

**TUGAS AKHIR**  
**ANALISA STRUKTUR PEMBANGUNAN DERMAGA**  
**(STUDI KASUS: DERMAGA PONDOK DAYUNG)**

*Diajukan untuk memenuhi syarat akademis dalam menyelesaikan Pendidikan  
tingkat sarjana (Strata-1) Program Studi Teknik Sipil*

Teknik Sipil Fakultas Teknik  
Universitas Sangga Buana YPKP  
Bandung



Disusun Oleh :

**Faizal Dwi Prasetyo**

NPM : 2112181024

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS SANGGA BUANA - YPKP BANDUNG**  
**2025**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**ANALISA STRUKTUR PEMBANGUNAN DERMAGA  
(STUDI KASUS: DERMAGA PONDOK DAYUNG)**

Disusun Oleh :  
**Faizal Dwi P      2112181024**

Naskah Tugas Akhir ini diperiksa dan disetujui sebagai kelengkapan persyaratan kelulusan, guna memperoleh gelar sarjana teknik sipil pada program studi teknik sipil fakultas teknik Universitas Sangga Buana YPKP Bandung

Menyetujui & Mengesahkan

Dosen Pembimbing 1

a.n



**Dr. Ir. M. Ryanto, M.T**

Menyetujui & Mengesahkan

Dosen Pembimbing 2



**Ir. Adyadi, ST., MT., Ph. D**

Mengetahui  
Ketua Program Studi Teknik Sipil  
Universitas Sangga Buana YPKP



**Muhammad Syabri, ST., MT**  
**NIK. 432.200.200**

## LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

Tugas Akhir ini telah dipertahankan dan telah diperbaiki sesuai dengan masukan Dewan Penguji Tugas Akhir Program Studi S1 Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sangga Buana YPKP Bandung

Disusun Oleh :

**Faizal Dwi P      2112181024**

Mengesahkan

Program Studi Sarjana Teknik Fakultas Teknik Universitas Sangga Buana YPKP

Penguji I

Penguji II



**Ir. Adriadi, ST., MT., Ph.D**

**NIP. 432.200.091**



**Dea Yunita Sari, ST., MT**

**NIP. 432.200.241**

Ketua Program Studi Teknik Sipil  
Universitas Sangga Buana YPKP



**Muhammad Svukri, ST., MT**

**NIK. 432.200.200**

## LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

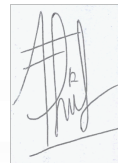
Nama : Faizal Dwi Prasetyo  
NPM : 2112181024  
Program Studi : Teknik Sipil  
Email : [zalpras230297@gmail.com](mailto:zalpras230297@gmail.com)

Menyatakan bahwa judul **Analisa Struktur Pembangunan Dermaga Studi Kasus Dermaga Pondok Dayung** adalah naskah asli hasil karya sendiri bukan merupakan plagiat, Baik Sebagian maupun seluruhnya dan belum pernah dipublikasikan di media manapun.

Apabila dikemudian hari terbukti tugas akhir ini adalah hasil jiplakan dari karya tulis orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar akademik yang telah di peroleh dan sanksi lain sesuai peraturan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya tulis sebagai bentuk tanggung jawab atas karya tulis yang saya buat.

Bandung, Maret 2025



**Faizal Dwi Prasetyo**  
**NPM. 2112181024**

**Halaman Hak Cipta**

**Mahasiswa S1**

---

---

**ANALISA STRUKTUR PEMBANGUNAN DERMAGA  
(STUDI KASUS: DERMAGA PONDOK DAYUNG)**

Oleh  
**Faizal Dwi Prasetyo**

Naskah Tugas Akhir yang diajukan untuk memenuhi salah satu syarat  
Memperoleh gelar Sarjana Teknik Sipil pada Fakultas Teknik

© Faizal Dwi Prasetyo 2025

Universitas Sangga Buana – YPKP

2025

Hak Cipta Dilindungi Undang – undang

Tugas Akhir ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau Sebagian, dengan  
Dicetak ulang, fotokopi, dam atau cara lainnya tanpa izin dari penulis.

## HALAMAN PERSEMBAHAN

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Alhamdulillah Puji Syukur saya Panjatkan kepada Allah SWT dengan segala Ridho, Hidayah, dan keajaiban terhadap mahluk-Nya yang serba kekurangan dan kelemahan yang ada namun senantiasa Ia bantu menuntun dalam scenario indah terbaik-Nya. Alhamdulillah saya sangat bersyukur dan tak berhenti berterimakasih . Bahwasanya Allah SWT telah mengabulkan apa yang saya inginkan terutama orang tua yang sangat sangat menginginkan hasil jenjang perkuliahan ini, saya sangat berterimakasih kepada Mamah dan Bapak saya yang selalu support dengan segala kesempatannya dan kesabarannya, hingga waktu yang telah berlalu.

Alhamdulillah kerja keras ini akhirnya berakhir dengan moment yang indah namun sangat sangat menyedihkan, terutama untuk mamah saya yang telah meninggal 2 tahun yang lalu, mah perjalanan ini telah selesai, saya persembahkan gelar ini untuk mamah yang sudah Bahagia melihat saya telah lulus dengan sejuta rintangan yang mamah ketahui itu sangat sulit mah, terimakasih atas segalanya semua ini untuk almarhumah mamah dan bapak.

Tak lupa juga saya akan berterimakasih kepada semua orang yang telah mensupport saya terutama keluarga besar, nenek, kakek, kakak, dan semuanya.. Love You So much!.

*Hasil ini adalah keinginan yang bisa saya persembahkan untuk ibu saya tercinta yang telah berpulang*

**MAH ANAKMU TELAH SARJANA**

## DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Penulis dengan nama lengkap Faizal Dwi Prasetyo atau biasa dipanggil Faizal, Lahir di Bandung, pada tanggal 23 Februari 1997 merupakan anak ke-2 dari 2 bersaudara, memiliki 1 kakak laki laki.

Penulis memulai Pendidikan formal di SD Neglasari 2 Bandung, lalu melanjutkan ke Pendidikan SMP di SMPN 40 Bandung, dan terakhir melanjutkan Pendidikan di SMKN PU kota Bandung dengan jurusan Teknik Gambar Bangunan dengan predikat nilai lulus terbaik ke 4 di dalam sekolah yang kemudian saat lulus melanjutkan terlebih dahulu bekerja hingga pada akhirnya di tahun 2018 penulis melanjutkan Pendidikan Tingkat Sarjana di Universitas Sangga Buana YPKP dengan jurusan Teknik Sipil pada tahun 2018.

## **ABSTRAK**

# **ANALISA STRUKTUR PEMBANGUNAN DERMAGA (STUDI KASUS: DERMAGA PONDOK DAYUNG)**

**Faizal Dwi Prasetyo**

NPM : 2112181024

Ir. M. Ryanto, MT

Ir. Adriadi, ST., MT., IPM

Pada pelabuhan terdapat bangunan dermaga yang digunakan untuk merapat dan menambatkan kapal yang melakukan bongkar muat barang dan menaik-turunkan penumpang. Dalam pemilihan tipe dermaga berdasarkan jenis kapal, ukuran kapal, kondisi topografi, kondisi hidrooseanografi. Pada pembangunan Militer Pondok Dayung Dermaga Sunda menggunakan tipe struktur Deck On Pile. Tujuan dari penelitian ini perhitungan karakteristik beban yang bekerja pada elemen struktur dermaga dan elemen struktur dermaga terhadap beban-beban yang bekerja. Metode penelitian yang dilakukan test soil, sondir, dan analisis data dalam menentukan kekuatan struktur pondasi menggunakan software SAP 2000. Hasil analisa periode getar dengan mode 1 sebesar 0,451 detik, hasil analisa *displacement* dengan bentang 5 meter tidak melebihi lendutan ijin, hasil analisa momen maksimum sebesar 82009,78 kg.m, hasil analisa gaya aksial maksimum sebesar 337887,14 kg.m, hasil analisa gaya geser arah X maksimum sebesar 88074,21 kgf, hasil analisa gaya geser arah Y maksimum sebesar 20525,88 kgf. Maka, dari hasil analisa struktur deck on pile pada pondasi tiang pancang pembangunan Militer Pondok Dayung Dermaga Sunda berdasarkan SNI 2847-2019 dan analisa SAP 2000.

Kata kunci: Deck on pile, Dermaga, Tiang Pancang

## ***ABSTRACT***

### **STRUCTURE ANALYSIS OF Wharf Development (CASE STUDY: PONDOK DAYUNG Wharf)**

**Faizal Dwi Prasetyo**

NPM : 2112181024

Ir. M. Ryanto, MT

Ir. Adriadi, ST., MT., IPM

*At the port there is a dock building used to dock and moor ships that load and unload goods and board and disembark passengers. In selecting the type of dock based on the type of ship, ship size, topographic conditions, hydro-oceanographic conditions. In the construction of the Pondok Rowing Military, the Sunda Pier uses the Deck On Pile structure type. The purpose of this study is to calculate the characteristics of the loads acting on the pier structural elements and the pier structural elements against the loads that work. The research method used is soil test, sondir, and data analysis in determining the strength of the foundation structure using SAP 2000 software. The results of the vibration period analysis with mode 1 are 0.451 seconds, the results of the displacement analysis with a span of 5 meters do not exceed the allowable deflection, the results of the maximum moment analysis are 82009.78 kg.m, the results of the maximum axial force analysis are 337887.14 kg.m, the results of the maximum X-direction shear force analysis are 88074.21 kgf, the results of the maximum Y-direction shear force analysis are 20525.88 kgf. So, from the results of the analysis of the deck on pile structure on the pile foundation for the construction of the Pondok Rowing Military, Sunda Pier based on SNI 2847-2019 and SAP 2000 analysis.*

**Keywords:** Deck on pile, Pile, Piling

## **KATA PENGANTAR**

Assalamu'alaikum Warahmatullaahi Wabarakaatu.

Alhamdulillah, puji dan syukur saya panjatkan kehadiran Allah SWT, karena berkat rahmat dan karunianya saya dapat menyelesaikan laporan topik khusus dengan judul

### **"ANALISA STRUKTUR DERMAGA (STUDI KASUS: DERMAGA PONDOK DAYUNG JAKARTA)"**

Laporan ini dibuat untuk memenuhi syarat akademis dalam menyelesaikan pendidikan tingkat sarjana (Strata - I) teknik sipil Universitas Sangga Buana YPKP Bandung. Sadar akan keterbatasan ilmu dan kemampuan yang penulis miliki, penulisan laporan ini masih jauh dari kata sempurna dan memiliki banyak kekurangan. Oleh karena itu kepada semua pihak yang terkait dalam penyusunan laporan topik khusus ini, yang telah memberikan bimbingan, arahan, serta dukungan penulis mengucapkan Jazakumullah Khairan Katshiran.

1. Dr. Didin Saepudin, SE., M.Si ; Selaku Rektor Universitas Sangga Buana YPKP - Bandung.
2. Dr. Teguh Nurhadi Suharno, ST., M.T ; Selaku Wakil Rektor I Universitas Sangga Buana YPKP - Bandung.
3. Bambang Susanto, SE., M.Si ; Selaku Wakil Rektor II Universitas Sangga Buana YPKP - Bandung.
4. Nurhaeni Sikki, S.AP., M.AP ; Selaku Wakil Rektor III Universitas Sangga Buana YPKP - Bandung.
5. Slamet Risnanto, ST., M.Kom ; Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Sangga Buana YPKP - Bandung.
6. Muhammad Syukri, ST., MT, selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Sangga Buana YPKP – Bandung.
7. Ir. M. Ryanto, MT Selaku Dosen Pembimbing I analisa Struktur Teknik Sipil Universitas Sangga Buana YPKP-Bandung.

8. Ir. Adriadi, ST., MT., IPM Selaku Dosen Pembimbing 2 analisa Struktur Teknik Sipil Universitas Sangga Buana YPKP-Bandung
9. Seluruh Civitas Akademi Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil USB - YPKP
10. Kedua Orang Tua Tercinta, yang telah memberikan semangat , motivasi , bimbingan dan arahan serta dorongan moril, spiritual, maupun materil.
11. Rekan-rekan seangkatan yang senantiasa saling mendukung dalam penyusunan laporan ini.
12. Pihak-pihak lain yang telah banyak membantu dalam pengerjaan laporan ini, yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu, atas segala kebaikan dan bantuannya selama ini.

Dalam Penyusunan Laporan Tugas Akhir saya menyadari masih banyak kekurangan, oleh sebab itu penyusun mengharapkan kritik dan saran sebagai perbaikan dalam penyusunan laporan selanjutnya.

Akhir kata atas segala perhatiannya, diucapkan terima kasih, Semoga Allah SWT memberikan balasan yang setimpal atas segala kebaikan dan jasa-jasanya dengan pahala yang berlipat. Aamiin.

Wassalamualaikum wr. wb.

Bandung 11 Januari 2024

Faizal Dwi Prasetyo

sebesar-besarnya kepada:

1. Drs. Odih Supratman, S.T., M.T. dan Dedi Purwanto, S. Pd., MPSDA. selaku dosen pembimbing.
2. Seluruh pihak yang telah membantu dalam penyusunan proposal skripsi ini sehingga dapat terselesaikan sebagaimana mestinya.

Penulis mengharapkan kritik dan saran dari pembaca karena tentunya proposal skripsi ini tidak luput dari kekurangan dan kesalahan karena segala keterbatasan pengetahuan yang penulis miliki.

Bandung, 5 Februari 2025

Penulis

## DAFTAR ISI

|                                                        |             |
|--------------------------------------------------------|-------------|
| <b>LEMBAR PENGESAHAN .....</b>                         | <b>i</b>    |
| <b>ABSTRAK .....</b>                                   | <b>ii</b>   |
| <b><i>ABSTRACT</i> .....</b>                           | <b>iii</b>  |
| <b>KATA PENGANTAR.....</b>                             | <b>iv</b>   |
| <b>DAFTAR ISI.....</b>                                 | <b>vii</b>  |
| <b>DAFTAR GAMBAR .....</b>                             | <b>xi</b>   |
| <b>DAFTAR TABEL .....</b>                              | <b>xiii</b> |
| <b>BAB 1 PENDAHULUAN.....</b>                          | <b>1</b>    |
| 1.1 Latar Belakang Penelitian .....                    | 1           |
| 1.2 Rumusan Masalah .....                              | 3           |
| 1.3 Batasan Masalah.....                               | 3           |
| 1.4 Tujuan Penelitian.....                             | 4           |
| 1.5 Lokasi Penelitian.....                             | 5           |
| 1.6 Sistematika Penulisan .....                        | 5           |
| <b>BAB 2 KAJIAN PUSTAKA.....</b>                       | <b>14</b>   |
| 3.1 Definisi Dermaga .....                             | 14          |
| 2.2 Tipe Dermaga.....                                  | 15          |
| 2.2.1 <i>Wharf</i> (Quay) .....                        | 15          |
| 2.2.2 Jetty (Pier) .....                               | 15          |
| 2.2.3 Pier .....                                       | 16          |
| 2.3 Fasilitas Tambahan.....                            | 16          |
| 2.4 Identifikasi Tipe Dermaga.....                     | 17          |
| 2.4.1 Pengamatan Topografi .....                       | 17          |
| 2.4.2 Jenis Kapal .....                                | 17          |
| 2.4.3 Kekuatan Tanah.....                              | 18          |
| 2.5 Bangunan Dermaga.....                              | 18          |
| 2.5.1 Dermaga dengan Konstruksi Terbuka .....          | 18          |
| 2.5.2 Dermaga dengan Konstruksi Tertutup (Solid) ..... | 18          |
| 2.6 Karakteristik kapal .....                          | 20          |
| 2.7 Desain Dermaga .....                               | 21          |
| 2.7.1 Fasilitas Dermaga.....                           | 21          |

