min < cl < cl max. O.K

• **Kapasitas Lentur dan Aksial**



Gambar 4.87 Kapasitas Lentur dan Aksial

(Sumber : 26071-203-DBC-323-30007)

Untuk Kekuatan lentur dan aksial, kolom bundar akan dirancang setara dengan bentuk persegi panjang dengan sifat-sifatnya.

$$\text{Section size} = 628 \times 628 \text{ mm (0.8D)}$$

$$\text{Cover} = 96 \text{ mm}$$

$$\text{Bruto Area (Ag)} = 394183 \text{ mm}^2$$

Tabel 4.32. Lapisan Penguat Setara

n'	n	dia' (mm)	dia (mm)	As' (mm ²)	As (mm ²)	As _{tot} ' (mm ²)
15	15	25.00	25.00	7363.11	7363.11	14726.22

$$\begin{aligned}
d &= 532 && \text{mm} \\
d' &= 96 && \text{mm} \\
f_c' &= 35 && \text{Mpa} \\
f_y &= 420 && \text{Mpa} \\
E_s &= 200000 && \text{Mpa} \\
\beta_1 &= 0.8 \\
\phi_{\text{comb}} &= 0.65 \\
\phi_{\text{shear}} &= 0.75
\end{aligned}$$

Maximum Load Capacity (Compression)

$$\begin{aligned}
P_o &= 0.85 f_c' (A_g - A_{st}) + f_y A_{st} \\
&= 17473.85 \quad \text{kN} \\
P_{n,\text{max}} &= 0.85 P_o \\
&= 14852.77 \quad \text{kN} \\
\phi P_{n,\text{max}} &= \phi_{\text{comb}} P_{n,\text{max}} \\
&= 9654.30 \quad \text{kN}
\end{aligned}$$

Balanced Failure

$$\begin{aligned}
c_b &= 0.003 d / f_y E_s + 0.003 \\
&= 312.85 \quad \text{mm} \\
a_b &= \beta_1 c \\
&= 250.28 \quad \text{mm} \\
\epsilon'_s &= 0.003 * (c_b - d') / c_b \\
&= 0.002 \quad \text{mm} \\
f_s &= \epsilon'_s E_s \\
&= 415.91 \quad \text{Mpa} \\
P_{n,\text{balance}} &= 0.85 f_c' a_b b + A_s' f_s - A_s f_y \\
&= 4644.78 \quad \text{kN} \\
\phi P_{n,\text{balance}} &= \phi_{\text{comb}} P_{n,\text{balance}} \\
&= 3019.11 \quad \text{kN} \\
d'' &= \frac{0.85 f_c' b h (d - 0.5h) + A_s' f_y (\text{or } f_s) (d - d')}{0.85 f_c' b h + A_s f_y + A_s' f_y (\text{or } f_s)}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= 217.57 \quad \text{Mm} \\
M_{n, \text{balance}} &= 0.85 f_c' a_b b (d - 0.5h - d'') + A_s' f_y(\text{or } F_s) (d - d' - d'') + A_s' f_y d'' \\
&= 1343.07 \quad \text{kN.m} \\
\phi M_{n, \text{balance}} &= \phi_{\text{comb}} M_{n, \text{balance}} \\
&= 872.99 \quad \text{kN.m}
\end{aligned}$$

Moment Absolute Condition

$$\begin{aligned}
f_s' &= 0.003 ((a_0 - \beta d)/a_0) E_s \\
&= 600 ((a_0 - \beta d)/a_0) \\
f_s &= 85 f_c' a_0 b + A_s' f_s' - A_s' f_y \\
&= 18678.24 a_0^2 + 1325359.40 a_0 + - \\
0 &= 339244882.70 \\
a_0 &= 103.88 \text{ mm} \quad (\text{Quadratic Formula}) \\
f_s' &= 156.48 \text{ MPa} \\
&= 0.85 f_c' a_0 b (d - 0.5h - d'') + A_s' f_y(\text{or } F_s) (d - d' - d'') \\
M_{n, 0} &= + A_s' f_y d'' \\
&= 925.06 \text{ kN.m} \\
\phi M_{n, 0} &= \phi_{\text{comb}} M_{n, 0} \\
&= 601.29 \text{ kN.m}
\end{aligned}$$

Maximum Load Capacity (Tension)

$$\begin{aligned}
P_{n, \text{tens}} &= A_s t f_y \\
&= 6185.01 \text{ kN} \\
\phi P_{n, \text{tens}} &= \phi_{\text{comb}} P_{n, \text{tens}} \\
&= 4020.26 \text{ kN}
\end{aligned}$$

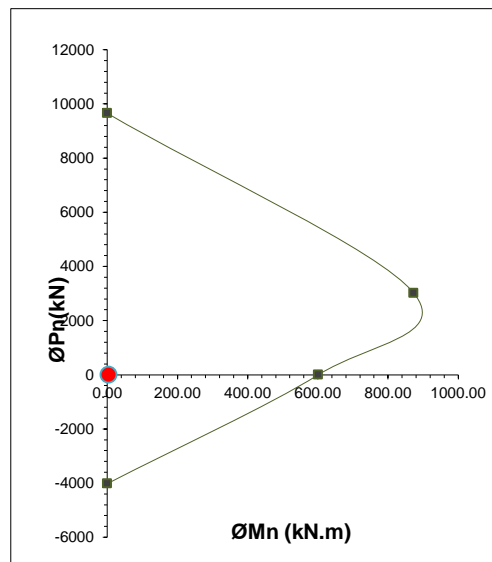
Pile Head Treatment Capacity

Tabel 4.33. *Pile Head Treatment Capacity*

Moment (kN.m)	Axial (kN)
0.00	9654.30
872.99	3019.11
601.29	0.00
0.00	-4020.26

$$M_u = 2.94 \text{ kN.m}$$

$$P_u = 0.79 \text{ kN}$$



Gambar 4.88 Grafik *Pile Head Treatment Capacity Catwalk Support 7 dan 8*

(Sumber : 26071-203-DBC-323-30007)

- **Kapasitas Geser**

$$d = 627.84 \text{ mm}$$

$$b_w = 784.80 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} \phi V_c &= \phi 0.17 (1 + (N_u / 3.5A_g)) \lambda \sqrt{f_c'} b_w d \\ &= 371.67 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_v &= 2 A_{sv} \\ &= 265.46 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

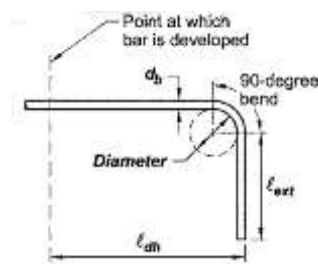
$$\phi V_s = \phi A_v f_{yt} d / s$$

$$\begin{aligned}
 &= 700.01 \quad \text{kN} \\
 \emptyset V_n &= \emptyset V_c + \emptyset V_s \\
 &= 1071.68 \quad \text{kN} \\
 V_u &= 69.29 \quad \text{kN}
 \end{aligned}$$

$\emptyset V_n > V_u$. O.K

- **Panjang Perkembangan**

Tipe ketinggian



Gambar 4.89 Tipe Ketinggian

(Sumber : 26071-203-DBC-323-30007)

Ketinggian Tulangan yang digunakan adalah tipe *Hooked*.

$l_{dh} = 340.77 \text{ mm}$ (Panjang perkembangan batang bengkok

$l_{ext} = 300.00 \text{ mm}$ (12 d_b Panjang kait Ekstensi)

Dimana:

$$\begin{aligned}
 l_{dh} &= \textit{The Greater of:} \\
 &= (0.24 f_y \psi_e \psi_c \psi_r / \lambda \sqrt{f_c'}) d_b \\
 &= 8 d_b \\
 &= 150 \quad \text{mm} \\
 d_b &= 25 \quad \text{mm} \\
 \psi_e &= 1.0 \\
 \psi_c &= 1.0 \\
 \psi_r &= 0.80 \\
 \lambda &= 1.0
 \end{aligned}$$

Tipe Lurus

Untuk penguatan Ketegangan, panjang pengembangan (l_d) dihitung dengan :

$$l_d = \text{Max} \left(\left(\frac{f_y \psi_t \psi_e \psi_s}{1.7 \lambda \sqrt{f_c'}} \right) \left(\frac{C_b + K_{tr}}{d_b} \right) d_b, 300 \text{ mm} \right)$$

Dimana:

$$d_b = 25 \text{ mm}$$

$$\psi_t = 1.0$$

$$\psi_e = 1.0$$

$$\psi_s = 1.0$$

$$\lambda = 1.0$$

$$C_b = 34.23 \text{ mm}$$

$$K_{tr} = 0$$

$$\frac{C_b + K_{tr}}{D_b} = 1.4 < 2.5$$

$$= 1.4 \quad (\text{used})$$

Untuk tulangan tekan, panjang pengembangan (l_{dc}) dihitung dengan:

$$l_d = \text{Max} \left(\left(\frac{0.24 f_y \psi_r}{\lambda \sqrt{f_c'}} \right) d_b, 0.043 f_y \psi_r d_b \right)$$

$$= 338.63 \text{ mm}$$

Dimana:

$$\psi_r = 0.75$$

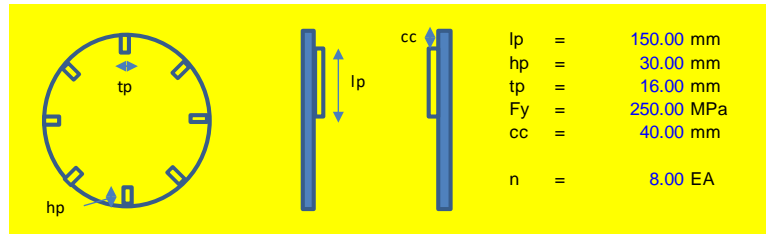
Panjang Pengisi Beton

Panjang pengisi beton harus dirancang sedemikian rupa sehingga pengisi beton dapat menahan gaya tarik maximum

$$T_u = 7.70 \text{ kN}$$

Pemeriksaan Kekuatan Kunci Geser

Kunci geser disediakan di dalam tumpukan baja. Sebagai berikut:



Gambar 4.90 Kunci Geser di dalam tumpukan baja

(Sumber : 26071-203-DBC-323-30007)

➤ **Plate Check**

$$\mu = 0.7 \lambda \text{ (Friction Ratio)}$$

$$\begin{aligned} A_{vf} &= tp \times lp \\ &= 2400.00 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \phi V_n &= \phi \times n \times \mu \times A_v \times f \times F_y \\ &= 2520.00 \text{ kN} \end{aligned}$$

$\phi V_n > Tu$. O.K

➤ **Welding Check**

$$\begin{aligned} F_u &= 480.00 \text{ MPa} \\ F_{nw} &= 288.00 \text{ MPa} \quad (0.6 F_u) \end{aligned}$$

$$\text{Weld Thk} = 12.00 \text{ mm}$$

$$\phi = 0.75 \quad (\text{LRFD})$$

$$\begin{aligned} A_{we} &= \text{Weld Thickness} \times \cos 45 \times \text{Weld Length} \\ &= 12 \times 0.71 \times 332.00 \\ &= 2817.11 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Weld Length} &= \text{Actual Length} \times \beta \quad (\text{If Actual Length / Weld Thickness} \leq 300) \\ &= 180 \text{ Weld Thickness} \quad (\text{If Actual Length / Weld Thickness} > 300) \end{aligned}$$

$$= 332.0 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} \text{Actual Length} &= 2 tp + 2 lp \\ &= 332.00 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \beta &= 1 \quad (\text{for Actual Length / Welding Thickness} \leq 100) \\ &= 1.2 - 0.002 \times (\text{Actual Length / Weld Thickness}) \leq 1 \\ &\quad (\text{for Actual Length / Welding Thickness} > 100) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= 1.00 \\
&= \phi \times n \times F_{nw} \times A_{we} \\
&= 0.75 \times 8.00 \times 288 \times 2817 \\
&= 4867.97 \text{ Kn}
\end{aligned}$$