|              |                                     |           |
|--------------|-------------------------------------|-----------|
| 2.7.2        | Topografi .....                     | 21        |
| 2.7.3        | Batimetri.....                      | 22        |
| 2.7.4        | Pasang Surut.....                   | 22        |
| 2.7.5        | Hidro Oceanografi.....              | 22        |
| 2.7.6        | Gelombang .....                     | 22        |
| 2.8          | <i>Design</i> Dimensi Dermaga.....  | 23        |
| 2.8.1        | Panjang Dermaga .....               | 23        |
| 2.8.2        | Lebar Dermaga.....                  | 24        |
| 2.8.3        | Elevasi Apron .....                 | 24        |
| 2.8.4        | Kedalaman Dermaga.....              | 25        |
| 2.9          | Pembebanan terhadap Dermaga.....    | 26        |
| 2.9.1        | Beban Vertikal .....                | 26        |
| 2.9.2        | Beban Horizontal .....              | 30        |
| 2.10         | Rangkak Beton.....                  | 33        |
| 2.11         | Susut Beton.....                    | 33        |
| 2.12         | Bollard .....                       | 33        |
| 2.13         | Fender.....                         | 34        |
| 2.14         | Kombinasi Pembebanan.....           | 35        |
| <b>BAB 3</b> | <b>METODE PENELITIAN .....</b>      | <b>37</b> |
| 3.1          | Metode Penelitian.....              | 37        |
| 3.2          | Tempat Penelitian.....              | 37        |
| 3.3          | Denah Rencana.....                  | 38        |
| 3.4          | Pengumpulan Data Teknis.....        | 39        |
| 3.4.1        | Spesifikasi Kapal.....              | 39        |
| 3.4.2        | Data Kontur (Bathimetri) .....      | 40        |
| 3.4.3        | Data Arus Laut .....                | 40        |
| 3.4.4        | Pasang Surut Air Laut .....         | 41        |
| 3.4.5        | Data Angin .....                    | 41        |
| 3.4.6        | Data Gelombang.....                 | 41        |
| 3.4.7        | Dimensi Perencanaan Dermaga .....   | 41        |
| 3.4.8        | Data Material Struktur Dermaga..... | 42        |
| 3.5          | Beban Vertikal.....                 | 42        |
| 3.5.1        | Beban Mati Struktur .....           | 42        |
| 3.5.2        | Beban Mati Fender .....             | 43        |

|              |                                                       |           |
|--------------|-------------------------------------------------------|-----------|
| 3.5.3        | Beban Mati Bollard .....                              | 43        |
| 3.5.4        | Beban Hidup Merata .....                              | 44        |
| 3.5.5        | Beban Hidup Bergerak (Crane).....                     | 44        |
| 3.6          | Beban Horizontal .....                                | 44        |
| 3.6.1        | Beban <i>Berthing</i> .....                           | 44        |
| 3.6.2        | Beban <i>Mooring</i> .....                            | 44        |
| 3.6.3        | Beban Angin.....                                      | 45        |
| 3.6.4        | Beban Arus .....                                      | 45        |
| 3.6.5        | Beban Gelombang.....                                  | 46        |
| 3.7          | Beban Gempa .....                                     | 46        |
| 3.7.1        | Kelas Situs.....                                      | 46        |
| 3.7.2        | Parameter Percepatan Gempa .....                      | 47        |
| 3.7.3        | Parameter Faktor Amplifikasi Gempa.....               | 48        |
| 3.7.4        | Parameter Percepatan Spektra.....                     | 49        |
| 3.7.5        | Koefisien Respon Gempa Elastik.....                   | 50        |
| 3.8          | Rangkak Beton .....                                   | 52        |
| 3.9          | Susut Beton .....                                     | 52        |
| 3.10         | Rekapitulasi Beban.....                               | 53        |
| 3.11         | Kombinasi Beban .....                                 | 53        |
| 3.12         | Input Beban .....                                     | 55        |
| 3.13         | <i>Preliminary Design</i> .....                       | 59        |
| 3.13.1       | Pelat Dermaga .....                                   | 59        |
| 3.13.2       | Balok Dermaga.....                                    | 60        |
| 3.13.3       | <i>Pilecap</i> .....                                  | 60        |
| 3.13.4       | Tiang Pancang .....                                   | 61        |
| 3.14         | Rekapitulasi Preliminary Design.....                  | 61        |
| <b>BAB 4</b> | <b>HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>                      | <b>62</b> |
| 4.1          | Tinjauan Umum.....                                    | 62        |
| 4.2          | Hasil Analisis <i>Fixity Point</i> Tiang Pancang..... | 62        |
| 4.3          | Hasil Analisis Periode Getar .....                    | 64        |
| 4.4          | Hasil Analisis <i>Displacement</i> .....              | 66        |
| 4.5          | Hasil Analisis Gaya Dalam .....                       | 68        |
| 4.5.1        | Hasil Analisis Gaya Aksial.....                       | 68        |
| 4.5.2        | Hasil Analisis Gaya Momen.....                        | 69        |

|              |                                       |           |
|--------------|---------------------------------------|-----------|
| 4.5.3        | Hasil Analisis Gaya Geser.....        | 69        |
| 4.6          | Penulangan Elemen Struktur.....       | 70        |
| 4.6.1        | Perhitungan Tulangan Pelat.....       | 71        |
| 4.6.2        | Perhitungan Tulangan Balok Induk..... | 76        |
| 4.6.3        | Perhitungan Tulangan Balok Anak ..... | 81        |
| 4.6.4        | Perhitungan Tulangan Pilecap.....     | 86        |
| 4.7          | Kapasitas Tiang Pancang .....         | 90        |
| <b>BAB 5</b> | <b>HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>      | <b>92</b> |
| 5.1          | Kesimpulan .....                      | 92        |
| 5.2          | Saran.....                            | 92        |
|              | <b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>            | <b>94</b> |
|              | <b>LAMPIRAN.....</b>                  | <b>95</b> |

## DAFTAR GAMBAR

|                                                                                         |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 1.1 Lokasi Perencanaan.....                                                      | 5  |
| Gambar 2.1 Tampang Dermaga (Triatmodjo, 2009).....                                      | 14 |
| Gambar 2.2 Dermaga Tipe Wharf.....                                                      | 15 |
| Gambar 2.3 Dermaga Tipe Jetty.....                                                      | 16 |
| Gambar 2.4 Dermaga Tipe pier.....                                                       | 16 |
| Gambar 2.5 Struktur Dermaga : Tipe Konstruksi Dermaga Terbuka (Triadmdjo, 2009). .....  | 19 |
| Gambar 2.6 Struktur Dermaga : Tipe Konstruksi Dermaga Tertutup (Triadmdjo, 2009). ..... | 19 |
| Gambar 2.7 Dimensi kapal (Triadmojo, 2009). .....                                       | 20 |
| Gambar 2.8 Perhitungan Panjang Dermaga.....                                             | 23 |
| Gambar 2.9 Ketinggian Struktur.....                                                     | 24 |
| Gambar 2.10 Perhitungan Kedalaman Dermaga.....                                          | 26 |
| Gambar 2.11 Beban Truk.....                                                             | 29 |
| Gambar 2.12 Portal Crane.....                                                           | 30 |
| Gambar 2.13 Beban Berjalan pada Roda.....                                               | 30 |
| Gambar 2.14 Straight type bollard. ....                                                 | 34 |
| Gambar 2.14 Fender Silinder.....                                                        | 35 |
| Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian.....                                                 | 37 |
| Gambar 3.2 Tempat Penelitian.....                                                       | 38 |
| Gambar 3.3 Denah Dermaga Pondok Dayung dan Denah Bathimetri.....                        | 39 |
| Gambar 3.4 Pemodelan Beban Gelombang Dermaga dengan SAP2000.....                        | 46 |
| Gambar 3.5 Peta 6.....                                                                  | 47 |
| Gambar 3.6 Peta 5.....                                                                  | 47 |
| Gambar 3.7 Peta 4.....                                                                  | 48 |
| Gambar 3.8 Denah Dermaga Pondok Dayung dan Denah Bathimetri.....                        | 52 |
| Gambar 3.9 Tampak Perspektif Pemodelan Dermaga dengan SAP2000.....                      | 55 |
| Gambar 3.10 Pemodelan Spring Dermaga dengan SAP2000.....                                | 55 |
| Gambar 3.11 Tampak Depan Pemodelan Dermaga dengan SAP2000.....                          | 56 |
| Gambar 3.12 Tampak Samping Pemodelan Dermaga dengan SAP2000.....                        | 56 |
| Gambar 3.13 Pemodelan Beban Fender Dermaga dengan SAP2000.....                          | 56 |
| Gambar 3.14 Pemodelan Beban Hidup Merata Dermaga dengan SAP2000.....                    | 56 |
| Gambar 3.15 Pemodelan Beban Mooring Dermaga dengan SAP2000.....                         | 57 |
| Gambar 3.16 Pemodelan Beban Bollard Dermaga dengan SAP2000.....                         | 57 |
| Gambar 3.17 Pemodelan Beban Crane Dermaga dengan SAP2000.....                           | 57 |
| Gambar 3.18 Pemodelan Beban Mati Sendiri Dermaga dengan SAP2000.....                    | 58 |
| Gambar 3.19 Pemodelan Beban Angin Dermaga dengan SAP2000.....                           | 58 |
| Gambar 3.20 Pemodelan Beban Arus Dermaga dengan SAP2000.....                            | 58 |
| Gambar 4.1 Keluaran Daya Dukung Tiang Pancang.....                                      | 91 |
| Gambar 0.1 Axial Force.....                                                             | 97 |
| Gambar 0.2 Tampak Perspektif Pemodelan Dermaga dengan SAP2000.....                      | 99 |
| Gambar 0.3 Pemodelan Spring Dermaga dengan SAP2000.....                                 | 99 |

|                                                                       |     |
|-----------------------------------------------------------------------|-----|
| Gambar 0.4 Tampak Depan Pemodelan Dermaga dengan SAP2000 .....        | 99  |
| Gambar 0.5 Tampak Samping Pemodelan Dermaga dengan SAP2000.....       | 100 |
| Gambar 0.6 Pemodelan Beban Fender Dermaga dengan SAP2000 .....        | 100 |
| Gambar 0.7 Pemodelan Beban Hidup Merata Dermaga dengan SAP2000 .....  | 100 |
| Gambar 0.8 Pemodelan Beban Mooring Dermaga dengan SAP2000 .....       | 100 |
| Gambar 0.9 Pemodelan Beban Bollard Dermaga dengan SAP2000 .....       | 101 |
| Gambar 0.10 Pemodelan Beban Crane Dermaga dengan SAP2000.....         | 101 |
| Gambar 0.11 Pemodelan Beban Mati Sendiri Dermaga dengan SAP2000 ..... | 101 |
| Gambar 0.12 Pemodelan Beban Angin Dermaga dengan SAP2000.....         | 102 |
| Gambar 0.13 Pemodelan Beban Arus Dermaga dengan SAP2000.....          | 102 |
| Gambar 0.14 Pemodelan Beban Gelombang Dermaga dengan SAP2000.....     | 103 |

## DAFTAR TABEL

|                                                                                  |    |
|----------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabel 2.1 Karakteristik kapal barang umum (Triadmojo, 2009).....                 | 21 |
| Tabel 2.2 Ketinggian Struktur .....                                              | 25 |
| Tabel 2.3 Beban Mooring (Standart Design Criteria For Port in Indonesia.....)    | 31 |
| Tabel 2.4 Kombinasi Port of Long Beach Wharf.....                                | 35 |
| Tabel 3.1 Spesifikasi Kapal.....                                                 | 40 |
| Tabel 3.2 Spesifikasi Material.....                                              | 42 |
| Tabel 3.3 Berat Sendiri Pelat.....                                               | 42 |
| Tabel 3.4 Berat Sendiri Fender.....                                              | 43 |
| Tabel 3.5 Berat Sendiri Bollard.....                                             | 43 |
| Tabel 3.6 Beban Angin .....                                                      | 45 |
| Tabel 3.7 Beban Arus .....                                                       | 45 |
| Tabel 3.8 Nilai $S_S$ , $S_I$ , dan $PGA$ .....                                  | 48 |
| Tabel 3.9 Nilai $F_A$ , $F_V$ , dan $F_{PGA}$ .....                              | 49 |
| Tabel 3.10 Nilai $A_s$ , $S_{DS}$ , $S_{DI}$ , $T_S$ , dan $T_0$ .....           | 50 |
| Tabel 3.11 Hasil Analisis untuk Koefisien Respon Gempa Elastik ( $C_{sm}$ )..... | 51 |
| Tabel 3.12 Rekapitulasi Pembebanan .....                                         | 53 |
| Tabel 3.13 Simbol Beban .....                                                    | 53 |
| Tabel 3.14 Kombinasi Beban .....                                                 | 54 |
| Tabel 3.15 Rekapitulasi Dimensi Balok.....                                       | 60 |
| Tabel 3.16 Rekapitulasi Dimensi Elemen Struktur .....                            | 61 |
| Tabel 4.1 Rekapitulasi Analisa Periode Getar ( $T$ ).....                        | 64 |
| Tabel 4.2 Participating Mass Ratio .....                                         | 65 |
| Tabel 4.3 Hasil Analisa <i>Displacement</i> .....                                | 67 |
| Tabel 4.4 Hasil Analisa Gaya Aksial.....                                         | 68 |
| Tabel 4.5 Hasil Analisa Gaya Momen.....                                          | 69 |
| Tabel 4.6 Hasil Analisa Gaya Geser Arah $X$ dan $Y$ .....                        | 70 |
| Tabel 4.7 Rekapitulasi Penulangan Balok Induk .....                              | 81 |
| Tabel 4.8 Rekapitulasi Penulangan Balok Anak .....                               | 86 |
| Tabel 4.9 Rekapitulasi Penulangan Balok Anak .....                               | 90 |

# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang Penelitian**

Konstruksi dermaga adalah bangunan yang terletak pada sebuah pelabuhan yang difungsikan sebagai aktivitas bongkar muat barang dan transportasi penumpang. Spesifikasi dermaga berdasarkan jenis dan ukuran kapal yang bertambat pada dermaga tersebut. Perencanaan dermaga dilakukan dengan mempertimbangkan aktivitas agar dapat berlangsung dengan aman, cepat, dan lancar sehingga kapal dapat merapat dan menambat (Tiadmojo, B., 2010).

Dalam merancang dan membangun dermaga, jenis kapal yang akan dilayani menjadi faktor utama yang harus dipertimbangkan. Kapal-kapal tersebut dapat mencakup kapal penumpang, kapal barang, maupun armada militer, dengan berbagai jenis muatan seperti barang satuan, peti kemas, serta barang curah baik dalam bentuk padat maupun cair. Selain itu, kapal ikan dan kapal militer juga memerlukan fasilitas khusus sesuai dengan karakteristik operasionalnya. Selain aspek jenis kapal, berbagai faktor teknis juga berperan penting dalam perencanaan dermaga. Ukuran kapal yang bersandar, kondisi topografi dan karakteristik dasar laut, serta faktor hidro-oseanografi seperti gelombang dan pasang surut harus dianalisis secara menyeluruh. Perencanaan yang matang akan memastikan bahwa dermaga dapat berfungsi secara optimal dalam berbagai kondisi lingkungan. Dari perspektif ekonomi, pembangunan dermaga harus dirancang dengan mempertimbangkan efisiensi biaya tanpa mengorbankan kualitas dan keamanan. Pendekatan ini bertujuan untuk menciptakan infrastruktur yang tidak hanya memenuhi kebutuhan transportasi laut, tetapi juga berkelanjutan dan memberikan manfaat jangka panjang bagi masyarakat dan sektor maritim (Tiadmojo, B., 2010).

Berdasarkan jenisnya pembangunan struktur dermaga dapat dikelompokkan, yaitu dermaga konstruksi terbuka dirancang dengan tiang pancang sebagai penopang lantai, sedangkan dermaga konstruksi tertutup atau solid dilengkapi dengan dinding penahan tanah di bagian belakang. Dinding tersebut berfungsi

sebagai batas antara daratan dan perairan, dan dapat berupa dinding massa, kaisan, turap, serta dinding penahan tanah. (Tiadmojo, B., 2010).

Pembangunan dermaga *single purpose* yang direncanakan memiliki umur operasional selama 50 tahun adalah Dermaga Militer Pondok Dayung Sunda. Pada Dermaga ini menggunakan struktur *Deck On Pile* yang terbuat dari beton, dengan perencanaan yang ditujukan untuk sandar dan *maintenance* kapal militer. Dermaga *Deck On Pile* adalah dermaga yang memanfaatkan serangkaian tiang pancang sebagai pondasi untuk lantai dermaga.

Struktur dasar suatu bangunan yang berfungsi menyalurkan beban dari atas struktur ke lapisan dasar tanah adalah pondasi. Perencanaan pondasi mempertimbangkan beban yang ditanggung seperti beban vertikal akibat yang berasal dari berat sendiri struktur dermaga serta beban tambahan lainnya, seperti beban horizontal yang diakibatkan oleh gaya lateral. Dalam perencanaan pondasi tiang pancang memperhatikan beban aksial dan beban horizontal atau lateral. Selain itu, gaya lateral yang cukup signifikan yang disebabkan oleh kondisi lingkungan (seperti arus, gelombang, dan gempa) serta operasi kapal (seperti *berthing* dan *mooring*) juga harus diperhitungkan, yang dapat mengharuskan pemasangan tiang pancang secara miring.

Pondasi tiang pancang yang diterapkan dalam pembangunan Dermaga Sunda Pondok Dayung menggunakan jenis pondasi tiang pancang *spun pile*. Spesifikasi pondasi ini mencakup diameter 50 cm dan ketebalan tiang pancang 10 cm dengan mutu tiang pancang K-600 *microconcrete*. Pada kedalaman 16 m di atas permukaan air laut (LWS), pondasi dipancang secara vertikal sepenuhnya dengan pile cap berukuran 120 x 120 x 100 cm. Dalam perencanaan pondasi, tahanan vertikal lebih dominan dibandingkan dengan tahanan tiang tegak terhadap gaya lateral. Untuk mengatasi beban lateral yang relatif besar, posisi tiang dibuat miring. Posisi miring ini berfungsi untuk mendukung seluruh gaya lateral dengan komponen yang lebih efektif dibandingkan dengan tahanan tiang ke arah horizontal. Selain itu, pondasi tiang pancang miring juga berfungsi untuk meningkatkan kapasitas dukung. Dalam perencanaan struktur seperti abutment jembatan, pilar jembatan, struktur lepas pantai, dan dermaga, penggunaan tiang pancang miring (*batter pile*) umumnya

diterapkan. Sudut kemiringan tiang disesuaikan dengan tipe tiang yang digunakan, dengan garis vertikal dibuat sebesar mungkin. Kemiringan tiang yang umum digunakan berkisar antara 1H:12V hingga 5H:12V (H = Horizontal, V = Vertikal).

Dikarenakan pada perencanaan pondasi tiang pancang pada pembangunan dermaga sunda pondok dayung ini dipancang tegak seluruhnya maka penulis tidak memasukan tipe konfigurasi tiang pancang menggunakan kemiringan untuk mengetahui berapa nilai terhadap gaya lateral tiang pancang.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang permasalahan yang telah diidentifikasi, penulis merumuskan permasalahan yang akan dibahas dalam tugas akhir ini sebagai berikut:

1. Bagaimana metode perhitungan karakteristik beban yang bekerja pada elemen struktur dermaga?
2. Bagaimana analisis perhitungan elemen struktur dermaga terhadap beban-beban yang berpengaruh?

## **1.3 Batasan Masalah**

Agar penelitian dalam Tugas Akhir ini lebih terarah dan sistematis, penulis menetapkan batasan studi yang akan menjadi fokus utama pembahasan. Adapun ruang lingkup penelitian yang dibahas dalam laporan ini mencakup beberapa aspek sebagai berikut:

### **1. Konfigurasi Tiang Pancang**

Penelitian ini mempertimbangkan dua tipe konfigurasi tiang pancang. Tipe pertama merupakan konfigurasi tiang yang sesuai dengan rencana awal di lapangan, sedangkan tipe kedua mengalami perubahan lokasi atau titik tiang pancang yang telah disesuaikan berdasarkan persetujuan pihak terkait, termasuk pemilik proyek.

### **2. Data yang Digunakan**

Analisis dalam penelitian ini menggunakan data batimetri, data tanah, serta gambar perencanaan pembangunan Dermaga Sunda Pondok Dayung, Jakarta.

### 3. Spesifikasi Tiang Pancang

Tiang pancang yang digunakan dalam proyek ini adalah tipe microconcrete spun pile dengan diameter 50 cm, ketebalan 10 cm, serta mutu beton K-600, yang dirancang untuk mendukung kebutuhan konstruksi dermaga.

### 4. Studi Kasus

Fokus penelitian ini adalah proyek pembangunan Dermaga Sunda Pondok Dayung di Jakarta.

### 5. Metode Analisis

Untuk menentukan nilai gaya lateral pada konfigurasi tiang pancang, penelitian ini menggunakan perangkat lunak SAP 2000 versi 14 sebagai alat analisis struktural.

### 6. Ruang Lingkup Perhitungan

Pembahasan dalam penelitian ini dibatasi hanya pada aspek pondasi dermaga, tanpa mencakup elemen struktur lainnya.

### 7. Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder yang diperoleh dari Hidros Mabes TNI AL, sehingga hasil analisis didasarkan pada data yang telah terverifikasi dan relevan dengan kondisi lapangan.

Dengan batasan dan ruang lingkup yang telah ditetapkan, penelitian ini diharapkan dapat memberikan analisis yang lebih fokus, akurat, serta aplikatif dalam mendukung perencanaan dan pembangunan dermaga secara ilmiah dan sistematis.

## 1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai pada penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk mengidentifikasi metode perhitungan karakteristik beban yang bekerja pada elemen struktur dermaga.
2. Untuk menganalisis perhitungan elemen struktur dermaga terhadap beban-beban yang berpengaruh.

### 1.5 Lokasi Penelitian

Lokasi perencanaan pada penelitian ini yaitu Dermaga Penyeberangan TNI AL Pondok Dayung terletak di Jalan Tj Priok, Jakarta Utara, di dalam Kompleks Satuan Komando Armada RI Kawasan Barat, dekat Pelabuhan Tanjung Priok dapat dilihat pada Gambar 1.1



Gambar 1.1 Lokasi Perencanaan

### 1.6 Sistematika Penulisan

Tujuan yang ingin dicapai pada penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

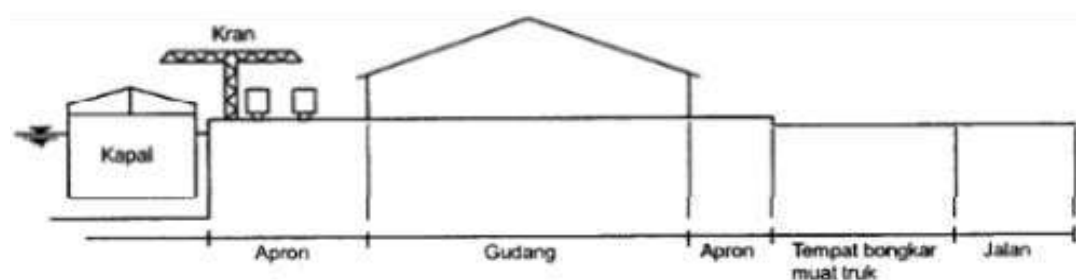
1. Mengetahui kekuatan pada tipe konfigurasi tanah laut terhadap tiang pancang serta dapat mengetahui bagaimana cara pemasangan pancang di area laut.
2. Mengetahui analisis kekuatan dari tipe tipe konfigurasi tiang pancang.

## BAB 2

### KAJIAN PUSTAKA

#### 3.1 Definisi Dermaga

Dermaga adalah bagian dari elemen pada merancang bangunan yang digunakan oleh transportasi air dengan bersandar dalam proses *loading* dan *unloading*, penumpang, transportasi, atau keperluan militer. Kebutuhan dan jenis kapal berlabuh sebagai penyesuaian desain dermaga di pelabuhan atau markas militer. Dermaga militer, khususnya, diperuntukkan bagi kapal-kapal milik angkatan bersenjata, seperti kapal selam dan kapal tempur. Di Indonesia, salah satu contohnya adalah dermaga militer di Pondok Dayung, Jakarta, yaitu Dermaga Sunda Lantamal yang dikelola oleh TNI Angkatan Laut. Dimensi dan bentuk dermaga dirancang sesuai dengan jenis kapal yang akan berlabuh serta fungsi fasilitas yang akan diterapkan di dermaga tersebut.



Gambar 2.1 Tampang Dermaga (Triatmodjo, 2009)

Bangunan pendukung yang ditampilkan pada Gambar 2.1 berfungsi sebagai elemen pelengkap dalam infrastruktur dermaga. Fasilitas ini mencakup berbagai komponen penting, seperti apron, gudang, area penyimpanan, lapangan penimbunan, serta jalur akses untuk transportasi darat. Dalam beberapa kasus, dermaga juga dapat dilengkapi dengan jalur perlintasan kereta api guna mendukung efisiensi distribusi barang.

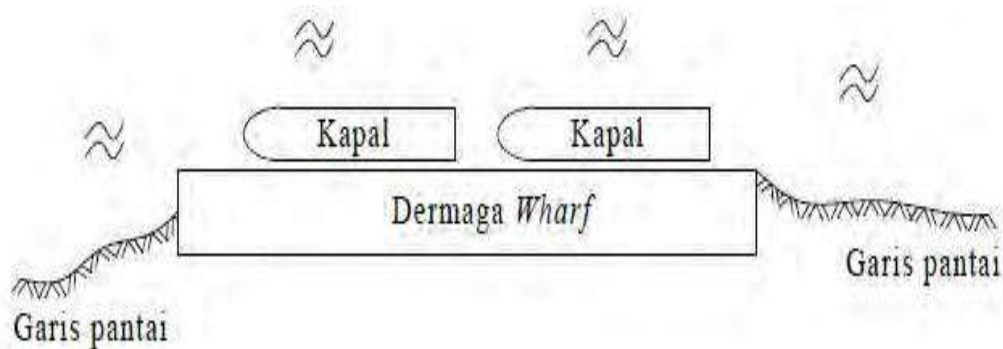
Apron sendiri merupakan area yang berada di belakang tepi dermaga atau terletak di antara garis tepi dermaga dengan gudang—terutama pada terminal barang—atau dengan container yard pada terminal peti kemas. Area ini memiliki peran krusial sebagai lokasi utama untuk aktivitas bongkar muat serta sebagai jalur

pergerakan barang, sehingga desain dan tata letaknya harus mendukung kelancaran operasional dermaga.

## 2.2 Tipe Dermaga

### 2.2.1 *Wharf* (Quay)

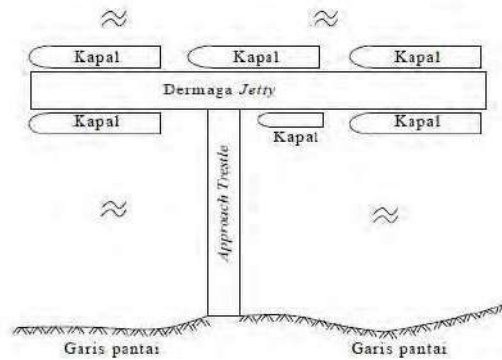
*Wharf* merupakan jenis pelabuhan yang dapat dibangun secara paralel dan horizontal dengan pantai. Berbeda dengan dermaga jetty yang cenderung meke laut, *Wharf* tidak memiliki struktur yang menjorok secara signifikan. Dermaga berbentuk memanjang ini biasanya dibangun apabila pelabuhan mengalami kedalaman yang relatif merata dan sejajar dengan garis pantai. Bentuk dermaga memanjang ini bisa digunakan pada pelabuhan barang, dimana dibutuhkan suatu lapangan terbuka guna kelancaran dalam melayani penanganan pergerakan barang.



Gambar 2.2 Dermaga Tipe Wharf

### 2.2.2 Jetty (Pier)

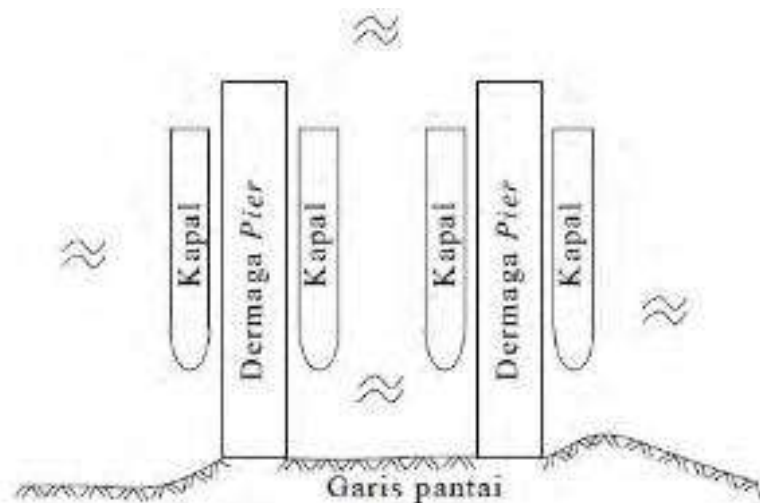
*Jetty* adalah tipe pelabuhan yang dirancang menjulur ke laut dengan panjang tertentu, dan memiliki dermaga yang dapat digunakan untuk menampung lebih banyak kapal. Pembangunan jetty dilakukan ketika garis kedalaman yang terletak jauh dari pantai dan proses pengerukan kolam pelabuhan. dalam tidak diinginkan, demi menjaga stabilitas lingkungan. Dermaga jetty ini dihubungkan dengan jembatan yang menghubungkan dermaga dengan garis pantai, berfungsi sebagai akses untuk kelancaran lalu lintas



Gambar 2.3 Dermaga Tipe Jetty

### 2.2.3 Pier

*Pier* adalah jenis dermaga yang dibangun dengan garis pantai yang membentuk sudut, dengan bentukan seperti jari. Dermaga ini memungkinkan kapal untuk ditambatkan di kedua sisinya, sehingga dapat menampung lebih banyak kapal dalam satu unit panjang pantai. Pembangunan pier biasanya dilakukan ketika garis kedalaman terbesar menjulur ke laut dan memiliki kontur yang tidak teratur. Dermaga ini dirancang khusus untuk melayani kapal-kapal yang mengangkut muatan umum.



Gambar 2.4 Dermaga Tipe pier

## 2.3 Fasilitas Tambahan

Fasilitas tambahan menjadi hal yang diperhatikan dalam merencanakan sebuah dermaga, sebagai berikut:

1. Dalam melindungi gangguan pada gelombang di kawasan perairan pelabuhan menggunakan pemecah gelombang.
2. Petunjuk arah masuk dan keluar kapal dari pelabuhan diperlukan alur pelayaran.
3. Proses *loading* dan *unloading* muatan, kegiatan manuver, dan kegiatan lainnya membutuhkan kolam pelabuhan.
4. Gudang berfungsi sebagai fasilitas penyimpanan sementara bagi barang yang akan dimuat ke kapal atau yang baru saja dibongkar. Keberadaan gudang sangat penting dalam rantai logistik pelabuhan, karena memungkinkan pengelolaan barang yang lebih terorganisir sebelum didistribusikan lebih lanjut. Selain itu, desain dan kapasitas gudang harus disesuaikan dengan jenis serta volume barang yang ditangani agar operasional pelabuhan tetap efisien dan berjalan lancar..

## **2.4 Identifikasi Tipe Dermaga**

Pemilihan tipe dermaga harus mempertimbangkan beberapa tinjauan, antara lain:

### **2.4.1 Pengamatan Topografi**

Tinjauan ini merupakan aspek penting yang berkaitan dengan tekstur permukaan bumi, baik di darat maupun di laut, yang berpengaruh pada keselamatan dan biaya. Tinjauan topografi dapat memengaruhi pemilihan jenis dermaga yang akan digunakan. Berdasarkan analisis tinjauan topografi dalam proyek ini, pilihan yang paling sesuai adalah menggunakan dermaga *Wharf*.

### **2.4.2 Jenis Kapal**

Dalam perencanaan dermaga pemilihan ukuran kapal yang bertambah dan berlabuh di dermaga sebagai tolak ukur dalam perencanaan dermaga yang wajib diperhatikan. *Loading* atau *unloading* barang dan penumpang merupakan kegiatan dermaga yang berdampak untuk perencanaan tipe dermaga. Terdapat perbedaan dermaga untuk kapal tanker atau kapal minyak dengan konstruksi yang lebih ringan dibandingkan dengan dermaga untuk *loading* atau *unloading* barang, yang umumnya memiliki konstruksi yang lebih berat. Hal ini disebabkan oleh perbedaan

jenis dan berat barang yang diangkut, di mana setiap jenis barang memiliki karakteristik berat yang berbeda-beda.

#### **2.4.3 Kekuatan Tanah**

Kekuatan tanah hal yang perlu diperhatikan, karena kondisi tanah akan mempengaruhi pemilihan jenis dermaga. Hal ini, tanah di daratan lebih padat dibandingkan dengan tanah di perairan laut. Tanah di perairan laut sering kali mempunyai kandungan banyak lumpur, sehingga kondisi tanah di sana tidak sekuat tanah yang ada di daratan. Kekuatan tanah menjadi menjadi faktor penting dalam menentukan jenis dermaga yang akan dibangun.