$\phi V_w > T_u$. O.K

Panjang Minimum Pengisi Beton

Panjang pengisi beton akan dirancang berdasarkan pemeriksaan geser dua arah beton dari dasar pelat kunci geser ke bawah pengisi beton

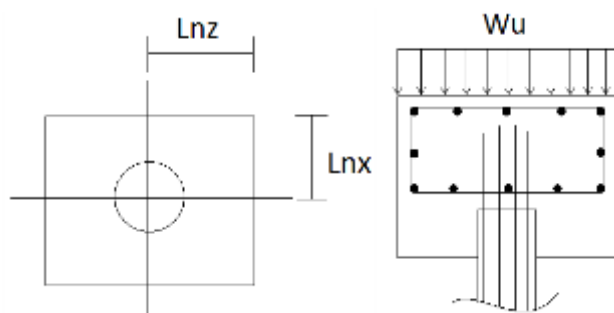
$$\begin{aligned}
h_{min} &= 3251.20 \text{ mm (4 ODp)} \\
d_{min} &= 3061.20 \text{ mm (} h_{min} - l_p - cc) \\
\beta &= 1.00 \\
\alpha_s &= 20.00 \\
b_o &= 2277.03 \text{ mm } \square \text{ (ID - hp - hp)}
\end{aligned}$$

(Pseudocritical perimeter)

$$\begin{aligned}
V_c &= \textit{least of:} \\
&= 0.33 \lambda \sqrt{f_c'} b_o d \\
&= 0.17 (1 + 2/\beta) \lambda \sqrt{f_c'} b_o d \\
&= 0.083 (2 + \alpha_s d / b_o) \lambda \sqrt{f_c'} b_o d \\
&= 13608.42 \text{ kN} \\
\phi_v V_n &= 10206.32 \text{ kN}
\end{aligned}$$

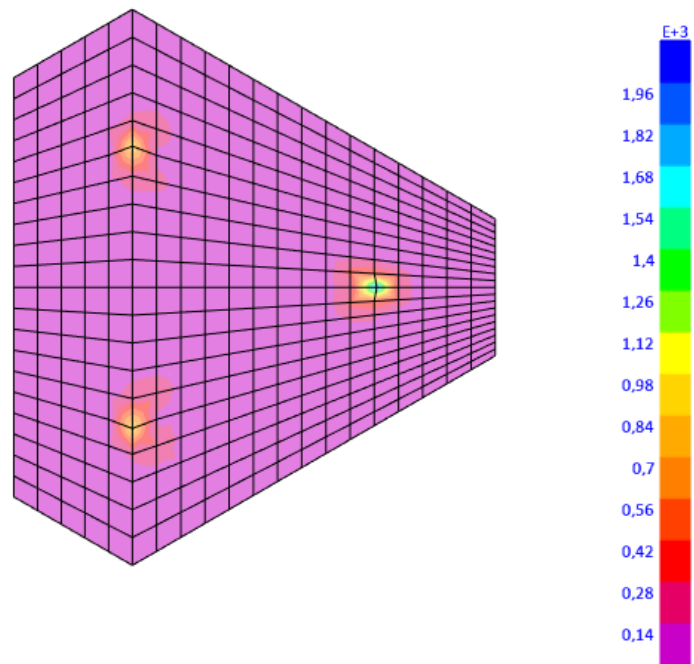
$\phi V_n > T_u$. O.K.

5. Reinforcement Design



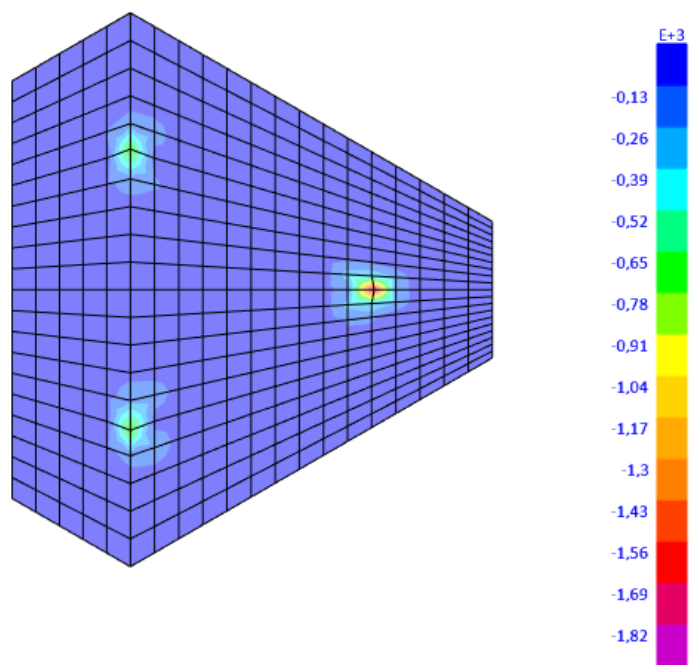
Gambar 4.91 Reinforcement Design

(Sumber : 26071-203-DBC-323-30007)



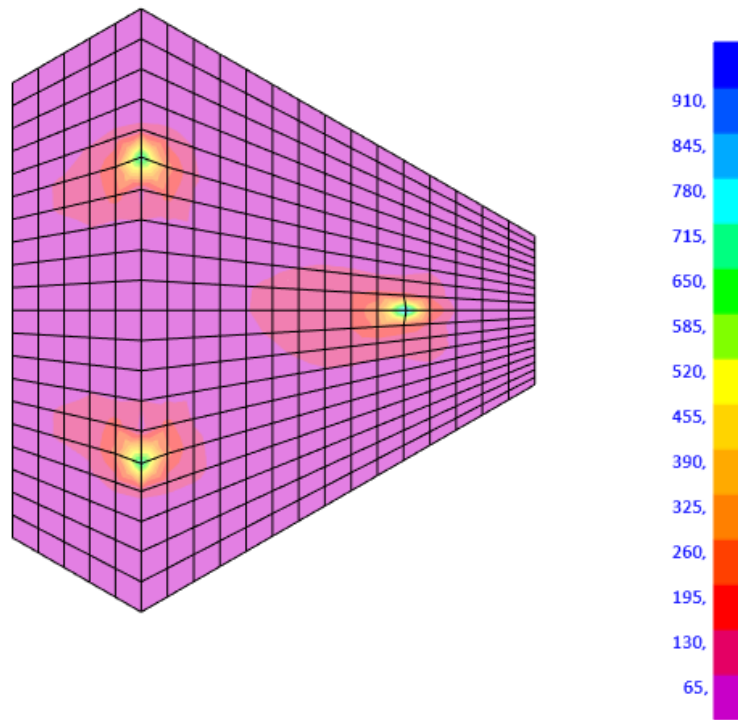
Gambar 4.92 *Momen Max M11*

(Sumber : SAP 2000)



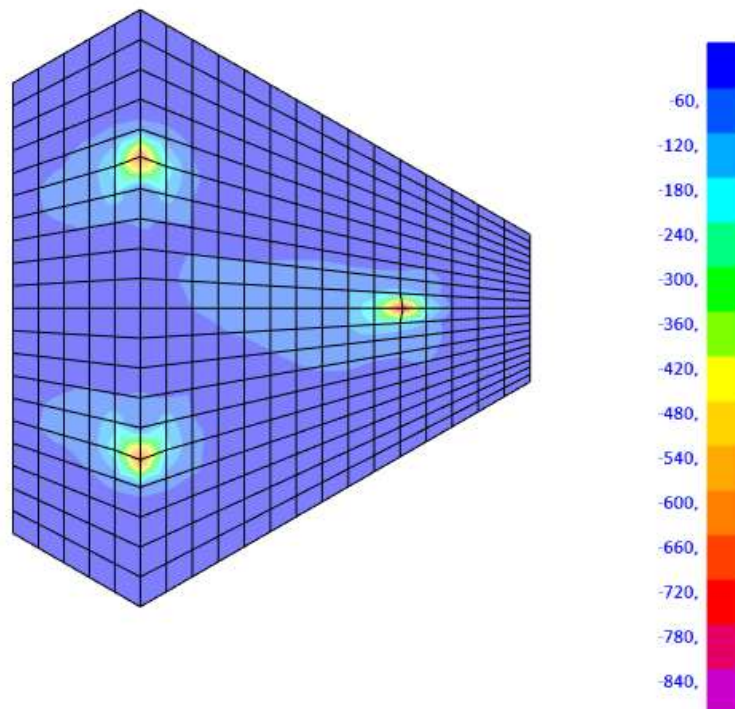
Gambar 4.93 *Momen Min M11*

(Sumber : SAP 2000)



Gambar 4.94 *Momen Max M22*

(Sumber : SAP 2000)



Gambar 4.95 *Momen Min M22*

(Sumber : SAP2000)

Perhitungan tulangan dilakukan untuk = 1.00 m lebar pijakan

➤ **Concrete Design Parameter**

<i>Factor relating depth of equivalent rectangular compressive stress block to neutral axis depth, β_1</i>	= 0.80
<i>Footing concrete cover, c_{cf}</i>	= 65mm
<i>Strength reduction factor for tension and flexure, ϕ_m</i>	= 0.90
<i>Strength reduction factor for compression, ϕ_c</i>	= 0.65
<i>Strength reduction factor for shear, ϕ_v</i>	= 0.75
<i>Static modulus elasticity of concrete, E_c</i>	= 27806 Mpa
<i>Concrete poisson ratio, n_c</i>	= 0.2
<i>Rebar elastic modulus, E_s</i>	= 200000 Mpa
<i>Maximum agregate size</i>	= 25mm

➤ **Bottom Reinforcement for Critical Section**

<i>Maximum moment, M_{Xu}</i>	= 757.57	kN.m/m
<i>Member height, H</i>	= 1500	mm
<i>Effective member width, b_w</i>	= 1000	mm
<i>Concrete cover, c_{cf}</i>	= 65	mm
<i>Concrete cover, c_{cf2}</i>	= 65	mm
<i>Main Reinforcement</i>	= D 29 -	125
<i>Span</i>	= 4.93	m

Effective depth,

$$\begin{aligned}
 d &= hf - c_{cf2} - db/2 \\
 &= 1500 - 65 - 1/2 * 29 \\
 &= 1420.50 \quad \text{mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 A_s \text{ min} &= \text{Max}(0.0018 \times 420 / f_y \text{ Ag}, 0.0014 \text{ Ag}) \\
 &= 2700.00 \quad \text{mm}^2
 \end{aligned}$$

$$A_s \text{ used} = 5284.16 \quad \text{mm}^2$$

$$a = (A_s f_y) / (0.85 f_c' b_w)$$

$$\begin{aligned}
&= 74.60 \quad \text{mm} \\
c &= a / \beta_1 \\
&= 93.25 \quad \text{mm} \\
\varepsilon_t &= 0.003 (d - c) / c \\
&= 0.04 \quad \geq \varepsilon_{t, \min} = 0.0040 \\
\phi_m M_n &= \phi_m A_s f_y (d - a/2) \\
&= 2762.82 \quad \text{kNm}
\end{aligned}$$