### **2.5 Bangunan Dermaga**

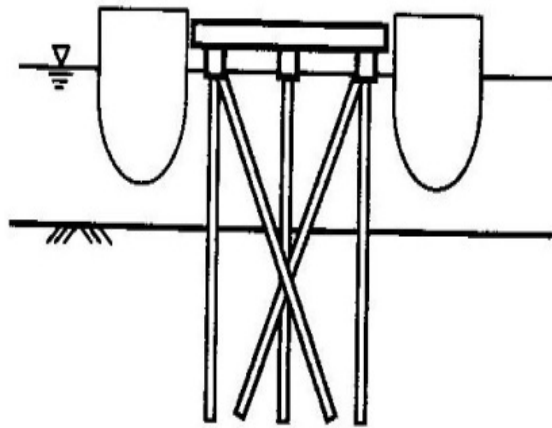
Dermaga merupakan struktur yang dibangun di zona litoral dan memiliki peran penting dalam proses sandar dan tambat kapal. Berdasarkan karakteristik konstruksinya, dermaga dapat dikategorikan menjadi dua jenis utama, yaitu:

#### **2.5.1 Dermaga dengan Konstruksi Terbuka**

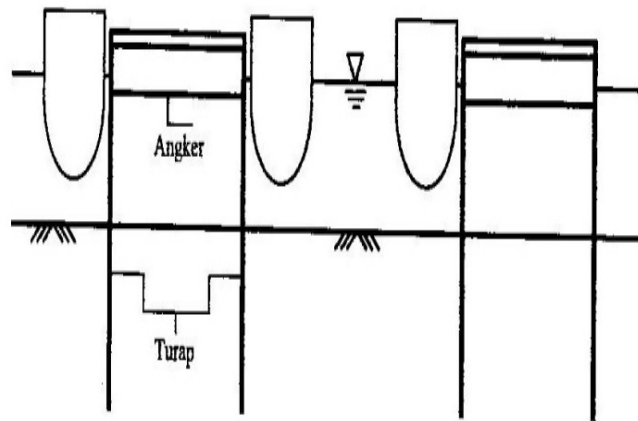
Dermaga tipe ini menggunakan sistem tiang pancang sebagai elemen penopang utama yang menopang beban pelat lantai dermaga. Desain ini memungkinkan aliran air tetap bergerak di bawah struktur, sehingga lebih adaptif terhadap kondisi lingkungan perairan. Ilustrasi dari konstruksi terbuka dapat dilihat pada Gambar 2.5.

#### **2.5.2 Dermaga dengan Konstruksi Tertutup (Solid)**

Pada tipe ini, zona litoral dipisahkan oleh dinding yang berfungsi sebagai penahan tanah di bagian belakang dermaga. Struktur dinding ini dapat berupa dinding massa, caisson, turap, atau dinding penahan lainnya yang dirancang untuk menahan tekanan lateral tanah dan air. Konstruksi tertutup ini biasanya digunakan untuk area dengan kebutuhan stabilitas lebih tinggi. Ilustrasi dari dermaga tipe ini dapat dilihat pada Gambar 2.6..



Gambar 2.5 Struktur Dermaga : Tipe Konstruksi Dermaga Terbuka (Triadmdjo, 2009).



Gambar 2.6 Struktur Dermaga : Tipe Konstruksi Dermaga Tertutup (Triadmdjo, 2009).

Baik wharf, pier, maupun jetty dapat dibangun menggunakan salah satu dari dua jenis konstruksi dermaga, yaitu konstruksi terbuka atau tertutup. Contoh penerapan kedua struktur ini dapat dilihat pada gambar yang tersedia. Ketinggian puncak dermaga (elevasi) dirancang berdasarkan berbagai faktor teknis yang memengaruhi fungsionalitas dan keamanan operasional, di antaranya:

1. Tinggi Muka Air Maksimum

Elevasi dermaga harus mempertimbangkan tingkat muka air tertinggi yang tercatat selama fase pasang maksimum agar tetap dapat berfungsi dengan optimal dalam kondisi ekstrem.

2. Fluktuasi Muka Air

Variasi ketinggian air yang disebabkan oleh interaksi gelombang dan angin juga menjadi faktor utama dalam menentukan ketinggian dermaga, guna memastikan stabilitas dan keamanan selama proses sandar kapal.

### 3. Tipe Kapal yang Dilayani

Jenis kapal yang dirancang untuk bersandar di dermaga memengaruhi tinggi struktur, karena perbedaan ukuran kapal akan berpengaruh pada ketinggian dek kapal terhadap dermaga.

### 4. Infrastruktur Bongkar Muat

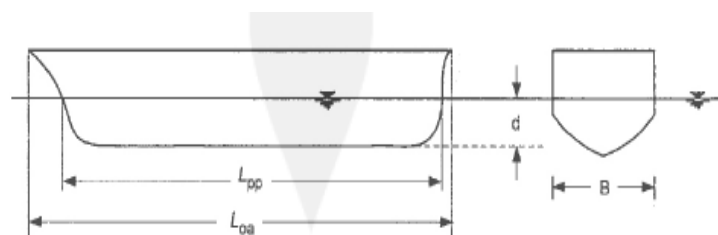
Peralatan yang digunakan untuk memindahkan barang antara kapal dan daratan, seperti crane, konveyor, atau jalur akses kendaraan, juga harus diperhitungkan agar proses operasional berjalan efisien dan aman.

Secara umum, untuk terminal barang umum, elevasi permukaan dermaga sebaiknya minimal 1,5 m di atas permukaan rencana (Triadmdjo, 2009).

## 2.6 Karakteristik kapal

Dalam perencanaan konstruksi dermaga, pengumpulan data mengenai spesifikasi kapal yang akan bersandar menjadi aspek krusial. Informasi ini mencakup dimensi utama kapal, seperti panjang, lebar, dan draft, yang berpengaruh terhadap desain dan kapasitas struktur dermaga.

Agar dermaga dapat beroperasi secara optimal dan aman, kapasitas kapal yang bersandar tidak boleh melebihi batas yang telah ditetapkan dalam perencanaan. Hal ini bertujuan untuk mencegah potensi risiko struktural, memastikan efisiensi operasional, serta menjaga keselamatan dalam aktivitas sandar dan bongkar muat.



Gambar 2.7 Dimensi kapal (Triadmojo, 2009).

Berdasarkan dimensi kapal barang umum atau general cargo faktor yang mempengaruhi berdasarkan jenis, bobot, dan kapasitas muatan barang. Berikut **Tabel 2.1** data umum dalam perencanaan dermaga.

Tabel 2.1 Karakteristik kapal barang umum (Triadmojo, 2009).

| Bobot<br>(DWT) | Panjang<br>(meter) | Lebar<br>(meter) | Draft |
|----------------|--------------------|------------------|-------|
| 700            | 58                 | 9,7              | 3,7   |
| 1000           | 64                 | 10,4             | 4,2   |
| 2000           | 81                 | 12,7             | 4,9   |
| 3000           | 92                 | 14,2             | 5,7   |
| 5000           | 109                | 16,4             | 6,8   |
| 8000           | 126                | 18,7             | 8,0   |
| 10000          | 137                | 19,9             | 8,5   |
| 15000          | 153                | 22,3             | 9,3   |
| 20000          | 177                | 23,4             | 10,0  |
| 30000          | 186                | 27,1             | 10,9  |
| 40000          | 201                | 29,4             | 11,7  |
| 50000          | 216                | 31,5             | 12,4  |

## 2.7 Desain Dermaga

Dalam perencanaan sebuah dermaga, penting untuk memperhatikan dampak-dampak yang dapat mempengaruhinya. Terdapat enam dampak yang perlu diperhatikan, antara lain:

### 2.7.1 Fasilitas Dermaga

Fasilitas dermaga merujuk pada komponen-komponen yang berfungsi untuk mendukung atau memfasilitasi kegiatan yang dilakukan di dermaga. Salah satu contohnya adalah crane dan rel.

### 2.7.2 Topografi

Topografi adalah informasi yang menggambarkan tekstur permukaan bumi. Representasi lapisan bumi pada peta topografi menjadi acuan standar dalam menentukan lokasi pelabuhan. Berdasarkan permukaan bumi dermaga *Jetty* digunakan pada pantai agak miring. Berdasarkan gambaran lapisan bumi *Wharf* pada pantai agak sedikit begitu tunggang.

### **2.7.3 Batimetri**

Batimetri adalah studi yang menelusuri kedalaman air laut, rawa, serta topografi dasar laut, danau, atau bendungan. Langkah pertama dalam melakukan batimetri adalah penurunan sisi kanan atau sisi kapal dengan alat SBES (*Single Beam Echosounder*) atau MBES (*Multi Beam Echosounder*) menggunakan tali pemberat yang telah teruji. Batimetri berfungsi sebagai acuan untuk penentuan lokasi proyek atau dermaga yang akan dibangun, serta untuk menetapkan titik aman bagi kapal yang bersandar, terutama terkait dengan kondisi dasar laut.

### **2.7.4 Pasang Surut**

Fenomena alam yang terjadi akibat proses alami yang mempengaruhi permukaan air laut adalah pasang surut. Dalam konteks ini, penting untuk mempertimbangkan pasang surut saat merancang dermaga, terutama dalam menghitung elevasi dermaga yang diukur dari permukaan laut. Jika ketinggian permukaan air pada dermaga tidak sesuai dengan rencana, dermaga tersebut dapat terendam saat air pasang. Ketidaksesuaian elevasi ini dapat menimbulkan masalah yang signifikan.

### **2.7.5 Hidro Oceanografi**

Tinjauan hidro-oceanografi berkaitan dengan analisis pengaruh hidrodinamika di perairan laut. Parameter utama yang biasanya diperhitungkan dalam tinjauan ini meliputi pasang surut, gelombang, dan angin.

### **2.7.6 Gelombang**

Gelombang adalah terjadinya kenaikan dan penurunan air laut di permukaan. Gelombang pada atas permukaan air terjadi akibat angin yang, yang menghasilkan gaya tekan ke bawah. Gaya ini menyebabkan permukaan air menjadi lebih rendah dibandingkan dengan area di sekitarnya, sehingga menciptakan ketidakseimbangan. Energi berkontribusi pada pembentukan pantai, menciptakan arus, serta mengangkut sedimen baik secara tegak lurus maupun sejajar dengan pantai, dan menyebabkan gaya-gaya yang mempengaruhi struktur bangunan di pantai menghasilkan gelombang.

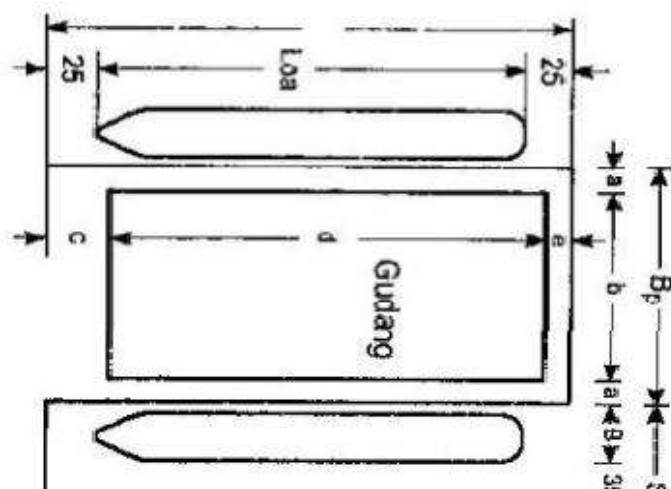
## 2.8 Design Dimensi Dermaga

Dimensi dermaga ditentukan oleh panjang, lebar, elevasi apron, serta area yang mendukung operasionalnya. Semua ukuran dasar ini memiliki dampak signifikan terhadap kapasitas pelabuhan dalam menangani kapal dan barang. Ukuran dan bentuk struktur juga berpengaruh pada jumlah investasi yang diperlukan. Oleh karena itu, penentuan yang tepat sangat krusial untuk mendukung efisiensi operasi pelabuhan. Panjang dermaga ditentukan berdasarkan penggunaan tambatan dan ukuran kapal yang direncanakan. Perencanaan dimensi dermaga mencakup panjang, lebar, dan elevasi apron dermaga.

### 2.8.1 Panjang Dermaga

Panjang dermaga ditentukan berdasarkan kebutuhan operasional dan kapasitas sandar kapal yang akan menggunakannya. Ukuran ini dirancang agar memungkinkan kapal untuk bersandar dan bermanuver dengan aman, serta memastikan kelancaran proses bongkar muat. Selain itu, pertimbangan teknis seperti kondisi perairan, kedalaman laut, serta jenis kapal yang dilayani juga menjadi faktor utama dalam menentukan panjang dermaga yang optimal. Umumnya, panjang dermaga ditentukan dengan menambahkan 10% dari panjang kapal di kedua ujungnya. Secara lebih pasti panjang dermaga dapat ditentukan melalui persamaan berikut ini pada tipe *pier*

$$L = L_{oa} + (-1) \cdot 15 \cdot (2 \cdot 25)$$



Gambar 2.8 Perhitungan Panjang Dermaga

### 2.8.2 Lebar Dermaga

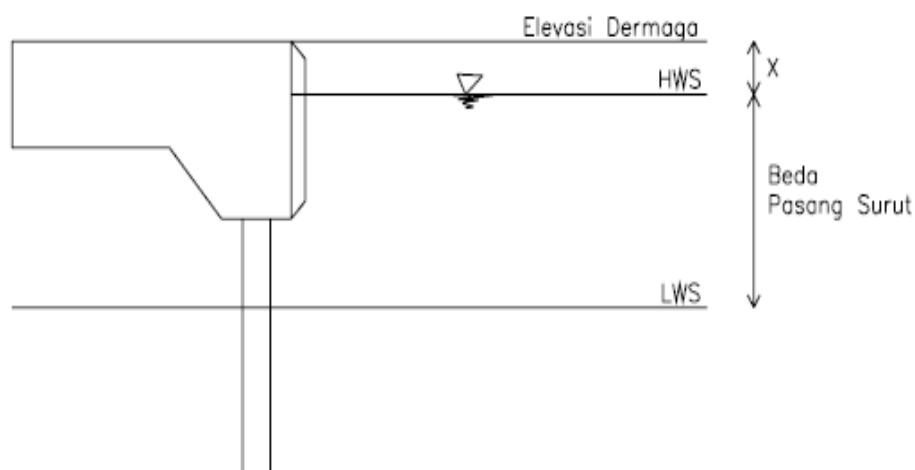
Lebar sebuah dermaga berdasarkan fungsi operasionalnya, dengan mempertimbangkan jenis serta volume barang yang akan ditangani. Selain itu, dimensi ini juga harus menyediakan ruang yang cukup untuk mendukung pergerakan peralatan bongkar muat secara aman, efisien, dan tanpa hambatan.

Secara umum, lebar area apron dermaga berkisar antara 15 hingga 25 meter. Di area ini, berbagai peralatan operasional, seperti crane, kendaraan pengangkut, dan fasilitas pendukung lainnya, ditempatkan guna memastikan kelancaran aktivitas bongkar muat barang (Triatmodjo, 2009).

### 2.8.3 Elevasi Apron

Apron pada dermaga merupakan zona transisi yang menghubungkan sisi dermaga dengan area depan gudang, di mana proses perpindahan barang dari transportasi laut ke transportasi darat berlangsung.

Dalam perencanaan, elevasi lantai dermaga (apron) harus ditentukan dengan mempertimbangkan beberapa faktor utama, termasuk tinggi muka air yang telah direncanakan, kondisi pasang surut di lokasi, serta ruang bebas yang diperlukan untuk mencegah limpasan air laut (overtopping) akibat gelombang. Selain itu, jenis kapal yang akan berlabuh juga menjadi faktor penting dalam menentukan ketinggian apron agar operasi bongkar muat dapat berjalan dengan aman dan efisien..



Gambar 2.9 Ketinggian Struktur

Elevasi lantai dermaga dirancang berada di atas High Water Level (HWL) dengan mempertimbangkan dinamika pasang surut air laut serta kedalaman

perairan yang telah ditetapkan. Parameter ini disesuaikan dengan standar perencanaan, sebagaimana tercantum dalam Tabel 2.2.

Berdasarkan ketentuan dalam tabel tersebut, untuk perairan dengan kedalaman yang direncanakan sebesar 4,5 meter atau lebih dan fluktuasi pasang surut kurang dari 3 meter, elevasi apron idealnya berada dalam rentang 1,0 meter hingga 3,0 meter di atas HWL. Penyesuaian ini bertujuan untuk memastikan bahwa dermaga tetap berfungsi optimal dalam berbagai kondisi hidrodinamika laut serta mendukung kelancaran aktivitas sandar dan bongkar muat kapal.

Tabel 2.2 Ketinggian Struktur

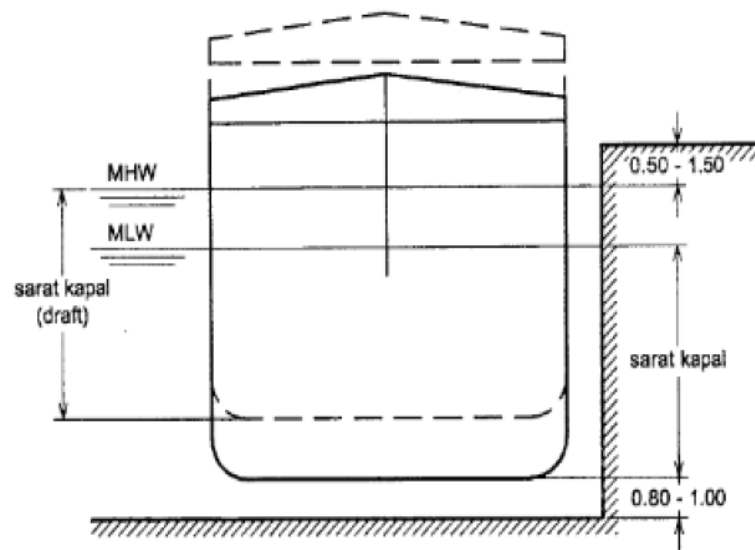
| Kedalaman Kapal | Kondisi Pasang Surut |              |
|-----------------|----------------------|--------------|
|                 | > 3,00 meter         | < 3,00 meter |
| > 4,50 meter    | 0,5 – 1,5 m          | 1,0 – 3,0 m  |
| < 4,50 meter    | 0,3 – 1,0 m          | 0,5 – 1,5 m  |

#### 2.8.4 Kedalaman Dermaga

Dalam perencanaan kedalaman dermaga, beberapa faktor utama harus diperhitungkan, termasuk tinggi draf maksimum kapal serta dinamika pasang surut yang tercermin dalam data batimetri. Selain itu, perlu adanya jarak aman (clearance) antara lunas kapal dan dasar perairan untuk memastikan kelancaran serta keamanan operasional.

Jarak aman ini umumnya ditetapkan antara 0,8 hingga 1 meter di bawah lunas kapal, dengan penyesuaian berdasarkan standar operasional pelabuhan, baik untuk kapal yang bersandar secara mandiri maupun dengan bantuan kapal tunda. Selain itu, faktor konstruksi dermaga juga menjadi pertimbangan dalam menentukan jarak ini.

Sementara itu, elevasi dermaga dirancang berada dalam rentang 0,5 hingga 1,5 meter di atas Mean High Water Spring (MHWS), dengan penyesuaian terhadap ukuran kapal yang direncanakan. Perhitungan ini bertujuan untuk memastikan bahwa dermaga tetap dapat berfungsi secara optimal dalam berbagai kondisi pasang surut dan mendukung aktivitas bongkar muat dengan efisien.



Gambar 2.10 Perhitungan Kedalaman Dermaga

## 2.9 Pembebanan terhadap Dermaga

Pembebanan pada dermaga terdiri atas beban vertikal dan beban horizontal yang harus diperhitungkan secara cermat dalam perencanaan struktur. Beban vertikal mencakup berat sendiri struktur, beban hidup akibat aktivitas bongkar muat, serta beban dari peralatan operasional seperti crane dan kendaraan berat. Sementara itu, beban horizontal berasal dari gaya berthing akibat tumbukan kapal, gaya mooring yang timbul dari tambatan kapal, serta pengaruh lingkungan seperti angin, arus, dan gelombang. Kombinasi dari kedua jenis beban ini menjadi faktor krusial dalam menentukan kapasitas struktur dermaga agar dapat beroperasi dengan aman dan efisien.

### 2.9.1 Beban Vertikal

Beban vertikal pada dermaga terdiri dari berbagai komponen yang harus diperhitungkan dalam perencanaan struktur agar mampu menahan gaya-gaya yang bekerja secara optimal. Komponen utama beban vertikal meliputi beban mati, yaitu berat sendiri struktur dermaga seperti pelat, balok, pile cap, dan tiang pancang. Selain itu, terdapat beban hidup, yang berasal dari aktivitas operasional di dermaga, seperti muatan kapal, pergerakan kendaraan berat, crane, serta material yang dibongkar dan dimuat. Beban tambahan juga dapat berasal dari peralatan operasional dan elemen infrastruktur lainnya yang ditempatkan di atas dermaga.

Semua beban ini berkerja secara tegak lurus sumbu horizontal dan harus dianalisis dengan mempertimbangkan distribusi dan intensitasnya untuk memastikan struktur dermaga dapat berfungsi dengan aman dan stabil. Berikut di bawah ini merupakan uraian terhadap jenis-jenis beban vertikal yang ada dan bekerja pada dermaga:

#### 1. Beban Mati (*Dead Load*)

Beban mati adalah beban yang berasal dari berat sendiri struktur dan elemen-elemen permanen yang melekat pada dermaga. Beban ini bersifat tetap selama umur bangunan dan tidak mengalami perubahan dalam penggunaannya. Beban mati meliputi material konstruksi seperti pelat beton, balok, pile cap, tiang pancang, serta peralatan permanen yang terpasang di dermaga.

Misalnya, pelat beton yang digunakan sebagai lantai dermaga memiliki berat sendiri berdasarkan berat jenis beton, yaitu sekitar  $2.400 \text{ kg/m}^3$ . Selain itu, elemen baja seperti bollard dan railing yang terpasang di dermaga memiliki berat jenis sekitar  $7.850 \text{ kg/m}^3$ , yang juga berkontribusi terhadap beban mati. Tidak hanya itu, air laut yang mengelilingi struktur bawah air juga memberikan tekanan dengan berat jenis sekitar  $1.025 \text{ kg/m}^3$

#### 2. Beban Hidup (*Live Load*)

Beban hidup pada dermaga merupakan beban yang bersifat sementara dan berubah-ubah selama operasi dermaga berlangsung. Beban ini mencakup berbagai faktor seperti kendaraan yang melintas, muatan yang diturunkan atau diangkat dari kapal, serta aktivitas manusia dan peralatan kerja di atas dermaga.

Misalnya, saat bongkar muat barang, dermaga harus mampu menahan berat kontainer yang sementara ditempatkan di atasnya sebelum dipindahkan ke truk atau gudang. Selain itu, kendaraan berat seperti truk pengangkut barang dan crane bergerak juga memberikan kontribusi terhadap beban hidup yang harus diperhitungkan dalam perencanaan struktur. Berikut di bawah ini merupakan uraian jenis-jenis beban hidup yang ada dan bekerja pada dermaga:

##### a. Beban Hidup Merata

Beban hidup merata adalah beban yang tersebar secara seragam di seluruh permukaan struktur dermaga dan berubah-ubah tergantung pada

aktivitas operasional di atasnya. Beban ini berasal dari pergerakan alat berat, muatan sementara, serta aktivitas pekerja yang terjadi selama proses bongkar muat kapal. Dalam Standar Design Criteria for Ports in Indonesia, beban hidup merata pada dermaga ditetapkan sebesar 3 ton/m<sup>2</sup>. Nilai ini digunakan sebagai acuan dalam perencanaan struktur untuk memastikan dermaga mampu menahan beban dinamis yang terjadi selama operasional tanpa mengalami kegagalan atau deformasi yang berlebihan.

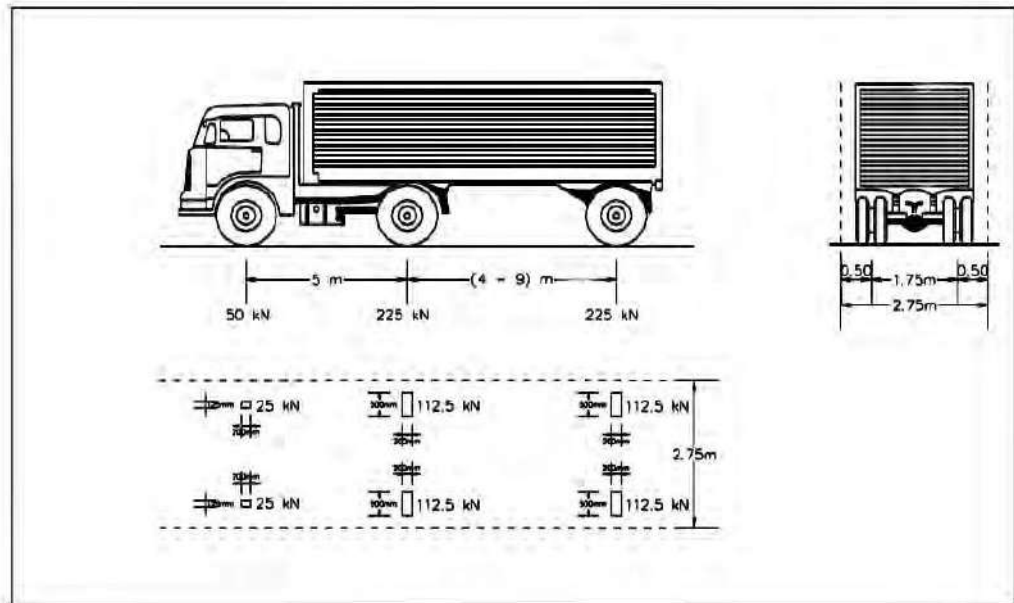
b. Beban Hidup Terpusat

Beban hidup terpusat adalah beban yang bekerja pada satu titik atau area kecil pada struktur dermaga, yang biasanya berasal dari roda kendaraan berat, kaki crane, atau peralatan bongkar muat lainnya. Beban ini dapat menyebabkan tegangan tinggi pada area tertentu, sehingga perencanaan struktur harus mempertimbangkan distribusi beban agar tidak terjadi kegagalan lokal. Berikut di bawah ini merupakan uraian jenis-jenis beban hidup terpusat yang ada dan bekerja pada dermaga:

- Beban Truk Kontainer

Truk kontainer berperan sebagai kendaraan utama dalam proses bongkar muat di pelabuhan dan berkontribusi terhadap beban hidup yang harus ditanggung oleh struktur dermaga. Beban terpusat yang dihasilkan oleh roda kendaraan (T load) mengikuti standar peraturan SNI T-02-2005, yang mengacu pada distribusi berat sumbu kendaraan semitrailer dengan konfigurasi tertentu.

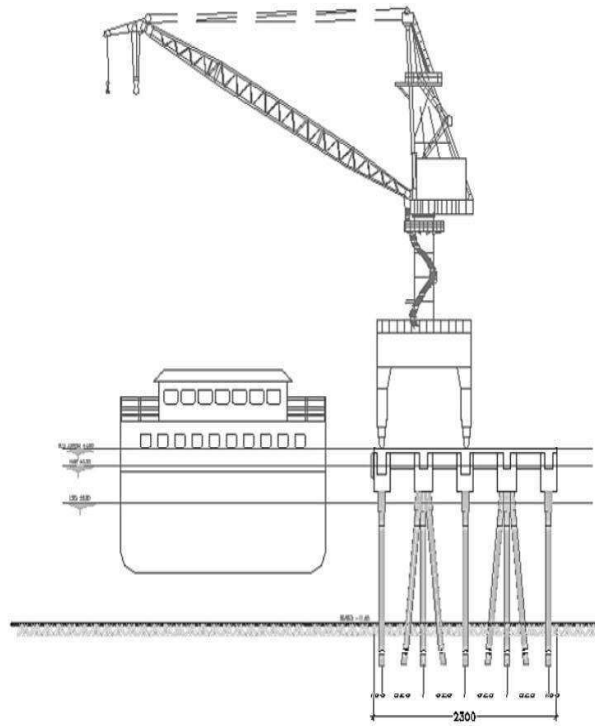
Sebagaimana ditunjukkan dalam Gambar 10, perhitungan penyebaran beban kerja pada pelat lantai dermaga dilakukan dengan mempertimbangkan ketebalan pelat serta pola distribusi beban dalam satu arah. Konsep ini dinyatakan dalam bentuk lebar manfaat, yang digunakan untuk memastikan bahwa struktur lantai dermaga mampu menahan tekanan beban dari kendaraan operasional secara optimal dan aman.



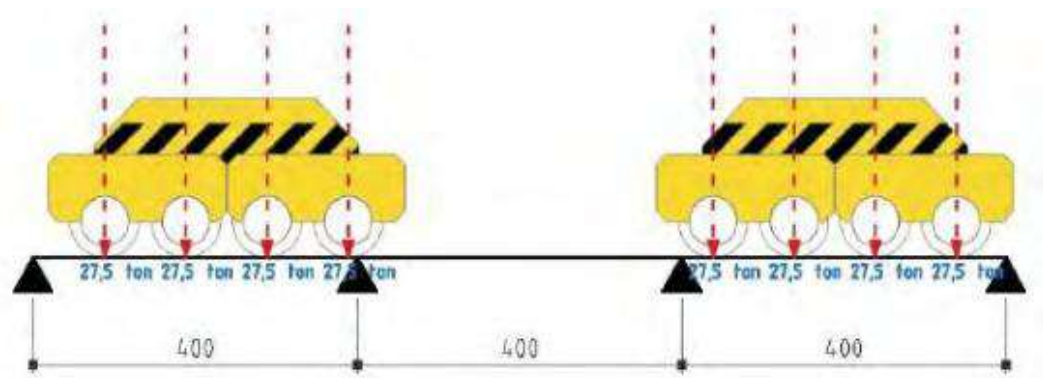
Gambar 2.11 Beban Truk

#### - Beban Portal Crane

Beban hidup yang berasal dari portal crane merupakan salah satu beban terpusat yang harus diperhitungkan dalam perencanaan struktur dermaga. Portal crane digunakan untuk bongkar muat barang dan memiliki berat yang besar, sehingga beban yang ditimbulkan dapat berdampak signifikan terhadap elemen struktural dermaga, seperti pelat lantai, balok, dan tiang pancang. Beban ini dihitung dengan mengasumsikan sebagai beban berjalan (moving load), di mana gaya yang ditimbulkan oleh crane tidak hanya bekerja secara statis di satu titik, tetapi juga berpindah seiring dengan pergerakan crane di sepanjang jalur operasionalnya, yang disesuaikan dengan jumlah roda dari crane tersebut.



Gambar 2.12 Portal Crane



Gambar 2.13 Beban Berjalan pada Roda

### 2.9.2 Beban Horizontal

Beban horizontal atau beban lateral adalah gaya yang bekerja secara mendatar pada struktur dermaga akibat berbagai faktor eksternal. Beban ini dapat berasal dari tekanan air, arus, gelombang, angin, serta gaya yang dihasilkan oleh kapal saat berlabuh, baik akibat berthing (tubrukan kapal ke dermaga) maupun mooring (penahan kapal dengan tali tambat). Selain itu, beban horizontal juga dapat terjadi akibat gaya geser dari gempa bumi yang mempengaruhi kestabilan struktur

dermaga. Berikut di bawah ini merupakan uraian terhadap beban horizontal yang ada dan bekerja pada dermaga:

#### 1. Beban Berthing

Gaya benturan kapal (berthing force) merupakan gaya yang timbul ketika kapal mendekati dan merapat ke dermaga akibat sisa kecepatan gerakannya. Benturan ini terjadi karena interaksi langsung antara lambung kapal dan struktur dermaga. Dalam perencanaan, kondisi benturan maksimum diasumsikan terjadi ketika kapal dalam kondisi muatan penuh menghantam dermaga dengan sudut  $10^\circ$  terhadap sisi depan dermaga. Gaya benturan yang diterima oleh dermaga ini kemudian diredam oleh fender, yang berfungsi menyerap energi tumbukan dan mengurangi dampak gaya langsung terhadap struktur dermaga.

Perhitungan beban reaksi fender didasarkan pada energi tumbukan (berthing energy) yang telah direncanakan, yang kemudian dianalisis menggunakan kurva kinerja (performance curve) fender. Beban akibat pengaruh angin dan arus tidak dimasukkan dalam perhitungan ini, karena dampak energi tumbukan kapal dianggap sebagai faktor dominan dalam menentukan beban reaksi fender.

Selain itu, dalam perancangan struktur dermaga, beban friksi fender juga diperhitungkan, dengan koefisien gesek (friction coefficient) yang diambil sebesar 0,2. Nilai ini digunakan untuk memastikan desain dermaga mampu menahan gaya gesek yang terjadi saat kapal bergesekan dengan fender selama proses sandar.