$\phi M_n > M_u$. O.K

➤ **Rebar Spacing for Bottom Reinforcement Check**

$$\begin{aligned}
cl_{\min} &= 33.33 \quad \text{mm} \\
cl_{\max} &= 450.00 \quad \text{mm} \\
cl &= 96.00 \quad \text{mm}
\end{aligned}$$

$cl_{\min} < cl < cl_{\max}$. O.K

➤ **Top Reinforcement For Critical Section**

$$\begin{aligned}
\text{Maximum moment, } M_{Xu} &= 757.57 \quad \text{kN.m/m} \\
\text{Member height, } H &= 1500 \quad \text{mm} \\
\text{Effective member width, } b_w &= 1000 \quad \text{mm} \\
\text{Concrete cover, } c_{cf} &= 65 \quad \text{mm} \\
\text{Concrete cover, } c_{cf2} &= 65 \quad \text{mm} \\
\text{Main Reinforcement} &= \text{D 29 - } 125 \\
\text{Span} &= 4.93 \quad \text{m}
\end{aligned}$$

Effective depth,

$$\begin{aligned}
d &= hf - c_{cf} - db/2 \\
&= 1500 - 65 - 1/2 * 29 \\
&= 1420.50 \quad \text{mm} \\
A_s \text{ min} &= \text{Max}(0.0018 \times 420 / f_y, 0.0014 A_g) \\
&= 2700.00 \quad \text{mm}^2 \\
A_s \text{ used} &= 5284.16 \quad \text{mm}^2 \\
a &= (A_s f_y) / (0.85 f_c' b_w) \\
&= 74.60 \quad \text{mm}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 c &= a / \beta_1 \\
 &= 93.25 \quad \text{mm} \\
 \varepsilon_t &= 0.003 (d_t - c) / c \\
 &= 0.04 \quad \geq \varepsilon_{t, \min} \quad = 0.0040 \\
 \phi_m M_n &= \phi_m A_s f_y (d - a/2) \\
 &= 2762.82 \quad \text{kNm}
 \end{aligned}$$

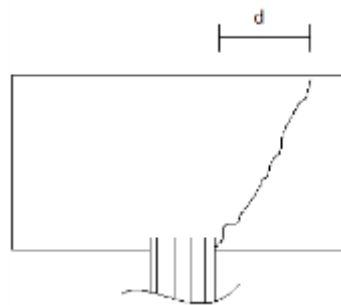
$\phi M_n > M_u$. O.K

➤ **Rebar Spacing For Top Reinforcement Check**

$$\begin{aligned}
 cl_{\min} &= 33.33 \quad \text{mm} \\
 cl_{\max} &= 450.00 \quad \text{mm} \\
 cl &= 96.00 \quad \text{mm}
 \end{aligned}$$

$cl_{\min} < cl < cl_{\max}$. O.K

6. One-way Shear Check



Gambar 4.96 One-way Shear Check

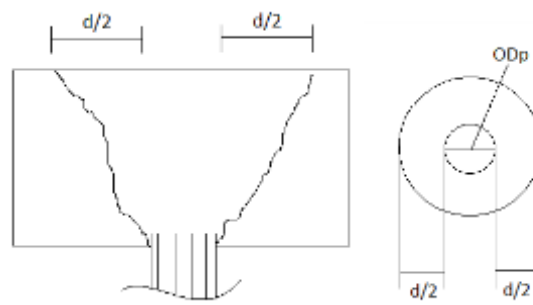
(Sumber : 26071-203-DBC-323-30007)

$$\begin{aligned}
 V_u \text{ Shear Force Ultimate} &= \text{Plate Output Staad Pro} \\
 &= 58.73 \quad \text{kN}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \phi_v V_n &= \phi_v 0.17 \lambda \sqrt{f_c'} b d \\
 &= 446.81 \quad \text{kN}
 \end{aligned}$$

$\phi V_n > V_u$. O.K

7. Two-way Shear Check



Gambar 4.97 Two-way Shear Check

(Sumber : 26071-203-DBC-323-30007)

$$\text{ODp} = 812.80 \text{ mm}$$

(Pile Diameter)

$$d = 607.70 \text{ mm}$$

(Effective Depth of Pile Cap)

$$\beta = 1.00$$

$$\alpha_s = 20.00$$

$$b_o = 4,462.63 \text{ mm}$$

(Pseudocritical perimeter)

$$V_u = \text{Maximum Pile Reaction}$$

$$= 551.58 \text{ kN}$$

$$V_c = \text{least of:}$$

$$= 0.33 \lambda \sqrt{f_c'} b_o d$$

$$= 0.17 (1 + 2/\beta) \lambda \sqrt{f_c'} b_o d$$

$$= 0.083 (2 + \alpha_s d / b_o) \lambda \sqrt{f_c'} b_o d$$

$$= 4076.96 \text{ kN}$$

$$\phi_v V_n = 3057.72 \text{ kN}$$

$\phi V_n > V_u$. O.K

8. Skin Reinforcement

Tulangan kulit memanjang harus terdistribusi merata dengan h melebihi 900 mm.

$$\begin{aligned}
 \text{Use Skin Reinforcement} &= \text{D 13 - 200} \\
 \text{Maximum spacing } s &= \text{least of} \\
 &= 380 (280 / f_s) - 2.5C_c \\
 &= 300 (280 / f_s) \\
 &= 217.50 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Dimana:

$$\begin{aligned}
 f_s &= (2/3) f_y \\
 &= 280.00 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

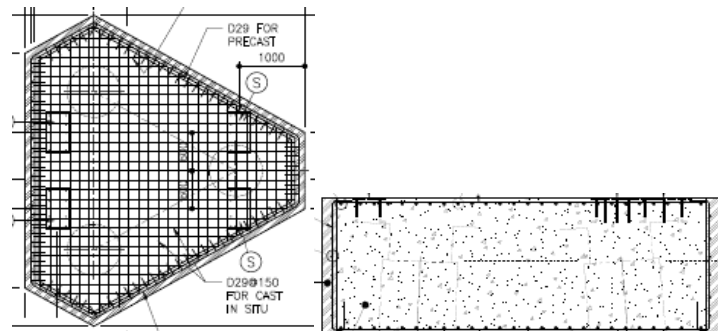
$$C_c \text{ Clear cover} = 65.00 \text{ mm}$$

$s < s \text{ max O.K}$

9. Precast Section

Penampang beton kepala tiang pancang yang akan dipracetak ditunjukkan oleh ilustrasi di bawah ini:

Bagian ini akan dianalisis strukturnya sebagai dinding.



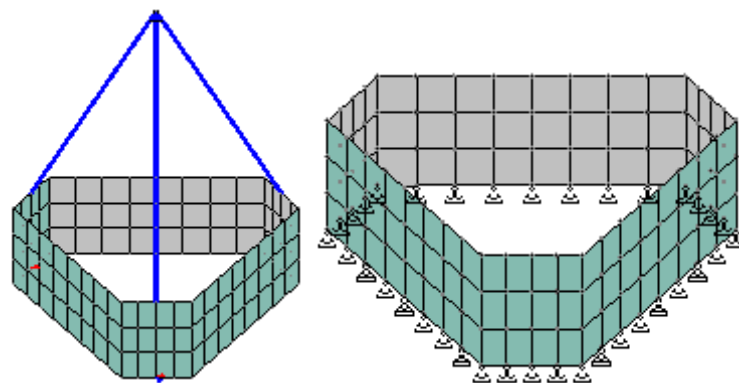
Gambar 4.98 Penampang Beton

(Sumber : 26071-203-DBC-323-30007)

Properties

f_c'	=	41 MPa	(Concrete strength)
f_y	=	420 MPa	(Yield strength of main bars)
f_{yt}	=	420 MPa	(Yield strength of stirrups)
ϕ_{comb}	=	0.65	
ϕ_{shear}	=	0.75	
λ	=	1.0	(Modification factor for normal weight concrete)
β_1	=	0.76	(Equivalent rectangular compressive stress block factor)
C_c	=	65 mm	(Minimum concrete cover)
C_l	=	29 mm	(Minimum clear spacing between main bars)

ϵ_{cu} = 0.003 (Maximum strain at the extreme concrete compression fiber)
 Length (L) = 4925 mm
 Width (B) = 4265 mm
 Height (H) = 1500 mm
 Thickness = 150 mm
 (h)
 Main Rebar = D29 - 125



Gambar 4.99 Lifting Condition dan Supported Condition

(Sumber : 26071-203-DBC-323-30007)

Tabel 4.34. Plate Result- Lifting Condition

	Plate	L/C	Shear		Membrane			Bending Moment		
			SQX (local) N/mm2	SQY (local) N/mm2	SX (local) N/mm2	SY (local) N/mm2	SXY (local) N/mm2	Mx kN-m/m	My kN-m/m	Mxy kN-m/m
Max Qx	145	1 DEAD LOA	0.129	0.026	-0.066	0.036	-0.054	-0.068	0.614	-1.998
Min Qx	136	1 DEAD LOA	-0.129	0.026	-0.066	0.036	0.054	-0.068	0.614	1.998
Max Qy	174	1 DEAD LOA	0.004	0.032	0.005	0.103	0.093	-0.716	0.541	0.903
Min Qy	142	1 DEAD LOA	0.119	-0.078	-0.001	0.306	-0.165	-4.544	2.072	-1.830
Max Sx	193	1 DEAD LOA	0.000	0.000	0.179	0.003	-0.006	0.494	-0.006	-0.006
Min Sx	40	1 DEAD LOA	-0.000	0.000	-0.279	-0.004	-0.005	0.523	0.003	-0.004
Max Sy	139	1 DEAD LOA	-0.119	-0.078	-0.001	0.306	0.165	-4.544	2.072	1.830
Min Sy	160	1 DEAD LOA	-0.001	0.006	-0.030	-0.016	0.050	0.501	-0.037	0.150
Max Sx	139	1 DEAD LOA	-0.119	-0.078	-0.001	0.306	0.165	-4.544	2.072	1.830
Min Sxy	142	1 DEAD LOA	0.119	-0.078	-0.001	0.306	-0.165	-4.544	2.072	-1.830
Max Mx	28	1 DEAD LOA	0.011	0.009	-0.204	-0.008	0.012	1.543	0.157	0.631
Min Mx	139	1 DEAD LOA	-0.119	-0.078	-0.001	0.306	0.165	-4.544	2.072	1.830
Max My	142	1 DEAD LOA	0.119	-0.078	-0.001	0.306	-0.165	-4.544	2.072	-1.830
Min My	197	1 DEAD LOA	-0.006	-0.007	0.048	0.008	0.052	-0.291	-0.062	0.219
Max Mx	136	1 DEAD LOA	-0.129	0.026	-0.066	0.036	0.054	-0.068	0.614	1.998
Min Mxy	145	1 DEAD LOA	0.129	0.026	-0.066	0.036	-0.054	-0.068	0.614	-1.998

(Sumber : 26071-203-DBC-323-30007)