#### 2. Beban Mooring

Beban mooring adalah gaya yang bekerja pada struktur dermaga akibat tarikan tali tambat (mooring lines) yang digunakan untuk menahan kapal agar tetap berada di posisi tambatannya. Beban ini muncul ketika kapal mengalami gaya eksternal seperti arus, angin, dan gelombang, yang menyebabkan kapal bergerak dan memberikan tegangan pada tali tambat. Besarnya beban mooring bergantung pada ukuran kapal, kondisi lingkungan perairan, jumlah serta konfigurasi tali tambat, serta titik tambat pada dermaga, seperti bollard atau bitt. Berikut di bawah ini disajikan gaya tarik yang bekerja akibat beban mooring pada Tabel 2.3

Tabel 2.3 Beban Mooring (Standart Design Criteria For Port in Indonesia

| Kapasitas Kapal | Gaya Tarik |         |
|-----------------|------------|---------|
|                 | Bitt       | Bollard |
| (GT)            | (kN)       |         |
| 200 - 500       | 150        | 150     |
| 500 - 1000      | 250        | 250     |
| 1000 - 2000     | 350        | 250     |
| 2000 - 3000     | 350        | 350     |
| 3000 - 5000     | 500        | 350     |
| 5000 - 10000    | 700        | 500     |
| 10000 - 20000   | 1000       | 700     |
| 20000 - 50000   | 1500       | 1000    |

### 3. Beban Arus

Beban arus adalah gaya yang bekerja pada struktur dermaga akibat tekanan dari arus laut atau sungai yang mengalir di sekitar struktur. Gaya ini terjadi karena perbedaan kecepatan aliran air yang mengenai permukaan elemen struktural, seperti tiang pancang dan badan kapal yang sedang berlabuh. Besarnya beban arus bergantung pada kecepatan arus, kedalaman air, bentuk serta luas penampang struktur yang terkena arus, dan viskositas air. Persamaan yang digunakan untuk menghitung beban arus adalah sebagai berikut:

$$F_D = \frac{1}{2} C_D \rho_0 A U^2$$

Keterangan:

$F_D$  = total drag force per satuan panjang

$C_D$  = koefisien drag

$\rho_0$  = berat jenis air laut

$A$  = luas struktur yang terkena arus

$U^2$  = kecepatan arus

### 4. Beban Angin

Beban angin adalah gaya yang bekerja pada struktur dermaga akibat tekanan angin yang bertiup di sekitar area pelabuhan. Beban ini terutama memengaruhi kapal yang berlabuh, peralatan dermaga seperti crane, serta elemen struktural lainnya seperti tiang pancang dan dinding dermaga. Besarnya beban angin

bergantung pada kecepatan dan arah angin, ketinggian struktur, serta luas permukaan yang terkena angin. Persamaan yang digunakan untuk menghitung beban angin adalah sebagai berikut:

$$P_D = P_B \left( \frac{VD_z}{V_B} \right)^2$$

Keterangan:

$$\begin{aligned} P_D &= \text{beban angin (kg/m}^2\text{)} \\ P_B &= \text{tekanan angin dasar balok (24 kg/m}^2\text{)} \\ VD_z &= \text{kecepatan angin} \\ V_B &= 35 \text{ m/s} \end{aligned}$$

### **2.10 Rangkak Beton**

Rangkak pada beton (creep) adalah deformasi atau perubahan bentuk beton secara bertahap akibat beban jangka panjang yang bekerja pada struktur. Fenomena ini terjadi karena sifat viskoelastis beton, di mana material akan mengalami regangan tambahan seiring waktu meskipun beban yang diberikan tetap konstan. Dimensi dermaga ditentukan oleh panjang, lebar, elevasi apron, serta area yang mendukung operasionalnya. Semua ukuran dasar ini memiliki dampak signifikan terhadap kapasitas pelabuhan dalam menangani kapal dan barang. Ukuran dan bentuk struktur

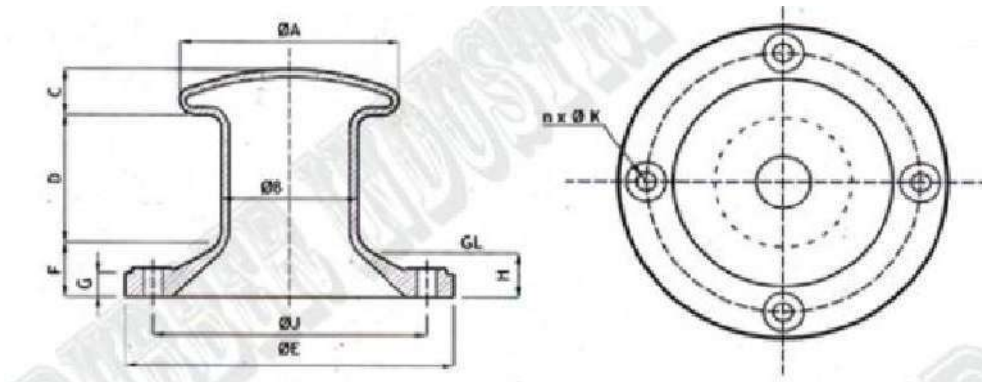
### **2.11 Susut Beton**

Susut beton adalah penyusutan volume beton yang terjadi akibat hilangnya kadar air dalam campuran beton seiring waktu. Fenomena ini dapat menyebabkan retak mikro pada beton jika tidak dikontrol dengan baik. Susut beton terjadi karena proses hidrasi semen dan penguapan air dari dalam beton ke lingkungan.

### **2.12 Bollard**

Bollard adalah komponen penting dalam infrastruktur dermaga yang berfungsi sebagai titik tambat untuk mengikat tali kapal saat bersandar. Bollard dirancang untuk menahan gaya tarik dari tali mooring yang dihasilkan oleh kapal akibat arus, angin, dan gelombang.

Bollard umumnya terbuat dari baja cor atau besi tuang dengan kapasitas tarik yang bervariasi tergantung pada jenis dan ukuran kapal yang akan ditambatkan. Kapasitas bollard biasanya dinyatakan dalam ton bollard pull (kN atau ton), yang menunjukkan seberapa besar gaya tarik yang dapat ditahan oleh bollard tanpa mengalami kegagalan struktur.

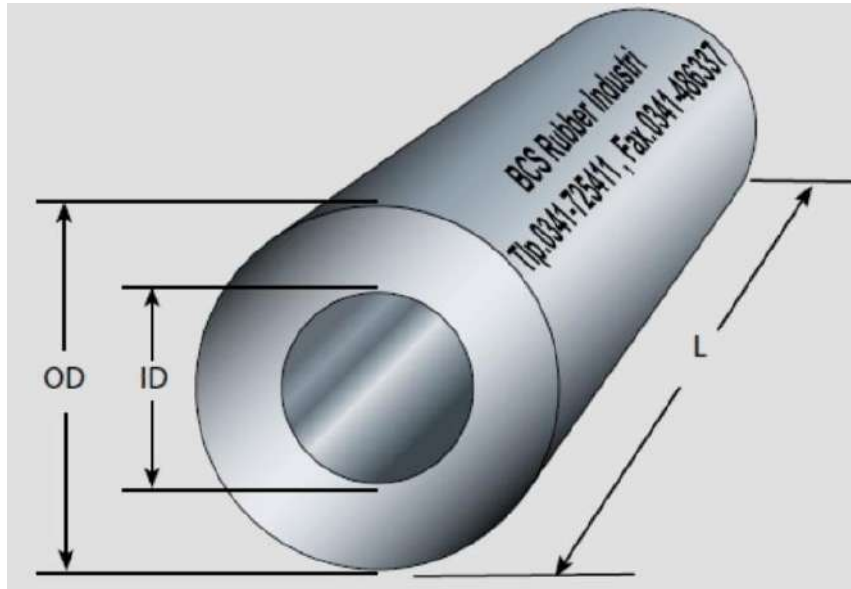


Gambar 2.14 Straight type bollard.

### 2.13 Fender

Fender adalah perangkat pelindung yang dipasang pada sisi dermaga atau kapal untuk meredam energi tumbukan saat kapal berlabuh. Fungsi utama fender adalah mengurangi dampak gaya berthing (sandaran kapal) dengan menyerap energi tumbukan dan mendistribusikannya secara merata, sehingga mencegah kerusakan pada struktur dermaga maupun lambung kapal.

Fender tersedia dalam berbagai jenis dan material, seperti karet, busa, atau pneumatik (berisi udara). Pemilihan tipe fender tergantung pada ukuran kapal, kondisi perairan, dan desain dermaga. Contoh fender yang umum digunakan adalah fender silinder, fender V, fender panel, dan fender pneumatik.



Gambar 2.15 Fender Silinder

## 2.14 Kombinasi Pembebanan

Kombinasi pembebanan pada dermaga merupakan gabungan berbagai jenis beban yang bekerja secara simultan untuk memastikan struktur mampu menahan semua kemungkinan kondisi yang terjadi selama operasionalnya. Kombinasi ini harus mempertimbangkan beban vertikal, horizontal, serta efek lingkungan, sesuai dengan standar dan regulasi yang berlaku.

Dalam desain dermaga, kombinasi pembebanan umumnya mengacu pada standar seperti Standar Perencanaan Pelabuhan di Indonesia atau regulasi internasional seperti PIANC dan AASHTO. Kombinasi beban ini dirancang untuk menangani skenario terburuk yang mungkin terjadi, sehingga struktur dermaga tetap aman dan berfungsi optimal.

Tabel 2.4 Kombinasi Port of Long Beach Wharf

| LOAD AND RESISTANCE FACTOR DESIGN (LRFD) <sup>b</sup> |                          |      |      |      |    |   |       |      |      |
|-------------------------------------------------------|--------------------------|------|------|------|----|---|-------|------|------|
| Case                                                  | LOAD COMBINATION FACTORS |      |      |      |    |   |       |      |      |
|                                                       | D                        | L+IC | E    | W    | BE | M | R+S+T | BU   | C    |
| I                                                     | 1,20                     | 1,60 | 1,60 | 1,00 | -  | - | 1,20  | 1,20 | 1.20 |

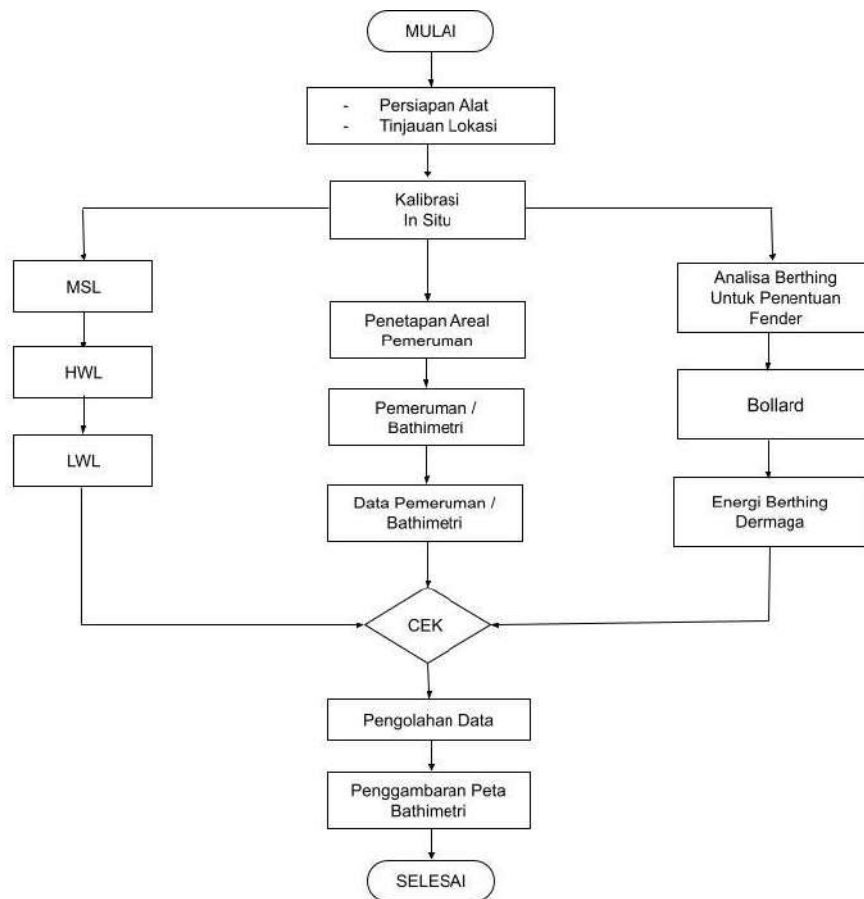
|                 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|-----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| II <sup>D</sup> | 0,90 | -    | 1,60 | 1,00 | -    | -    | 1,20 | 1,00 | 1,20 |
| III             | 1,20 | 1,00 | 1,60 | 1,00 | 1,60 | -    | -    | 1,20 | 1,20 |
| IV              | 1,20 | 1,60 | 1,60 | 1,00 | -    | 1,60 | -    | 1,20 | 1,20 |

## BAB 3

### METODE PENELITIAN

#### 3.1 Metode Penelitian

Metode penelitian merupakan serangkaian langkah yang dilakukan untuk mencapai tujuan penelitian. Penelitian ini berfokus pada kekuatan tahanan tanah bawah laut terhadap dermaga serta ketahanan fasilitas dermaga fungsional TNI Angkatan Laut. Penelitian dilakukan dengan uji tanah (soil test) dan sondir, serta analisis kekuatan tiang pancang terhadap tekanan ombak secara akurat. Tahapan pelaksanaan kegiatan dalam tugas akhir ini dapat dilihat pada Gambar 3.1

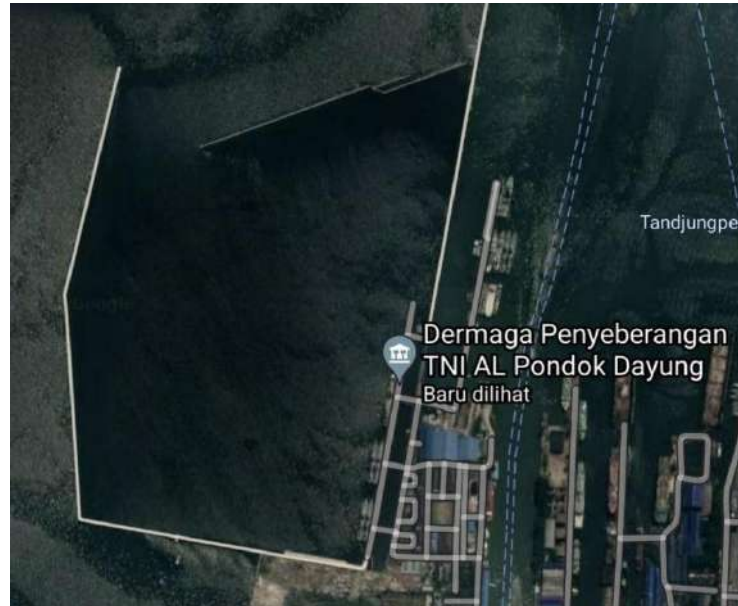


Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

#### 3.2 Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Dermaga Pondok Dayung, yang merupakan dermaga milik Angkatan Laut di perairan Teluk Jakarta. Dermaga ini berfungsi

sebagai tempat sandar kapal-kapal militer dan didesain untuk menahan berbagai beban, baik vertikal maupun horizontal. Berikut pada Gambar 3.2 disajikan lokasi penelitian:

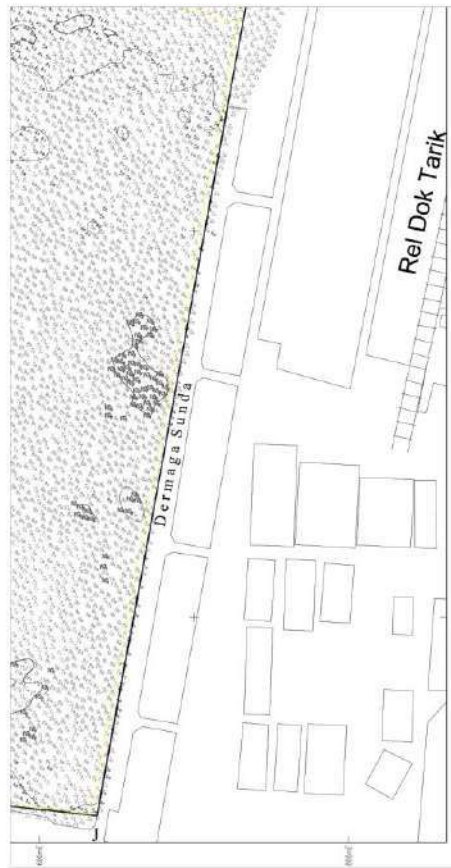


Gambar 3.2 Tempat Penelitian

### 3.3 Denah Rencana

Dalam perencanaan ini, dirancang sebuah dermaga general cargo tipe pier dengan konstruksi terbuka yang mampu menampung kapal hingga 10.000 DWT. Lokasi dermaga berada di Pelabuhan Pondok Dayung, Tanjung Priok, Jakarta Utara.