Tabel 4.35. Plate Result-Supported condition

	Plate	L/C	Shear		Membrane			Bending Moment		
			SQX (local) N/mm2	SQY (local) N/mm2	SX (local) N/mm2	SY (local) N/mm2	SXY (local) N/mm2	Mx kN-m/m	My kN-m/m	Mxy kN-m/m
Max Qx	55	3 1.2 DL + 1.6	0.204	-0.038	0.220	-0.011	0.018	-5.651	-0.567	-2.928
Min Qx	52	3 1.2 DL + 1.6	-0.204	-0.038	0.220	-0.011	-0.018	-5.651	-0.567	2.928
Max Qy	193	3 1.2 DL + 1.6	-0.021	0.121	0.046	0.010	-0.016	2.742	3.611	-1.253
Min Qy	161	3 1.2 DL + 1.6	-0.162	-0.094	0.243	-0.013	0.045	-4.158	0.251	3.993
Max Sx	117	3 1.2 DL + 1.6	0.023	-0.027	0.361	-0.016	0.010	-6.584	-0.771	0.705
Min Sx	197	1 DEAD LOA	-0.000	0.001	-0.007	-0.030	0.001	-0.004	-0.009	0.005
Max Sy	202	2 LIVE LOAD	0.013	0.076	0.032	0.029	0.010	1.714	2.257	0.783
Min Sy	213	3 1.2 DL + 1.6	-0.084	0.012	0.077	-0.110	0.033	-2.613	-0.451	-1.738
Max Sx	205	3 1.2 DL + 1.6	0.014	-0.040	0.074	-0.094	0.123	-2.413	0.006	4.196
Min Sxy	190	3 1.2 DL + 1.6	-0.014	-0.040	0.074	-0.094	-0.123	-2.413	0.006	-4.196
Max Mx	40	3 1.2 DL + 1.6	0.027	-0.029	0.177	-0.005	-0.004	8.050	1.546	-0.928
Min Mx	136	3 1.2 DL + 1.6	0.064	0.035	0.360	0.010	0.004	-9.779	-1.150	1.498
Max My	166	3 1.2 DL + 1.6	-0.014	0.006	0.121	-0.004	0.011	5.993	5.011	1.289
Min My	136	3 1.2 DL + 1.6	0.064	0.035	0.360	0.010	0.004	-9.779	-1.150	1.498
Max Mx	196	3 1.2 DL + 1.6	0.074	0.073	0.069	-0.019	0.089	1.318	1.941	5.088
Min Mxy	199	3 1.2 DL + 1.6	-0.074	0.073	0.069	-0.019	-0.089	1.318	1.941	-5.088

(Sumber : 26071-203-DBC-323-30007)

➤ **Minimum Thickness**

Sebagai dinding non-bantalan

minimum thickness needed = Greater of :
 100 mm and 1/30
 the lesser of unsupported length and unsupported
 height (= 50 mm)

Minimum thickness used = 150 mm **OK**

➤ **Concrete Design Parameter**

Factor relating depth of equivalent rectangular = 0.76

compressive stress block to neutral axis depth, β_1

Concrete cover, c_{cf} = 65.00 mm

Strength reduction factor for tension and flexure, ϕ_m = 0.90

Strength reduction factor for compression, ϕ_c = 0.65

Strength reduction factor for shear, ϕ_v = 0.75

Static modulus elasticity of concrete, E_c = 30095 MPa

Concrete poisson ratio, n_c = 0.2

Rebar elastic modulus, E_s = 200000 MPa

Maximum agregate size = 25 mm

➤ **Weak Tension Reinforcement for Critical Section**

$$\text{Maximum moment, } M_{Xu} = 9.78 \text{ kN.m/m}$$

$$\text{Member height, } h = 150.00 \text{ mm}$$

$$\text{Effective member width, } b_w = 1000 \text{ mm}$$

$$\text{Concrete cover, } c_{cf} = 65.00 \text{ mm}$$

$$\text{Main Reinforcement} = \text{D 29} - 125$$

Effective depth,

$$d = \text{Min}(h - C_{cf} - 0.5 d_b ; C_{cf} + 0.5 d_b)$$

$$= 70.50 \text{ mm}$$

$$\text{Max}(0.0018 \times 420/f_y A_g, 0.0014$$

$$A_s \text{ min} = A_g)$$

$$= 270.00 \text{ mm}^2$$

$$A_s \text{ used} = 5284.16 \text{ mm}^2$$

$$(A_s f_y) / (0.85 f_c')$$

$$a = b_w)$$

$$= 63.68 \text{ mm}$$

$$c = a / \beta_1$$

$$= 84.11 \text{ mm}$$

$$\phi_m M_n = \phi_m A_s f_y (d - a/2)$$

$$= 77.22 \text{ kNm}$$

$\phi M_n > M_u$. O.K

➤ **Rebar Spacing for Weak Tension Reinforcement Check**

$$c_{l_{\min}} = 33.33 \text{ mm}$$

$$c_{l_{\max}} = 300.00 \text{ mm}$$

$$c_l = 96.00 \text{ mm}$$

$c_{l_{\min}} < c_l < c_{l_{\max}}$. O.K

➤ **Strong Tension Reinforcement for Critical Section**

$$\text{Maximum moment, } M_{Xu} = 8.05 \text{ kN.m/m}$$

$$\text{Member height, } h = 150.00 \text{ mm}$$

$$\text{Effective member width, } b_w = 1000 \text{ mm}$$

$$\text{Concrete cover, } c_{cf} = 65.00 \text{ mm}$$

Main Reinforcement = D 29 - 125

Effective depth,

$$\begin{aligned}d &= \text{Max}(h - C_{cf} - 0.5 d_b ; C_{cf} + 0.5 d_b) \\ &= 79.50 \text{ mm} \\ A_s \text{ min} &= \text{Max}(0.0018 \times 420 / f_y A_g, 0.0014 A_g) \\ &= 270.00 \text{ mm}^2 \\ A_s \text{ used} &= 5284.16 \text{ mm}^2 \\ &= (A_s f_y) / (0.85 f_c') \\ a &= b_w \\ &= 63.68 \text{ mm} \\ c &= a / \beta_1 \\ &= 84.11 \text{ mm} \\ \phi_m M_n &= \phi_m A_s f_y (d - a/2) \\ &= 95.19 \text{ kNm}\end{aligned}$$

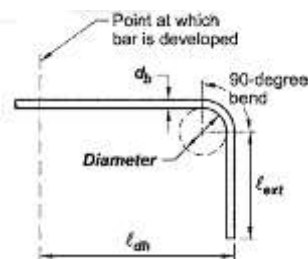
$\phi M_n > M_u$. O.K

➤ **Rebar Spacing for Top Reinforcement Check**

$$\begin{aligned}c_{l_{\min}} &= 29.00 \text{ mm} \\ c_{l_{\max}} &= 300.00 \text{ mm} \\ c_l &= 96.00 \text{ mm}\end{aligned}$$

$c_l \min < c_l < c_l \max$. O.K

➤ **Development Length**



Gambar 4.100 Hooked Type

(Sumber : 26071-203-DBC-323-30007)

Pengembangan tulangan yang digunakan adalah tipe hooked.

$$l_{dh} = 365.22 \text{ mm (Development length of hooked bar)}$$

$$l_{ext} = 348.00 \text{ mm (12 } d_b \text{. Length of extension hook)}$$

Dimana:

$$l_{dh} = \text{The Greater of:}$$

$$= (0.24 f_y \psi_e \psi_c \psi_r / \lambda \sqrt{f_c'}) d_b$$

$$= 8 d_b$$

$$= 150 \text{ mm}$$

$$d_b = 29 \text{ mm}$$

$$\psi_e = 1.0$$

$$\psi_c = 1.0$$

$$\psi_r = 0.80$$

$$\lambda = 1.0$$

➤ ***Straight Type***

untuk Tulangan Tarik, Panjang Pengembangan (l_d) harus dihitung dengan:

$$l_d = \text{Max}((f_y \psi_t \psi_e \psi_s / 1.1 \lambda \sqrt{f_c'} ((C_b + K_{tr})/d_b) d_b), 300 \text{ mm})$$

$$= 802.38 \text{ mm}$$

Dimana:

$$d_b = 29 \text{ mm}$$

$$\psi_t = 1.0$$

$$\psi_e = 1.0$$

$$\psi_s = 1.0$$

$$\lambda = 1.0$$

$$C_b = 62.50 \text{ mm}$$

$$K_{tr} = 0$$

$$(C_b + K_{tr})/D_b = 2.2 < 2.5$$

$$= 2.2 \text{ (used)}$$

Untuk Penguatan Kompresi, Panjang Pengembangan (l_{dc}) harus dihitung dengan:

$$l_d = \text{Max}((0.24 f_y \psi_r / \lambda \sqrt{f_c'}) d_b) , 0.043 f_y \psi_r d_b)$$

$$= 392.81 \text{ mm}$$

Dimana:

$$\psi_r = 0.75$$

Untuk kepraktisan, pengembangan panjang yang digunakan untuk semua tulangan adalah maks(l_d , l_{dc}) = 802,38 mm

➤ **Lap Splice Between Reinforcement Bar**

untuk Penguatan Tegangan, Panjang Sambungan Lap (pertama) harus memenuhi kriteria pada ACI-318-14

$$l_{st} = 1043.10 \text{ mm}$$

Dimana:

$$l_d = \text{Max}((f_y \psi_t \psi_e \psi_s / 1.1 \lambda \sqrt{f_c'} ((C_b + K_{tr})/d_b)d_b) , 300 \text{ mm})$$

$$= 802.38 \text{ mm}$$

$$d_b = 29 \text{ mm}$$

$$\psi_t = 1.0$$

$$\psi_e = 1.0$$

$$\psi_s = 1.0$$

$$\lambda = 1.0$$

$$C_b = 62.50 \text{ mm}$$

$$K_{tr} = 0$$

$$(C_b + K_{tr})/D_b = 2.2 < 2.5$$

$$= 2.2 \text{ (used)}$$

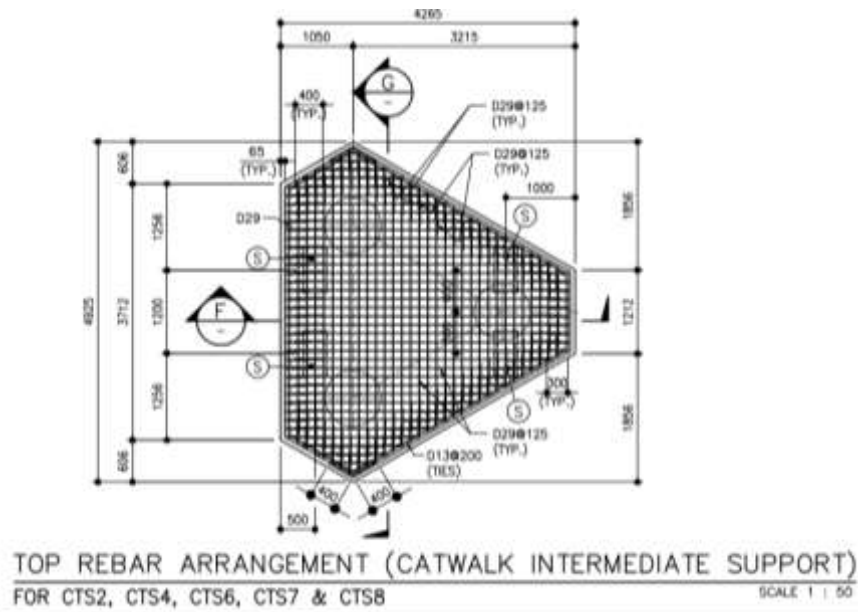
Untuk Tulangan Kompresi, lap slice (l_{sc}) harus dihitung sesuai dengan:

- For $f_y \leq 420 \text{ Mpa}$, $l_{sc} = \text{max}(0.071 f_y d_b, 300 \text{ mm})$

- For $f_y > 420 \text{ Mpa}$, $l_{sc} = \text{max}((0.13 f_y - 24) d_b, 300 \text{ mm})$

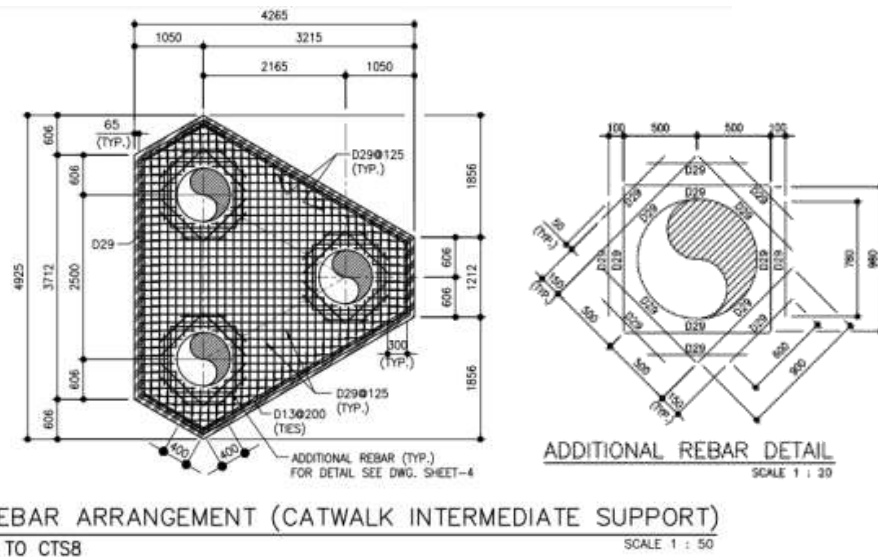
$$l_{sc} = 864.78 \text{ mm}$$

Untuk kepraktisan, sambungan putaran yang digunakan untuk semua tulangan adalah maks(l_{st} , l_{sc}) = 1043,10 = mm



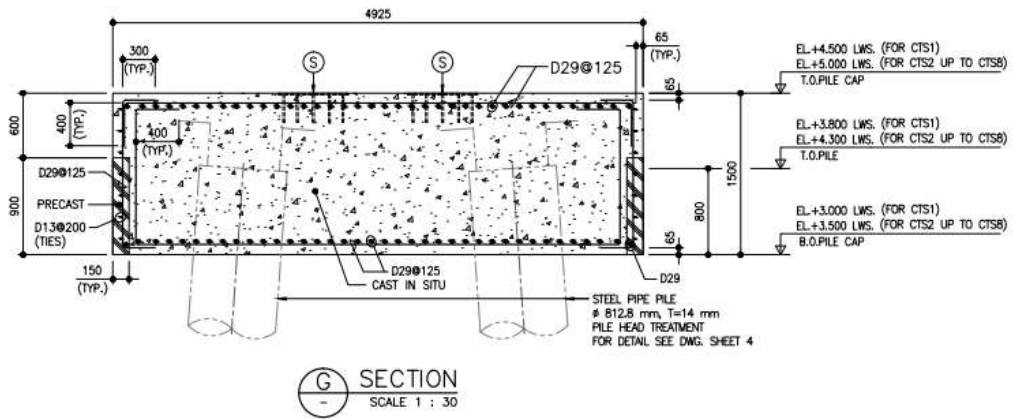
Gambar 4.101 Susunan Tulangan Atas (Dukungan Perantara *Catwalk*)

(Sumber : 26071-203-CM-323-30047_001)



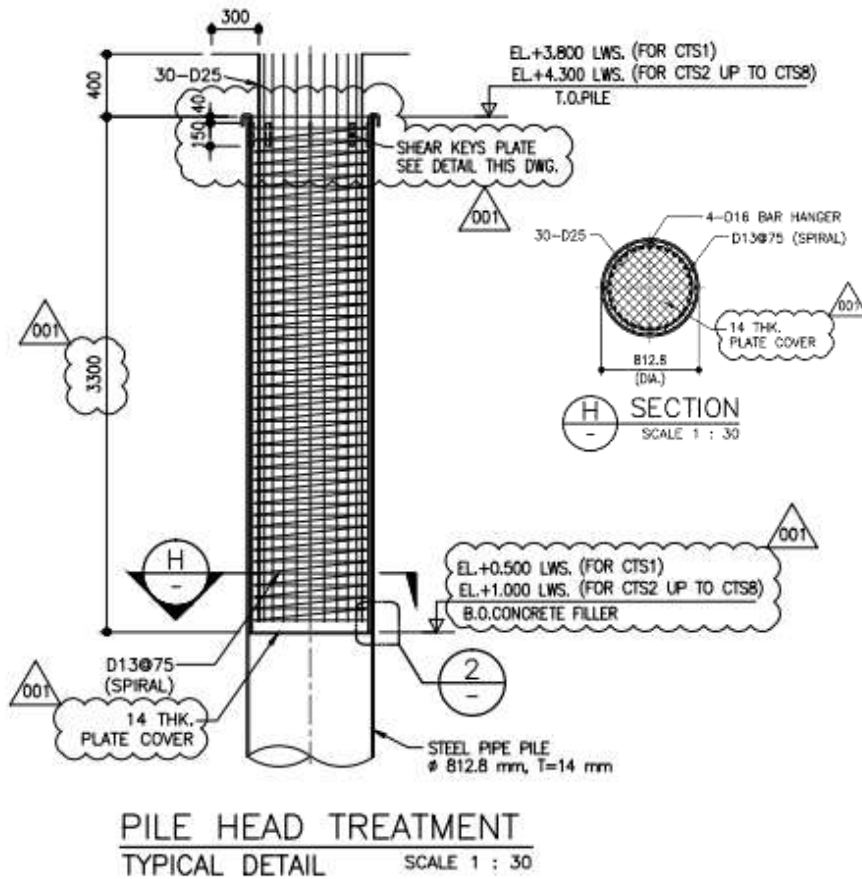
Gambar 4.102 Susunan Tulangan Bawah (Dukungan Perantara *Catwalk*)

(Sumber : 26071-203-CM-323-30047_001)



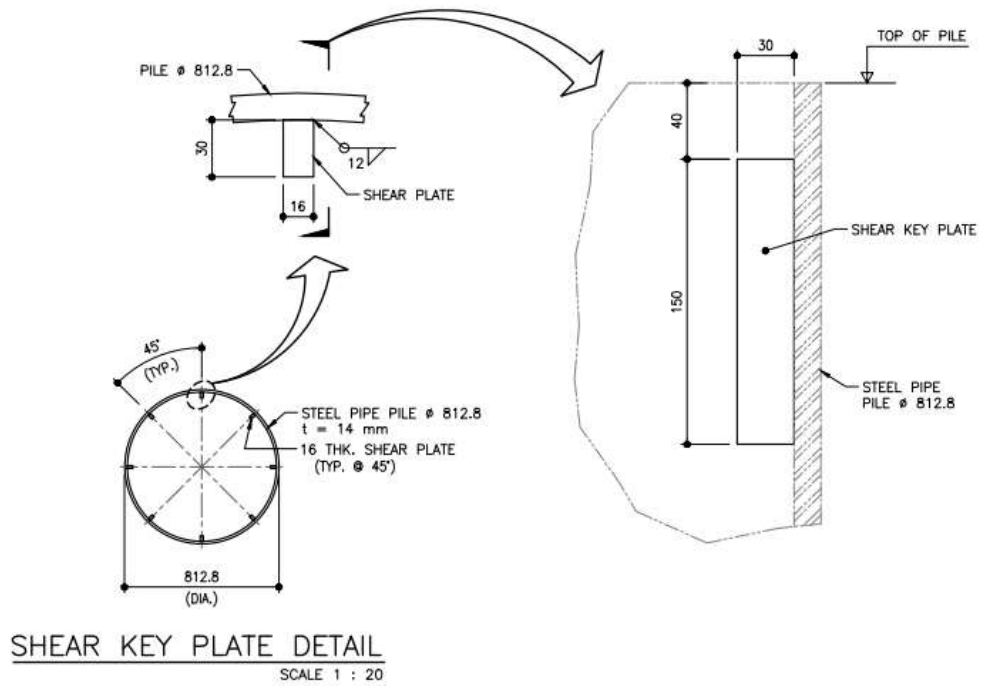
Gambar 4.103 Pile Cap Catwalk Bagian G

(Sumber : 26071-203-CM-323-30047_001)



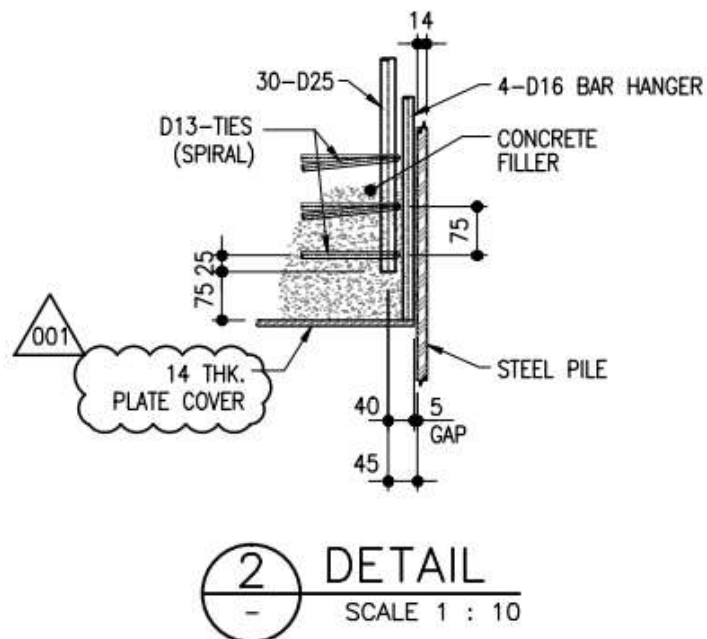
Gambar 4.104 Perawatan Kepala Tiang

(Sumber : 26071-203-CM-323-30047_001)



Gambar 4.105 Detail Pelat Kunci Geser

(Sumber : 26071-203-CM-323-30047_001)



Gambar 4.106 Bagian Detail Pelat Kunci Geser

(Sumber : 26071-203-CM-323-30047_001)

BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan data-data sekunder yang didapatkan dari perencanaan Struktur *Catwalk* Jetty 6A pada proyek *The Refinery Development Master Plan (RDMP) Project RU V* Pada Dermaga Jetty Pertamina Balikpapan Kalimantan Timur, maka didapatkan hasil analisis struktur sebagai berikut :

1. Permodelan Struktur tidak dimodelkan seluruh struktur, akan tetapi hanya sebuah pendekatan dengan model struktur yang terdiri dari: Tiang Pipa Baja, *Pile Cap*, Balok beton, balok baja.
2. Hasil Analisis Total Pembebanan yang diinputkan ke dalam model Struktur *Catwalk* 10-14, dan *Support* 7, 8 sebagai berikut,

<i>Catwalk</i> 10	: 42,686 kN
<i>Catwalk</i> 11	: 230,486 kN
<i>Catwalk</i> 12	: 238,986 kN
<i>Catwalk</i> 13	: 235,392 kN
<i>Catwalk</i> 14	: 209,481 kN
<i>Catwalk Support</i> 7, 8	: 497,552 kN

Maka, beban yang diterima pada *Catwalk* 10-14 dan *Support* 7,8 yaitu 1.454,583 kN

3. Hasil Analisis Stabilitas Struktur *Catwalk* 10-14 dan *Catwalk Support* 7, 8 terhadap kombinasi pembebanan yang dikenakan, didapatkan nilai *steel stress ratio* dengan kondisi nilai terbesar sebagai berikut,

CT 10 dengan *steel stress ratio* terbesar terletak pada batang B8 yaitu 0.00098, CT11 terletak pada batang B6 yaitu 0.012, CT12 pada batang B7 yaitu 0.315, CT13 pada batang B2 yaitu 0.307, CT14 pada batang B5 yaitu 0.882, dan CT *Support* 7, 8 dengan hasil *steel stress ratio* terbesar yaitu 0.361 pada batang R4.