Dermaga ini direncanakan untuk menyediakan empat tambatan kapal pada sisi depan. Untuk memberikan gambaran visual dalam perencanaan, Denah Batimetri dan Denah Dermaga Pondok Dayung ditampilkan pada Gambar 3.3



Gambar 3.3 Denah Dermaga Pondok Dayung dan Denah Bathimetri

### 3.4 Pengumpulan Data Teknis

Pada bagian ini akan dijelaskan mengenai proses pengumpulan data yang dilakukan sebagai dasar dalam perencanaan dan analisis. Pengumpulan data mencakup berbagai informasi yang diperlukan, seperti data kondisi perairan, karakteristik tanah, parameter beban, serta spesifikasi material yang digunakan.

#### 3.4.1 Spesifikasi Kapal

Pada penelitian ini, jenis kapal yang digunakan sebagai acuan perencanaan adalah kapal dengan kapasitas 10.000 DWT. Pemilihan jenis kapal ini didasarkan pada kebutuhan operasional dermaga serta standar perencanaan yang berlaku. Kapal dengan bobot mati 10.000 DWT memiliki karakteristik tertentu, seperti dimensi dan gaya yang bekerja pada struktur dermaga, yang akan memengaruhi perhitungan beban serta desain elemen struktural. Dengan menetapkan jenis kapal ini, perencanaan dermaga dapat disesuaikan agar mampu menampung dan melayani

kapal dengan kapasitas tersebut secara optimal. Berikut di bawah ini disajikan data teknis kapal dengan kapasitas 10.000 DWT pada Tabel 3.1

Tabel 3.1 Spesifikasi Kapal

| Jenis<br>(A) | Panjang<br>(B) | Lebar<br>(C) | Kedalaman<br>(D) |
|--------------|----------------|--------------|------------------|
| 10.000 DWT   | 138 meter      | 19 meter     | 7,25 meter       |

### 3.4.2 Data Kontur (Bathimetri)

Pada bagian ini disajikan data bathimetri yang diperoleh dari hasil pengukuran kedalaman perairan di lokasi rencana dermaga. Pengukuran dilakukan dari titik 0,0 LWS hingga kedalaman -10 meter LWS untuk memastikan kondisi dasar laut di area tambatan kapal.

Kedalaman minimum yang harus dipenuhi agar dermaga mampu menampung kapal dengan bobot mati 10.000 DWT adalah 7,25 meter. Data bathimetri didapat dari laporan survey bathimetri pada kegiatan pengukuran kedalaman air dan posisi (x,y) dilakukan dengan alat *Echosounder Garmin, GPS maps Sounder tipe 420-s* dilengkapi dengan *GPS-Hand Held Garmin 64s*. Data ini menjadi acuan dalam menentukan desain elevasi dermaga serta kebutuhan pengerukan dasar laut guna memastikan keamanan operasional kapal saat sandar dan berlayar di sekitar dermaga.

### 3.4.3 Data Arus Laut

Pada bagian ini disajikan data arus yang diperoleh dari hasil simulasi hidrodinamika yang dilakukan oleh LANTAMAL III Pondok Dayung. Simulasi ini bertujuan untuk memahami karakteristik arus laut di sekitar lokasi dermaga yang dapat mempengaruhi stabilitas kapal saat sandar dan proses manuver. Berdasarkan hasil simulasi tersebut, diketahui bahwa kecepatan arus maksimum di perairan Pondok Dayung, Jakarta Utara, berkisar antara 0,5 hingga 0,7 knot. Data ini menjadi salah satu faktor penting dalam perencanaan struktur dermaga, khususnya dalam menentukan kebutuhan sistem tambatan dan perlindungan dermaga terhadap gaya horizontal akibat arus laut.

#### **3.4.4 Pasang Surut Air Laut**

Pada bagian ini disajikan data pasang surut air laut yang menjadi faktor penting dalam perencanaan dermaga. Data ini digunakan untuk menentukan elevasi struktur serta memastikan kelayakan operasional kapal saat sandar dan lepas tambat. Berdasarkan hasil pengukuran, diketahui bahwa ketinggian pasang tertinggi (High Water Level/HWL) mencapai 1,2 meter terhadap LWS, sedangkan pasang terendah (Low Water Level/LWL) berada pada -0,1 meter terhadap LWS.

#### **3.4.5 Data Angin**

Pada bagian ini akan dijelaskan data angin yang diperoleh sebagai salah satu faktor lingkungan yang mempengaruhi perencanaan dermaga. Data angin digunakan dalam analisis beban lingkungan yang bekerja pada struktur dermaga dan kapal saat sandar. Berdasarkan hasil yang didapat, arah angin dominan bergerak dari utara ke tenggara dengan kecepatan berkisar antara 4 hingga 11 knots atau setara dengan 2,06 m/s hingga 5,658 m/s. Informasi ini menjadi acuan dalam perhitungan gaya yang ditimbulkan akibat angin terhadap struktur dan kapal yang bertambat.

#### **3.4.6 Data Gelombang**

Pada bagian ini akan dijelaskan data gelombang yang berperan dalam perencanaan dermaga, terutama dalam analisis beban lingkungan yang bekerja pada struktur. Data gelombang diperoleh dari hasil pemantauan dan simulasi hidrodinamika yang dilakukan di perairan Pondok Dayung. Berdasarkan hasil analisis, tinggi gelombang di lokasi penelitian berkisar antara 0,1 hingga 0,25 meter. Informasi ini digunakan untuk menilai dampak gelombang terhadap kestabilan dermaga serta kenyamanan operasi bongkar muat kapal.

#### **3.4.7 Dimensi Perencanaan Dermaga**

Pada bagian ini akan dijelaskan mengenai dimensi dermaga yang dirancang untuk mendukung operasional kapal dengan kapasitas 10.000 DWT. Dermaga ini memiliki panjang 190 meter dan lebar 55 meter, sehingga mampu menampung beberapa kapal secara bersamaan serta memfasilitasi aktivitas bongkar muat dengan efisien. Kedalaman perairan di sekitar dermaga mencapai 10 meter terhadap level water spring (LWS), sehingga memenuhi syarat untuk menampung kapal dengan

draft yang sesuai. Selain itu, elevasi puncak struktur dermaga dirancang berada pada +3,1 meter di atas high water level (HWL), sehingga dapat mengakomodasi perubahan pasang surut serta memastikan operasional yang aman dan stabil. Dimensi ini dirancang berdasarkan standar perencanaan dermaga agar dapat berfungsi secara optimal dalam mendukung kegiatan maritim di Pelabuhan Pondok Dayung.

#### 3.4.8 Data Material Struktur Dermaga

Pada bagian ini akan dijelaskan mengenai data material struktur dermaga yang akan digunakan pada Tabel 3.2 sebagai berikut:

Tabel 3.2 Spesifikasi Material

| No | Material            | Nilai              |
|----|---------------------|--------------------|
| 1  | Kuat Tekan Beton    | 35 MPa             |
| 2  | Modulus Elastisitas | $4700 \sqrt{f_c'}$ |
| 3  | Baja Tulangan       | BJTS 420 B         |
| 4  | Mutu Baja           | BJ37               |

### 3.5 Beban Vertikal

Pada bagian ini, akan dibahas beban vertikal yang bekerja pada struktur dermaga. Beban vertikal terdiri dari beberapa komponen utama, yaitu beban mati, beban hidup, beban berjalan, serta beban tambahan lainnya yang mempengaruhi kinerja struktur.

#### 3.5.1 Beban Mati Struktur

Pada bagian ini, akan dibahas mengenai beban mati yang bekerja pada struktur dermaga. Beban mati merupakan beban yang berasal dari berat sendiri elemen-elemen struktur, seperti pelat lantai, balok, pile cap, dan tiang pancang, serta material tambahan yang bersifat permanen. Berikut di bawah ini disajikan berat sendiri pelat pada Tabel 3.3

Tabel 3.3 Berat Sendiri Pelat

| Luasan<br>(A)    | Tebal<br>(B) | Berat Jenis<br>(C)     | Berat Total<br>(D=A*B*C) |
|------------------|--------------|------------------------|--------------------------|
| 1 m <sup>2</sup> | 0,35 m       | 2400 kg/m <sup>3</sup> | 840 kg/m <sup>2</sup>    |

### 3.5.2 Beban Mati Fender

Pada perhitungan ini, akan dihitung berat sendiri fender yang digunakan dalam desain dermaga. Fender berfungsi sebagai peredam energi benturan kapal saat merapat ke dermaga, sehingga penting untuk memperhitungkan beratnya dalam analisis struktur.

Dalam desain ini, akan digunakan 7 fender dengan jarak antar fender 10 meter. Perhitungan berat sendiri fender akan dilakukan untuk memastikan bahwa struktur dermaga mampu menahan beban tambahan dari komponen tersebut. Dimensi fender yang digunakan adalah berbentuk silinder dengan diameter luar 250 mm dan diameter dalam 125 mm dan panjang 1 meter. Berikut di bawah ini disajikan berat sendiri 1 buah fender pada Tabel 3.4

Tabel 3.4 Berat Sendiri Fender

| Luas<br>(A)        | Luas<br>(B)        | Panjang<br>(C) | Luas Total<br>(D=A-B) | Berat Jenis<br>(E)    | Berat Total<br>(F=C*D*E) |
|--------------------|--------------------|----------------|-----------------------|-----------------------|--------------------------|
| $3,14 \cdot 0,125$ | $3,14 \cdot 0,625$ | 1 m            | $0,37 \text{ m}^2$    | $1200 \text{ kg/m}^3$ | 444 kg/fender            |

### 3.5.3 Beban Mati Bollard

Dalam perhitungan ini, akan dihitung berat sendiri bollard yang digunakan pada dermaga. Bollard berfungsi sebagai tempat penambatan tali kapal untuk menjaga posisi kapal tetap stabil saat sandar. Pemilihan tipe bollard harus mempertimbangkan kapasitas tarik yang mampu ditahan serta distribusi beban pada struktur dermaga. Pada desain ini, akan digunakan 8 bollard tipe SR-50 dengan jarak antar bollard 15 meter. Perhitungan berat sendiri bollard dilakukan untuk memastikan bahwa beban tambahan dari komponen ini telah diperhitungkan dalam desain struktur dermaga. Berikut di bawah ini disajikan berat sendiri 1 buah bollard pada Tabel 3.5

Tabel 3.5 Berat Sendiri Bollard

| Volume<br>(A)       | Tebal<br>(B)        | Volume Total<br>(C=A+B) | Berat Jenis<br>(E)    | Berat Total<br>(D=C*E) |
|---------------------|---------------------|-------------------------|-----------------------|------------------------|
| $0,030 \text{ m}^3$ | $0,019 \text{ m}^3$ | $0,049 \text{ m}^3$     | $7850 \text{ kg/m}^3$ | 384,65 kg/bollard      |

#### **3.5.4 Beban Hidup Merata**

Beban hidup merata pada dermaga ditetapkan sebesar 3 ton/m<sup>2</sup> sesuai dengan standar yang tercantum dalam Standard Design Criteria for Port in Indonesia. Beban hidup ini mencerminkan beban sementara yang dihasilkan dari aktivitas operasional di dermaga, seperti pergerakan barang, kendaraan, dan peralatan bongkar muat. Penetapan nilai ini penting untuk memastikan struktur dermaga mampu menahan beban yang terjadi selama operasional tanpa mengalami deformasi berlebihan atau kegagalan struktural.

#### **3.5.5 Beban Hidup Bergerak (Crane)**

Dalam perencanaan dermaga ini, dipilih Jib Portal Crane tipe BP1627 sebagai alat bongkar muat yang akan digunakan. Crane ini memiliki kapasitas dan spesifikasi yang sesuai dengan kebutuhan operasional dermaga, dengan berat sebesar 18,5 ton yang terbagi ke dalam 4 roda di sisi kanan dan kiri sepanjang 10 meter dan berjarak 1 meter untuk setiap roda.

### **3.6 Beban Horizontal**

Pada bagian ini, akan dibahas mengenai beban horizontal yang bekerja pada struktur dermaga. Beban horizontal ini terdiri dari beban berthing, yang diakibatkan oleh tumbukan kapal saat sandar; beban mooring, yang berasal dari gaya tarik tali tambat kapal; serta beban akibat angin dan arus, yang memberikan tekanan lateral pada struktur dermaga.

#### **3.6.1 Beban *Berthing***

Dalam analisis beban berthing pada dermaga, digunakan fender silinder dengan diameter luar 250 mm, diameter dalam 125 mm, dan panjang 1 meter. Fender ini berfungsi untuk menyerap energi tumbukan kapal saat sandar, sehingga mengurangi dampak gaya ke struktur dermaga. Berdasarkan spesifikasi fender yang dipilih, gaya yang diteruskan ke struktur dermaga akibat tumbukan kapal adalah sebesar 11,01 ton.

#### **3.6.2 Beban *Mooring***

Dalam analisis beban mooring pada dermaga, gaya yang bekerja pada struktur berasal dari tambatan kapal yang diikatkan pada *bitt* dan *bollard*. Untuk

kapal dengan kapasitas 5.000 – 10.000 GTW, gaya yang diterima bitt sebesar 700 kN, sedangkan *bollard* menerima gaya sebesar 500 kN. Beban yang diperhitungkan pada penelitian ini digunakan beban pada bollard sebesar 500 kN. Beban ini harus diperhitungkan dengan cermat agar desain struktur dermaga mampu menahan gaya tambatan tanpa mengalami kegagalan.

### 3.6.3 Beban Angin

Pada bagian ini, dilakukan perhitungan beban angin yang bekerja pada struktur dermaga. Beban angin ini dihitung berdasarkan persamaan berikut di bawah ini dan pada Tabel 3.6 disajikan hasil perhitungannya:

$$P_D = P_B \left( \frac{VD_z}{V_B} \right)^2$$

Tabel 3.6 Beban Angin

| Parameter            |                 |                | Beban Angin             |
|----------------------|-----------------|----------------|-------------------------|
| P <sub>B</sub>       | VD <sub>z</sub> | V <sub>B</sub> | P <sub>D</sub>          |
| (A)                  | (B)             | (C)            | (D)                     |
| 24 kg/m <sup>2</sup> | 5,66 m/s        | 35 m/s         | 62,64 kg/m <sup>2</sup> |

### 3.6.4 Beban Arus

Pada bagian ini, dilakukan perhitungan beban arus yang bekerja pada struktur dermaga. Beban arus dihitung berdasarkan karakteristik arus laut di lokasi proyek, dengan mempertimbangkan kecepatan arus, kedalaman perairan, serta luas permukaan yang terpengaruh. Perhitungan dilakukan menggunakan persamaan berikut untuk memastikan struktur mampu menahan gaya yang ditimbulkan oleh arus dan pada Tabel 3.7 disajikan hasil perhitungannya:

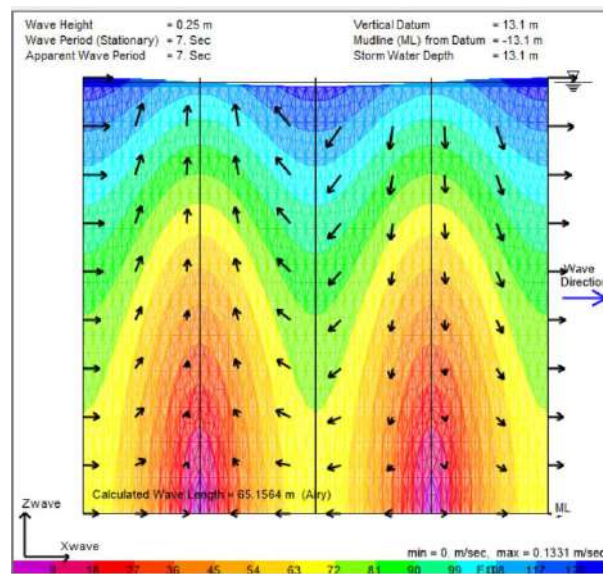
$$F_D = \frac{1}{2} C_D \rho_0 A U^2$$

Tabel 3.7 Beban Arus

| Parameter      |                         |                     |                        | Beban Arus     |
|----------------|-------------------------|---------------------|------------------------|----------------|
| C <sub>D</sub> | ρ <sub>0</sub>          | A                   | U <sup>2</sup>         | F <sub>D</sub> |
| (A)            | (B)                     | (C)                 | (D)                    | (E)            |
| 1              | 1,025 kg/m <sup>2</sup> | 9,14 m <sup>2</sup> | 0,360 <sup>2</sup> m/s | 61,90 kg       |

### 3.6.5 Beban Gelombang

Pada bagian ini, dilakukan input data beban gelombang ke dalam perangkat lunak SAP2000. Data yang digunakan disesuaikan dengan informasi gelombang yang diperoleh dari BMKG untuk perairan Teluk Jakarta. Parameter-parameter gelombang, seperti tinggi signifikan, periode, dan arah gelombang, dimasukkan agar analisis dapat mencerminkan kondisi nyata di lokasi proyek.