Dari hasil analisis tersebut didapatkan nilai *steel stress ratio* keseluruhannya kurang dari 1,00. Dengan demikian seluruh beban yang bekerja pada Struktur

Catwalk 10-14 dan, *Support* 7,8 dapat ditahan oleh *steel Pipe Pile* dengan mutu ($f_y = 250$ $f_u = 400$), berat *Steel* 78.50 kN/ m³

4. Dari hasil analisis tulangan struktur *Catwalk Support* 7, 8 terdapat nilai terbesar pada ($M_u = 649.9431$), ($P_u = 551.58$), ($V_u = 69.292$), dan ($T_u = 7.70$). Dari hasil analisis Struktur diperoleh tulangan dari elemen-elemen struktur yang telah dikontrol stabilitasnya terhadap retak dan lendutan sebagai berikut:

➤ *Kebutuhan Tulangan Pile Head*

Section Size (D) : 785 mm (Diameter Lingkaran dalam *Pile*)

Selimut Beton : 40 mm

Tulangan Utama : 30 – D25

Tulangan Spiral : D13-75

➤ *Kebutuhan Tulangan Pile Cap*

Section Size (D) : 4265 x 4925 mm

Selimut Beton : 65 mm

Tulangan Utama : D29 - 125

Skin Reinforcement : D13-200

➤ *Kebutuhan Tulangan Precast*

Section Size (D) : 4265 x 4925 mm

Selimut Beton : 65 mm

Tulangan Utama : D29 - 125

Ties : D13-200

5.2. Saran

Dari hasil pembahasan dan analisis yang dilakukan adapun saran yang bisa dipertimbangkan, yaitu:

1. Perlu adanya perbaikan terhadap struktur *catwalk* dan *catwalk support* untuk kedepannya.
2. Perlunya perawatan berkala terhadap fasilitas struktur *catwalk* dan *catwalk support* agar bisa bertahan lama dan memperlancar operasional di pelabuhan.

DAFTAR PUSTAKA

- Triatmodjo, B. (2010). *Perencanaan Pelabuhan*. Yogyakarta : Beta Offset.
- Triatmodjo, B. (2009). *Perencanaan Pelabuhan*. Yogyakarta : Beta Offset.
- Badan Standardisasi Nasional. (2013) (BSN). (2019). *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung Sebagai Revisi Dari Standar Nasional Indonesia. SNI 1726-2019*, 8, 254.
- Boyke, C. S. P. (2019). *Perencanaan Pelabuhan dan Terminal*. February.
- Ir. Oentoeng. (2013). *Konstruksi Baja*. Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, 06(01), 8-17.
- Rene Amon, Bruce Knobloch, Atanu, Mazumder. (2000). *Steel Design For Engineers And Architects*. Jakarta.
- Hardihardaja, Joetata, 1997. *Sistem Transportasi*. Jakarta : Universitas Guru Darma.
- Kamaludin, R. (1996). *Ekonomi Transportasi*. Jakarta : Gramedia.
- Maritime Development Programme Directorate General Of Sea Communications, (1984), *Standard Design Criteria For Port In Indonesia*. Jakarta.
- Edo Yoga Prasetya dan Hilwa Jaudah. (2018). *MODIFIKASI DESAIN STRUKTUR DERMAGA MINYAK BRONDONG LAMONGAN DENGAN KAPASITAS 5.000 DWT DAN 10.000 DWT*, Surabaya.
- Badan Standardisasi Nasional. (BSN), 2004, RSNI T-03-2005. *Perencanaan Struktur Baja Untuk Jembatan*.
- Adrianus Robert. (2020). *Pekerjaan Pengecoran Beton Pile Cap Pada Ruang Tunggu Pelabuhan Penyebrangan Pamatata*, Kabupaten Kepulauan Selayar.
- Badan Standardisasi Nasional. (BSN), (2019). *Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung*. Jakarta. SNI 2847-2019.
- Bowles, J.E., (1993). *Analisis dan Desain Pondasi*, Edisi keempat Jilid 2, Erlangga, Jakarta.

LAMPIRAN 1
DATA STEEL PIPE PILE

➤ PBH-27 Area

Steel Pipe Pile D-812.8 (14 mm Thickness)

Depth (m)	Soil Description	N ₆₀ (blow/ft)	q _p (kPa)	f _s (kPa)	Condition	Final Calculation							
						Q _p (kN)	Σ Q _s (kN)	W _f (kN)	Q _u (kN)	Q _{ut} (kN)	SF	Q _a (kN)	Q _{at} (kN)
0.00	Silty Clay		0.00	0.00	Unplugged	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.00	0.00	0.00
1.50	Silty Clay	1.00	0.00	0.00	Unplugged	0.00	0.00	4.07	0.00	4.07	3.00	0.00	1.36
4.00	Silty Clay	1.00	45.45	4.77	Plugged	22.85	29.98	27.55	52.83	57.54	3.00	17.61	19.18
5.50	Silty Clay	1.00	45.45	5.05	Plugged	22.85	49.02	41.64	71.87	90.66	3.00	23.96	30.22
7.00	Silty Clay	1.00	42.30	4.70	Plugged	21.26	66.74	55.59	88.00	122.33	3.00	29.33	40.78
9.00	Silty Clay	5.00	42.30	4.70	Plugged	21.26	90.36	74.19	111.63	164.56	3.00	37.21	54.85
10.50	Silty Clay	5.00	42.30	4.70	Plugged	21.26	108.08	88.14	129.34	196.22	3.00	43.11	65.41
12.50	Silty Clay	9.00	62.10	6.90	Plugged	31.21	142.77	107.37	173.98	250.13	3.00	57.99	83.38
13.50	Silty Clay	10.00	62.10	6.90	Plugged	31.21	160.11	116.98	191.32	277.09	3.00	63.77	92.36
15.00	Silty Clay	11.00	62.10	6.90	Plugged	31.21	186.12	131.40	217.33	317.52	3.00	72.44	105.84
17.00	Silty Clay	12.00	64.80	7.20	Plugged	32.57	222.31	150.82	254.88	373.13	3.00	84.96	124.38
18.50	Silty Clay	13.00	64.80	7.20	Plugged	32.57	249.45	165.38	282.03	414.83	3.00	94.01	138.28
20.00	Silty Clay	12.00	64.80	7.20	Plugged	32.57	276.60	179.94	309.17	456.53	3.00	103.06	152.18
21.50	Silty Sand	19.00	2139.99	39.92	Unplugged	73.98	572.29	184.01	646.27	658.72	3.00	215.42	219.57
23.00	Silty Sand	23.00	2425.54	45.24	Unplugged	83.85	907.44	188.08	991.29	887.34	3.00	330.43	295.78
24.50	Silty Sand	25.00	2720.52	50.74	Unplugged	94.05	1283.34	192.15	1377.39	1143.26	3.00	459.13	381.09
26.00	Silty Sand	46.00	6229.00	71.93	Unplugged	215.34	1816.16	196.22	2031.50	1504.33	3.00	677.17	501.44
27.50	Silty Sand	46.00	7016.96	81.02	Unplugged	242.58	2416.38	200.29	2658.96	1910.54	3.00	886.32	636.85
28.50	Silty Sand	46.00	7542.26	87.09	Unplugged	260.74	2846.49	203.00	3107.23	2201.43	3.00	1035.74	733.81
30.00	Silty Sand	46.00	8330.22	95.70	Unplugged	287.98	3555.42	207.07	3843.40	2680.48	3.00	1281.13	893.49
32.00	Silty Sand	46.00	9380.83	95.70	Unplugged	324.30	4500.67	212.50	4824.96	3319.23	3.00	1608.32	1106.41
34.00	Silty Sand	46.00	9600.00	95.70	Unplugged	331.87	5445.91	217.93	5777.78	3957.97	3.00	1925.93	1319.32
36.00	Silty Sand	46.00	9600.00	95.70	Unplugged	331.87	6391.16	223.36	6723.03	4596.71	3.00	2241.01	1532.24
38.00	Silty Sand	46.00	9600.00	95.70	Unplugged	331.87	7336.40	228.78	7668.27	5235.45	3.00	2556.09	1745.15
40.00	Silty Sand	46.00	9600.00	95.70	Unplugged	331.87	8281.65	234.21	8613.52	5874.19	3.00	2871.17	1958.06
42.00	Silty Sand	46.00	9600.00	95.70	Unplugged	331.87	9226.89	239.64	9558.76	6512.93	3.00	3186.25	2170.98
44.00	Silty Sand	46.00	9600.00	95.70	Plugged	4825.49	9707.93	266.55	14533.42	6862.14	3.00	4844.47	2287.38
46.00	Silty Sand	46.00	9600.00	95.70	Plugged	4825.49	10188.97	293.45	15014.46	7211.34	3.00	5004.82	2403.78
48.00	Silty Sand	46.00	9600.00	95.70	Plugged	4825.49	10670.01	320.36	15495.50	7560.54	3.00	5165.17	2520.18
50.00	Silty Sand	46.00	9600.00	95.70	Plugged	4825.49	11151.05	347.26	15976.54	7909.75	3.00	5325.51	2636.58
52.00	Silty Sand	46.00	9600.00	95.70	Plugged	4825.49	11632.09	374.17	16457.58	8258.95	3.00	5485.86	2752.98
54.00	Silty Sand	46.00	9600.00	95.70	Plugged	4825.49	12113.14	401.07	16938.62	8608.15	3.00	5646.21	2869.38
56.00	Silty Sand	46.00	9600.00	95.70	Plugged	4825.49	12594.18	427.98	17419.66	8957.35	3.00	5806.55	2985.78
58.00	Silty Sand	46.00	9600.00	95.70	Plugged	4825.49	13075.22	454.88	17900.70	9306.56	3.00	5966.90	3102.19
60.00	Silty Sand	46.00	9600.00	95.70	Plugged	4825.49	13556.26	481.79	18381.74	9655.76	3.00	6127.25	3218.59

➤ PBH-29 Area

Steel Pipe Pile D-812.8 (14 mm Thickness)

Depth (m)	Soil Description	N ₆₀ (blow/ft)	q _p (kPa)	f _s (kPa)	Condition	Final Calculation							
						Q _p (kN)	Σ Q _s (kN)	W _f (kN)	Q _u (kN)	Q _{ut} (kN)	SF	Q _a (kN)	Q _{at} (kN)
0.00	Silty Clay		0.00	0.00	Unplugged	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.00	0.00	0.00
3.00	Silty Clay	1.00	41.85	3.63	Plugged	21.04	27.38	27.14	48.41	54.52	3.00	16.14	18.17
4.50	Silty Clay	1.00	41.85	4.47	Plugged	21.04	44.25	40.71	65.28	84.96	3.00	21.76	28.32
6.00	Silty Clay	1.00	41.85	4.65	Plugged	21.04	61.78	54.28	82.81	116.06	3.00	27.60	38.69
8.50	Silty Clay	1.00	43.65	4.85	Plugged	21.94	92.25	76.93	114.19	169.18	3.00	38.06	56.39
10.50	Silty Clay	1.00	43.65	4.85	Plugged	21.94	116.63	95.06	138.57	211.68	3.00	46.19	70.56
12.00	Silty Clay	3.00	86.85	9.65	Plugged	43.66	153.01	109.76	196.66	262.76	3.00	65.55	87.59
16.50	Silty Clay	4.00	133.65	14.85	Plugged	67.18	320.96	154.22	388.14	475.17	3.00	129.38	158.39
19.50	Silty Clay	2.00	133.65	14.85	Plugged	67.18	432.92	183.86	500.10	616.78	3.00	166.70	205.59
21.00	Silty Clay	5.00	133.65	14.85	Plugged	67.18	488.91	198.68	556.09	687.58	3.00	185.36	229.19
25.00	Clayey Silt	10.00	363.17	36.84	Plugged	182.55	859.22	244.10	1041.77	1103.33	3.00	347.26	367.78
26.50	Clayey Silt	16.00	581.07	49.23	Plugged	292.08	1044.81	262.59	1336.89	1307.40	3.00	445.63	435.80
28.00	Silty Sand	46.00	6683.59	77.18	Unplugged	231.05	1616.52	266.66	1847.57	1694.52	3.00	615.86	564.84
29.50	Sand	46.00	7471.55	86.27	Unplugged	258.29	2255.62	270.73	2513.92	2126.79	3.00	837.97	708.93
31.00	Sand	46.00	8259.51	95.37	Unplugged	285.53	2962.13	274.80	3247.66	2604.22	3.00	1082.55	868.07
32.50	Sand	46.00	9047.46	95.70	Unplugged	312.77	3671.07	278.87	3983.84	3083.28	3.00	1327.95	1027.76
33.00	Sand	46.00	9310.11	95.70	Unplugged	321.85	3907.38	280.23	4229.23	3242.96	3.00	1409.74	1080.99
33.50	Sand	46.00	9572.77	95.70	Unplugged	330.93	4143.69	281.59	4474.62	3402.65	3.00	1491.54	1134.22
34.00	Sand	46.00	9600.00	95.70	Unplugged	331.87	4380.00	282.94	4711.87	3562.33	3.00	1570.62	1187.44
34.50	Sand	46.00	9600.00	95.70	Unplugged	331.87	4616.31	284.30	4948.18	3722.02	3.00	1649.39	1240.67
35.00	Sand	46.00	9600.00	95.70	Unplugged	331.87	4852.62	285.66	5184.50	3881.70	3.00	1728.17	1293.90
35.50	Sand	46.00	9600.00	95.70	Unplugged	331.87	5088.93	287.02	5420.81	4041.39	3.00	1806.94	1347.13
36.00	Sand	46.00	9600.00	95.70	Unplugged	331.87	5325.25	288.37	5657.12	4201.07	3.00	1885.71	1400.36
38.00	Sand	46.00	9600.00	95.70	Unplugged	331.87	6270.49	293.80	6602.36	4839.82	3.00	2200.79	1613.27
40.00	Sand	46.00	9600.00	95.70	Unplugged	331.87	7215.74	299.23	7547.61	5478.56	3.00	2515.87	1826.19
42.00	Sand	46.00	9600.00	95.70	Unplugged	331.87	8160.98	304.65	8492.85	6117.30	3.00	2830.95	2039.10
44.00	Sand	46.00	9600.00	95.70	Plugged	4825.49	8642.02	331.56	13467.51	6466.50	3.00	4489.17	2155.50
46.00	Sand	46.00	9600.00	95.70	Plugged	4825.49	9123.06	358.47	13948.55	6815.70	3.00	4649.52	2271.90
48.00	Sand	46.00	9600.00	95.70	Plugged	4825.49	9604.10	385.37	14429.59	7164.91	3.00	4809.86	2388.30
50.00	Sand	46.00	9600.00	95.70	Plugged	4825.49	10085.14	412.28	14910.63	7514.11	3.00	4970.21	2504.70
52.00	Sand	46.00	9600.00	95.70	Plugged	4825.49	10566.18	439.18	15391.67	7863.31	3.00	5130.56	2621.10
54.00	Sand	46.00	9600.00	95.70	Plugged	4825.49	11047.22	466.09	15872.71	8212.52	3.00	5290.90	2737.51
56.00	Sand	46.00	9600.00	95.70	Plugged	4825.49	11528.26	492.99	16353.75	8561.72	3.00	5451.25	2853.91
58.00	Sand	46.00	9600.00	95.70	Plugged	4825.49	12009.31	519.90	16834.79	8910.92	3.00	5611.60	2970.31
60.00	Sand	46.00	9600.00	95.70	Plugged	4825.49	12490.35	546.81	17315.83	9260.13	3.00	5771.94	3086.71

LAMPIRAN 2
STEEL SECTION CHEK

TABLE: Steel Details 1 – Summary Data – AISC – ASD89

Frame Text	Design Sect Text	Design Type Text	Status Text	Ratio Unitless	Ratio Type Text	Combo Text	Location m	ErrMsg Text	WarnMsg Text
69	B5	Beam	No Messages	0,88189	PMM	DSTL15	0,6	No Messages	No Messages
69	B5	Beam	No Messages	0,881595	PMM	DSTL4	0,6	No Messages	No Messages
69	B5	Beam	No Messages	0,881415	PMM	DSTL6	0,6	No Messages	No Messages
69	B5	Beam	No Messages	0,88133	PMM	DSTL16	0,6	No Messages	No Messages
69	B5	Beam	No Messages	0,881237	PMM	DSTL2	0,6	No Messages	No Messages
69	B5	Beam	No Messages	0,881058	PMM	DSTL5	0,6	No Messages	No Messages
69	B5	Beam	No Messages	0,880878	PMM	DSTL3	0,6	No Messages	No Messages
69	B5	Beam	No Messages	0,822188	PMM	DSTL15	0	No Messages	No Messages
69	B5	Beam	No Messages	0,821903	PMM	DSTL4	0	No Messages	No Messages
69	B5	Beam	No Messages	0,821748	PMM	DSTL6	0	No Messages	No Messages
69	B5	Beam	No Messages	0,821673	PMM	DSTL16	0	No Messages	No Messages
69	B5	Beam	No Messages	0,82158	PMM	DSTL2	0	No Messages	No Messages
69	B5	Beam	No Messages	0,821412	PMM	DSTL5	0	No Messages	No Messages
69	B5	Beam	No Messages	0,821258	PMM	DSTL3	0	No Messages	No Messages
69	B5	Beam	No Messages	0,647756	PMM	DSTL17	0,6	No Messages	No Messages
69	B5	Beam	No Messages	0,647461	PMM	DSTL8	0,6	No Messages	No Messages
69	B5	Beam	No Messages	0,647461	PMM	DSTL12	0,6	No Messages	No Messages

69	B5	Beam	No Messages	0,647281	PMM	DSTL10	0,6	No Messages	No Messages
69	B5	Beam	No Messages	0,647281	PMM	DSTL14	0,6	No Messages	No Messages
69	B5	Beam	No Messages	0,647196	PMM	DSTL18	0,6	No Messages	No Messages
69	B5	Beam	No Messages	0,647102	PMM	DSTL1	0,6	No Messages	No Messages
69	B5	Beam	No Messages	0,646924	PMM	DSTL9	0,6	No Messages	No Messages
69	B5	Beam	No Messages	0,646924	PMM	DSTL13	0,6	No Messages	No Messages
69	B5	Beam	No Messages	0,646744	PMM	DSTL7	0,6	No Messages	No Messages
69	B5	Beam	No Messages	0,646744	PMM	DSTL11	0,6	No Messages	No Messages
69	B5	Beam	No Messages	0,603802	PMM	DSTL17	0	No Messages	No Messages
69	B5	Beam	No Messages	0,603516	PMM	DSTL8	0	No Messages	No Messages
69	B5	Beam	No Messages	0,603516	PMM	DSTL12	0	No Messages	No Messages
69	B5	Beam	No Messages	0,603362	PMM	DSTL10	0	No Messages	No Messages
69	B5	Beam	No Messages	0,603362	PMM	DSTL14	0	No Messages	No Messages
69	B5	Beam	No Messages	0,603286	PMM	DSTL18	0	No Messages	No Messages
69	B5	Beam	No Messages	0,603193	PMM	DSTL1	0	No Messages	No Messages
69	B5	Beam	No Messages	0,603025	PMM	DSTL9	0	No Messages	No Messages
69	B5	Beam	No Messages	0,603025	PMM	DSTL13	0	No Messages	No Messages
69	B5	Beam	No Messages	0,602871	PMM	DSTL7	0	No Messages	No Messages
69	B5	Beam	No Messages	0,602871	PMM	DSTL11	0	No Messages	No Messages
69	B5	Beam	No Messages	0,576597	Major Shear	DSTL15	0,3	No Messages	No Messages

69	B5	Beam	No Messages	0,576402	Major Shear	DSTL4	0,3	No Messages	No Messages
69	B5	Beam	No Messages	0,576288	Major Shear	DSTL6	0,3	No Messages	No Messages
69	B5	Beam	No Messages	0,576203	Major Shear	DSTL16	0,3	No Messages	No Messages
69	B5	Beam	No Messages	0,57617	Major Shear	DSTL2	0,3	No Messages	No Messages
69	B5	Beam	No Messages	0,576051	Major Shear	DSTL5	0,3	No Messages	No Messages
69	B5	Beam	No Messages	0,575937	Major Shear	DSTL3	0,3	No Messages	No Messages
69	B5	Beam	No Messages	0,42348	Major Shear	DSTL17	0,3	No Messages	No Messages
69	B5	Beam	No Messages	0,423286	Major Shear	DSTL8	0,3	No Messages	No Messages
69	B5	Beam	No Messages	0,423286	Major Shear	DSTL12	0,3	No Messages	No Messages
69	B5	Beam	No Messages	0,423172	Major Shear	DSTL10	0,3	No Messages	No Messages
69	B5	Beam	No Messages	0,423172	Major Shear	DSTL14	0,3	No Messages	No Messages
69	B5	Beam	No Messages	0,423087	Major Shear	DSTL18	0,3	No Messages	No Messages
69	B5	Beam	No Messages	0,423053	Major Shear	DSTL1	0,3	No Messages	No Messages
69	B5	Beam	No Messages	0,422935	Major Shear	DSTL9	0,3	No Messages	No Messages
69	B5	Beam	No Messages	0,422935	Major Shear	DSTL13	0,3	No Messages	No Messages
69	B5	Beam	No Messages	0,422821	Major Shear	DSTL7	0,3	No Messages	No Messages
69	B5	Beam	No Messages	0,422821	Major Shear	DSTL11	0,3	No Messages	No Messages
69	B5	Beam	No Messages	0,010688	PMM	serv. sm 1801	0,6	No Messages	No Messages
69	B5	Beam	No Messages	0,010688	PMM	serv. sm 1802	0,6	No Messages	No Messages
69	B5	Beam	No Messages	0,010688	PMM	serv. sm 1803	0,6	No Messages	No Messages

69	B5	Beam	No Messages	0,010688	PMM	serv. sm 1804	0,6	No Messages	No Messages
69	B5	Beam	No Messages	0,01014	PMM	serv. sm 1805	0,6	No Messages	No Messages
69	B5	Beam	No Messages	0,01014	PMM	serv. sm 1806	0,6	No Messages	No Messages
69	B5	Beam	No Messages	0,01014	PMM	serv. sm 1807	0,6	No Messages	No Messages
69	B5	Beam	No Messages	0,01014	PMM	serv. sm 1808	0,6	No Messages	No Messages
69	B5	Beam	No Messages	0,009968	PMM	serv. sm 1801	0	No Messages	No Messages
69	B5	Beam	No Messages	0,009968	PMM	serv. sm 1802	0	No Messages	No Messages
69	B5	Beam	No Messages	0,009968	PMM	serv. sm 1803	0	No Messages	No Messages
69	B5	Beam	No Messages	0,009968	PMM	serv. sm 1804	0	No Messages	No Messages
69	B5	Beam	No Messages	0,009465	PMM	serv. sm 1805	0	No Messages	No Messages
69	B5	Beam	No Messages	0,009465	PMM	serv. sm 1806	0	No Messages	No Messages
69	B5	Beam	No Messages	0,009465	PMM	serv. sm 1807	0	No Messages	No Messages
69	B5	Beam	No Messages	0,009465	PMM	serv. sm 1808	0	No Messages	No Messages
69	B5	Beam	No Messages	0,006989	Major Shear	serv. sm 1801	0,3	No Messages	No Messages
69	B5	Beam	No Messages	0,006989	Major Shear	serv. sm 1802	0,3	No Messages	No Messages
69	B5	Beam	No Messages	0,006989	Major Shear	serv. sm 1803	0,3	No Messages	No Messages
69	B5	Beam	No Messages	0,006989	Major Shear	serv. sm 1804	0,3	No Messages	No Messages
69	B5	Beam	No Messages	0,006596	Major Shear	serv. sm 1805	0,3	No Messages	No Messages
69	B5	Beam	No Messages	0,006596	Major Shear	serv. sm 1806	0,3	No Messages	No Messages
69	B5	Beam	No Messages	0,006596	Major Shear	serv. sm 1807	0,3	No Messages	No Messages

69	B5	Beam	No Messages	0,006596	Major Shear	serv. sm 1808	0,3	No Messages	No Messages
69	B5	Beam	No Messages	0,000654	PMM	serv. sm 1809	0,6	No Messages	No Messages
69	B5	Beam	No Messages	0,000654	PMM	serv. sm 1810	0,6	No Messages	No Messages
69	B5	Beam	No Messages	0,000654	PMM	serv. sm 1811	0,6	No Messages	No Messages
69	B5	Beam	No Messages	0,000654	PMM	serv. sm 1812	0,6	No Messages	No Messages
69	B5	Beam	No Messages	0,000609	PMM	serv. sm 1809	0	No Messages	No Messages
69	B5	Beam	No Messages	0,000609	PMM	serv. sm 1810	0	No Messages	No Messages
69	B5	Beam	No Messages	0,000609	PMM	serv. sm 1811	0	No Messages	No Messages
69	B5	Beam	No Messages	0,000609	PMM	serv. sm 1812	0	No Messages	No Messages
69	B5	Beam	No Messages	0,000427	Major Shear	serv. sm 1809	0,3	No Messages	No Messages
69	B5	Beam	No Messages	0,000427	Major Shear	serv. sm 1810	0,3	No Messages	No Messages
69	B5	Beam	No Messages	0,000427	Major Shear	serv. sm 1811	0,3	No Messages	No Messages
69	B5	Beam	No Messages	0,000427	Major Shear	serv. sm 1812	0,3	No Messages	No Messages
69	B5	Beam	No Messages	0,000164	PMM	serv. sm 1813	0	No Messages	No Messages
69	B5	Beam	No Messages	0,000164	PMM	serv. sm 1814	0	No Messages	No Messages
69	B5	Beam	No Messages	0,000164	PMM	serv. sm 1815	0	No Messages	No Messages
69	B5	Beam	No Messages	0,000164	PMM	serv. sm 1816	0	No Messages	No Messages
69	B5	Beam	No Messages	0,000109	PMM	serv. sm 1813	0,6	No Messages	No Messages
69	B5	Beam	No Messages	0,000109	PMM	serv. sm 1814	0,6	No Messages	No Messages
69	B5	Beam	No Messages	0,000109	PMM	serv. sm 1815	0,6	No Messages	No Messages

69	B5	Beam	No Messages	0,000109	PMM	serv. sm 1816	0,6	No Messages	No Messages
69	B5	Beam	No Messages	0,000106	PMM	serv. sm 1813	0,3	No Messages	No Messages
69	B5	Beam	No Messages	0,000106	PMM	serv. sm 1814	0,3	No Messages	No Messages
69	B5	Beam	No Messages	0,000106	PMM	serv. sm 1815	0,3	No Messages	No Messages
69	B5	Beam	No Messages	0,000106	PMM	serv. sm 1816	0,3	No Messages	No Messages

TABLE: Steel Details 1 – Summary Data – AISC – ASD89

Frame Text	Design Sect Text	Design Type Text	Status Text	Ratio Unitless	Ratio Type Text	Combo Text	Location m	ErrMsg Text	WarnMsg Text
13	R4	Column	No Messages	0,360826	PMM	serv. sm 1801	0	No Messages	No Messages
13	R4	Column	No Messages	0,360826	PMM	serv. sm 1802	0	No Messages	No Messages
13	R4	Column	No Messages	0,360826	PMM	serv. sm 1803	0	No Messages	No Messages
13	R4	Column	No Messages	0,360826	PMM	serv. sm 1804	0	No Messages	No Messages
13	R4	Column	No Messages	0,358456	PMM	serv. sm 1809	0	No Messages	No Messages
13	R4	Column	No Messages	0,358456	PMM	serv. sm 1810	0	No Messages	No Messages
13	R4	Column	No Messages	0,358456	PMM	serv. sm 1811	0	No Messages	No Messages
13	R4	Column	No Messages	0,358456	PMM	serv. sm 1812	0	No Messages	No Messages
13	R4	Column	No Messages	0,356808	PMM	serv. sm 1801	0,37628	No Messages	No Messages
13	R4	Column	No Messages	0,356808	PMM	serv. sm 1802	0,37628	No Messages	No Messages
13	R4	Column	No Messages	0,356808	PMM	serv. sm 1803	0,37628	No Messages	No Messages
13	R4	Column	No Messages	0,356808	PMM	serv. sm 1804	0,37628	No Messages	No Messages
13	R4	Column	No Messages	0,35445	PMM	serv. sm 1809	0,37628	No Messages	No Messages
13	R4	Column	No Messages	0,35445	PMM	serv. sm 1810	0,37628	No Messages	No Messages
13	R4	Column	No Messages	0,35445	PMM	serv. sm 1811	0,37628	No Messages	No Messages
13	R4	Column	No Messages	0,35445	PMM	serv. sm 1812	0,37628	No Messages	No Messages
13	R4	Column	No Messages	0,352794	PMM	serv. sm 1801	0,75256	No Messages	No Messages

13	R4	Column	No Messages	0,352794	PMM	serv. sm 1802	0,75256	No Messages	No Messages
13	R4	Column	No Messages	0,352794	PMM	serv. sm 1803	0,75256	No Messages	No Messages
13	R4	Column	No Messages	0,352794	PMM	serv. sm 1804	0,75256	No Messages	No Messages
13	R4	Column	No Messages	0,35045	PMM	serv. sm 1809	0,75256	No Messages	No Messages
13	R4	Column	No Messages	0,35045	PMM	serv. sm 1810	0,75256	No Messages	No Messages
13	R4	Column	No Messages	0,35045	PMM	serv. sm 1811	0,75256	No Messages	No Messages
13	R4	Column	No Messages	0,35045	PMM	serv. sm 1812	0,75256	No Messages	No Messages
13	R4	Column	No Messages	0,271479	PMM	serv. sm 1805	0	No Messages	No Messages
13	R4	Column	No Messages	0,271479	PMM	serv. sm 1806	0	No Messages	No Messages
13	R4	Column	No Messages	0,271479	PMM	serv. sm 1807	0	No Messages	No Messages
13	R4	Column	No Messages	0,271479	PMM	serv. sm 1808	0	No Messages	No Messages
13	R4	Column	No Messages	0,26964	PMM	serv. sm 1813	0	No Messages	No Messages
13	R4	Column	No Messages	0,26964	PMM	serv. sm 1814	0	No Messages	No Messages
13	R4	Column	No Messages	0,26964	PMM	serv. sm 1815	0	No Messages	No Messages
13	R4	Column	No Messages	0,26964	PMM	serv. sm 1816	0	No Messages	No Messages
13	R4	Column	No Messages	0,267607	PMM	serv. sm 1805	0,37628	No Messages	No Messages
13	R4	Column	No Messages	0,267607	PMM	serv. sm 1806	0,37628	No Messages	No Messages
13	R4	Column	No Messages	0,267607	PMM	serv. sm 1807	0,37628	No Messages	No Messages
13	R4	Column	No Messages	0,267607	PMM	serv. sm 1808	0,37628	No Messages	No Messages
13	R4	Column	No Messages	0,265772	PMM	serv. sm 1813	0,37628	No Messages	No Messages

13	R4	Column	No Messages	0,265772	PMM	serv. sm 1814	0,37628	No Messages	No Messages
13	R4	Column	No Messages	0,265772	PMM	serv. sm 1815	0,37628	No Messages	No Messages
13	R4	Column	No Messages	0,265772	PMM	serv. sm 1816	0,37628	No Messages	No Messages
13	R4	Column	No Messages	0,263741	PMM	serv. sm 1805	0,75256	No Messages	No Messages
13	R4	Column	No Messages	0,263741	PMM	serv. sm 1806	0,75256	No Messages	No Messages
13	R4	Column	No Messages	0,263741	PMM	serv. sm 1807	0,75256	No Messages	No Messages
13	R4	Column	No Messages	0,263741	PMM	serv. sm 1808	0,75256	No Messages	No Messages
13	R4	Column	No Messages	0,261909	PMM	serv. sm 1813	0,75256	No Messages	No Messages
13	R4	Column	No Messages	0,261909	PMM	serv. sm 1814	0,75256	No Messages	No Messages
13	R4	Column	No Messages	0,261909	PMM	serv. sm 1815	0,75256	No Messages	No Messages
13	R4	Column	No Messages	0,261909	PMM	serv. sm 1816	0,75256	No Messages	No Messages