Gambar 3.4 Pemodelan Beban Gelombang Dermaga dengan SAP2000

### 3.7 Beban Gempa

Pada bagian ini, akan dibahas mengenai beban gempa yang bekerja pada struktur dermaga. Analisis ini dimulai dengan menentukan parameter-parameter gempa berdasarkan ketentuan yang berlaku, seperti kategori situs, percepatan spektral, dan faktor respon seismik. Selanjutnya, dilakukan perhitungan untuk memperoleh desain spektra respons yang akan digunakan dalam analisis struktur. Desain spektra ini berperan penting dalam menentukan gaya gempa yang harus diperhitungkan pada struktur dermaga, sehingga dapat memastikan bahwa dermaga mampu bertahan terhadap potensi gempa yang terjadi di lokasi perencanaan.

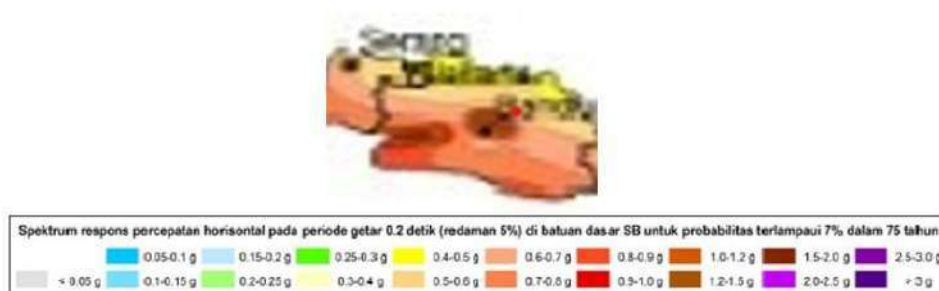
#### 3.7.1 Kelas Situs

Penentuan kelas situs dilakukan melalui penyelidikan tanah. Pada perairan Teluk Jakarta, hasil investigasi dan analisis geoteknik menunjukkan bahwa jenis tanah di daerah tersebut terdiri dari lempung liat berpasir dan kondisi tanah pada

lokasi tersebut tergolong dalam kategori tanah lunak (*SE*) menurut klasifikasi standar untuk penentuan kelas situs gempa.

### 3.7.2 Parameter Percepatan Gempa

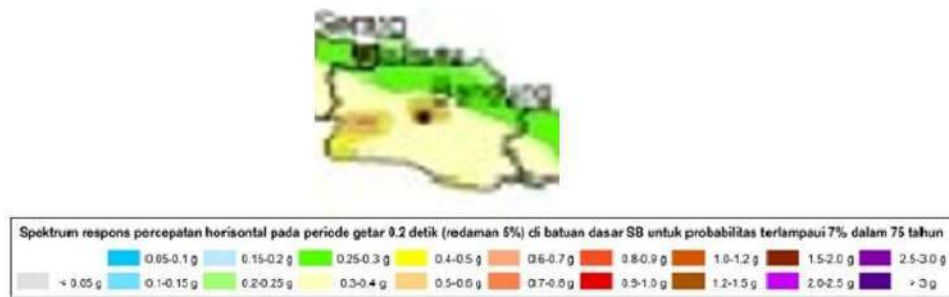
Pada bagian ini, akan dilakukan pencarian parameter percepatan gempa berdasarkan peta gempa yang terdapat dalam SNI. Parameter percepatan ini mencakup percepatan spektral untuk periode pendek ( $S_s$ ), periode 1 detik ( $S_1$ ) dan nilai *PGA* (*Peak Ground Acceleration*). Nilai parameter tersebut diperoleh melalui peta pada SNI 2833:2016. Untuk penentuan nilai  $S_s$ , digunakan gambar Peta 5. Nilai  $S_1$  diperoleh dari gambar Peta 6, sedangkan nilai *PGA* (*Peak Ground Acceleration*) diambil dari gambar Peta 4. Berikut di bawah ini disajikan gambar peta yang digunakan untuk daerah Teluk Jakarta sebagai berikut:



Gambar 3.5 Peta 6



Gambar 3.6 Peta 5



Gambar 3.7 Peta 4

Di bawah ini disajikan rekapitulasi nilai parameter percepatan gempa yang diperoleh berdasarkan peta gempa dalam SNI 2833:2016 sebagai berikut pada Tabel 3.8

Tabel 3.8 Nilai  $S_s$ ,  $S_I$ , dan  $PGA$

| Parameter | Nilai<br>(rencana) |
|-----------|--------------------|
| $S_s$     | 0,75               |
| $S_I$     | 0,35               |
| $PGA$     | 0,35               |

### 3.7.3 Parameter Faktor Amplifikasi Gempa

Pada bagian ini, akan dilakukan pencarian nilai parameter faktor amplifikasi gempa, yaitu  $F_A$ ,  $F_V$ , DAN  $F_{PGA}$ . Parameter  $F_A$  digunakan untuk menentukan percepatan spektral pada periode pendek, sedangkan  $F_V$  digunakan untuk periode panjang. Sementara itu,  $F_{PGA}$  merupakan faktor amplifikasi percepatan tanah dasar. Nilai-nilai ini diperoleh berdasarkan jenis tanah lokasi dan akan digunakan dalam perhitungan spektrum respons desain sesuai dengan ketentuan dalam SNI.

Nilai  $F_A$  diambil dari tabel faktor amplifikasi untuk periode 0 detik dan 0,2 detik yang ditentukan berdasarkan kombinasi antara kelas situs dan nilai  $S_s$ . Berdasarkan tabel tersebut dengan nilai  $S_s = 0,75$  kemudian dilakukan interpolasi linear dan kategori situs tanah lunak ( $SE$ ), maka diperoleh nilai  $F_A = 1,20$

Nilai  $F_V$  diambil dari tabel faktor amplifikasi untuk periode 1 detik yang ditentukan berdasarkan kombinasi antara kelas situs dan nilai  $S_I$ , berdasarkan tabel

tersebut dengan nilai  $S_I = 0,35$  kemudian dilakukan interpolasi linear dan kategori situs tanah lunak ( $SE$ ), maka diperoleh nilai  $F_V = 2,71$

Nilai  $F_{PGA}$  diambil dari tabel faktor amplifikasi untuk periode 0 detik dan 0,2 detik yang ditentukan berdasarkan kombinasi antara kelas situs dan nilai  $PGA$ . Berdasarkan tabel tersebut dengan nilai  $PGA = 0,25$  kemudian dilakukan interpolasi linear dan kategori situs tanah lunak ( $SE$ ), maka diperoleh nilai  $F_{PGA} = 1,24$

Berikut di bawah ini merupakan rekapitulasi nilai dari parameter nilai  $F_A$ ,  $F_V$ , dan  $F_{PGA}$  berdasarkan uraian di atas pada Tabel 3.9:

Tabel 3.9 Nilai  $F_A$ ,  $F_V$ , dan  $F_{PGA}$

| Parameter | Nilai |
|-----------|-------|
| $F_A$     | 1,20  |
| $F_V$     | 2,71  |
| $F_{PGA}$ | 1,24  |

#### 3.7.4 Parameter Percepatan Spektra

Pada bagian ini, akan dibahas parameter percepatan spektra yang digunakan dalam perhitungan respons struktur terhadap gempa. Parameter ini mencakup  $A_s$ ,  $S_{DS}$ ,  $S_{DI}$ ,  $T_s$ , dan  $T_0$ . Berikut di bawah ini disajikan perhitungan parameter percepatan spectra:

$$\begin{aligned}
 A_s &= F_{PGA} \cdot PGA \\
 &= 1,24 \cdot 0,35 \\
 &= 0,43
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 S_{DS} &= F_A \cdot S_S \\
 &= 1,20 \cdot 0,75 \\
 &= 0,90
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 S_{DI} &= F_V \cdot S_I \\
 &= 2,71 \cdot 0,35 \\
 &= 0,95
 \end{aligned}$$

$$T_s = \frac{S_{DI}}{S_{DS}}$$

$$\begin{aligned}
&= \frac{0,95}{0,90} \\
&= 1,05 \\
T_0 &= 0,2 \cdot T_S \\
&= 0,2 \cdot 1,05 \\
&= 0,21
\end{aligned}$$

Berikut di bawah ini merupakan rekapitulasi nilai dari parameter percepatan spektra ( $A_s$ ,  $S_{DS}$ ,  $S_{D1}$ ,  $T_S$ , dan  $T_0$ ) berdasarkan uraian di atas pada Tabel 3.10:

Tabel 3.10 Nilai  $A_s$ ,  $S_{DS}$ ,  $S_{D1}$ ,  $T_S$ , dan  $T_0$

| Parameter | Nilai |
|-----------|-------|
| $A_s$     | 0,43  |
| $S_{DS}$  | 0,90  |
| $S_{D1}$  | 0,95  |
| $T_S$     | 1,05  |
| $T_0$     | 0,21  |

### 3.7.5 Koefisien Respon Gempa Elastik

Berikut di bawah ini merupakan ketentuan dalam menentukan koefisien respon gempa elastik ( $C_{sm}$ ) berdasarkan SNI 2833-2016:

1. Apabila diperoleh periode  $< T_0$  , maka digunakan persamaan berikut untuk memperoleh koefisien respons gempa elastik ( $C_{sm}$ ):

$$C_{sm} = (S_{D1} - A_s) \frac{T}{T_0} + A_s$$

2. Apabila diperoleh periode  $> T_0 < T_S$ , maka digunakan koefisien respons gempa elastik ( $C_{sm}$ ) senilai dengan  $S_{DS}$ .
3. Apabila diperoleh periode  $> T_S$  , maka digunakan persamaan berikut untuk memperoleh koefisien respons gempa elastik ( $C_{sm}$ ):

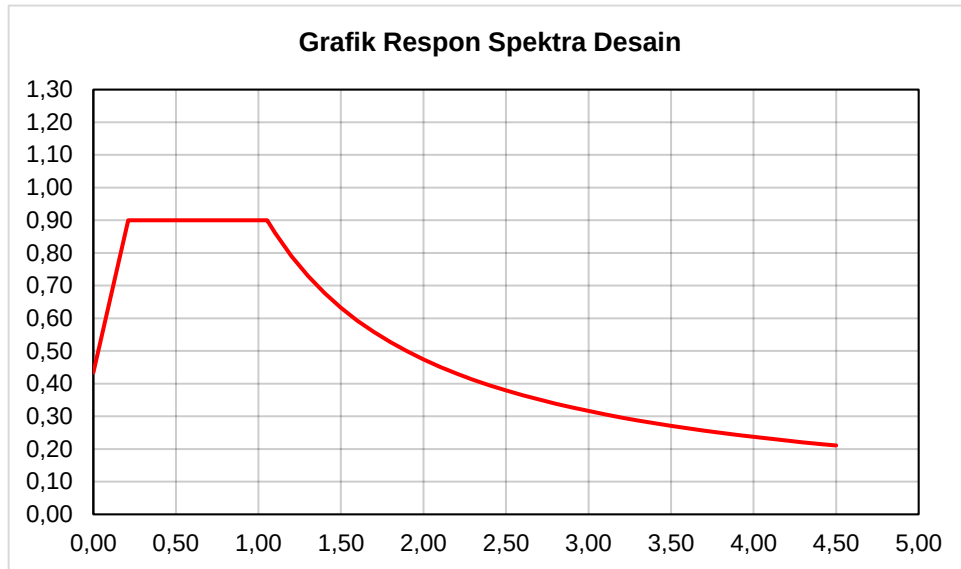
$$C_{sm} = \frac{S_{D1}}{T}$$

Sehingga berdasarkan ketentuan berikut dilakukan perhitungan koefisien gempa elastik secara tabelaris pada Tabel 3.11 sebagai berikut:

Tabel 3.11 Hasil Analisis untuk Koefisien Respon Gempa Elastik ( $C_{sm}$ )

| $T$<br>(detik) | $C_{sm}$<br>(g) | $T$<br>(detik) | $C_{sm}$<br>(g) |      |      |
|----------------|-----------------|----------------|-----------------|------|------|
| T              | 0               | 0,43           | TS+2,70         | 2,70 | 0,35 |
| T0             | 0,21            | 0,90           | TS+2,80         | 2,80 | 0,34 |
| TS             | 1,05            | 0,90           | TS+2,90         | 2,90 | 0,33 |
| TS+1,10        | 1,10            | 0,86           | TS+3,00         | 3,00 | 0,32 |
| TS+1,20        | 1,20            | 0,79           | TS+3,10         | 3,10 | 0,31 |
| TS+1,30        | 1,30            | 0,73           | TS+3,20         | 3,20 | 0,30 |
| TS+1,40        | 1,40            | 0,68           | TS+3,30         | 3,30 | 0,29 |
| TS+1,50        | 1,50            | 0,63           | TS+3,40         | 3,40 | 0,28 |
| TS+1,60        | 1,60            | 0,59           | TS+3,50         | 3,50 | 0,27 |
| TS+1,70        | 1,70            | 0,56           | TS+3,60         | 3,60 | 0,26 |
| TS+1,80        | 1,80            | 0,53           | TS+3,70         | 3,70 | 0,26 |
| TS+1,90        | 1,90            | 0,50           | TS+3,80         | 3,80 | 0,25 |
| TS+2,00        | 2,00            | 0,47           | TS+3,90         | 3,90 | 0,24 |
| TS+2,10        | 2,10            | 0,45           | TS+4,00         | 4,00 | 0,24 |
| TS+2,20        | 2,20            | 0,43           | TS+4,10         | 4,10 | 0,23 |
| TS+2,30        | 2,30            | 0,41           | TS+4,20         | 4,20 | 0,23 |
| TS+2,40        | 2,40            | 0,40           | TS+4,30         | 4,30 | 0,22 |
| TS+2,50        | 2,50            | 0,38           | TS+4,40         | 4,40 | 0,22 |
| TS+2,60        | 2,60            | 0,36           | TS+4,50         | 4,50 | 0,21 |

Berikut di bawah ini merupakan grafik respon spektra desain berdasarkan perhitungan koefisien gempa elastik ( $C_{sm}$ ) di atas:



Gambar 3.8 Denah Dermaga Pondok Dayung dan Denah Bathimetri

### 3.8 Rangkak Beton

Berikut di bawah ini merupakan perhitungan rangkak pada beton berdasarkan persamaan (2.21):

$$\begin{aligned}\varepsilon_{cc,t} &= \phi_{cc}(t) \cdot \varepsilon_e \\ &= \left( \left( \frac{t^{0,6}}{(10 + t^{0,6})} \right) C_u \right) \cdot \varepsilon_e\end{aligned}$$

dimana:

$$C_u = 2,15 \text{ (berdasarkan Tabel 2.11 dengan } f_c' = 35 \text{ MPa)}$$

$$t = 28 \text{ hari}$$

$$\varepsilon_e = 0,03$$

sehingga:

$$\begin{aligned}\varepsilon_{cc,t} &= \left( \left( \frac{28^{0,6}}{(10 + 28^{0,6})} \right) 2,15 \right) \cdot 0,3 \\ &= 0,0274\end{aligned}$$

### 3.9 Susut Beton

Perhitungan susut dilakukan berdasarkan persamaan (2.23) dan dapat ditentukan berdasarkan Tabel 2.12, sehingga dengan nilai  $f_c' = 35$  MPa diperoleh koefisien susut maksimum ( $\varepsilon_{cs,t}$ ) sebesar 0,000161

### 3.10 Rekapitulasi Beban

Berikut di bawah ini merupakan rekapitulasi hasil perhitungan pembebanan yang disajikan pada Tabel 3.12 sebagai berikut:

Tabel 3.12 Rekapitulasi Pembebanan

| No. | Jenis Beban                   | Nilai           | Satuan            |
|-----|-------------------------------|-----------------|-------------------|
| 1   | Beban Mati                    | 840             | kg/m              |
| 2   | Beban Mati Fender dan Bollard | 6708            | kg                |
| 3   | Beban terhadap Hidup Merata   | 3               | t/m <sup>2</sup>  |
| 4   | Beban terhadap Crane          | 18,5            |                   |
| 5   | Beban terhadap Berthing       | 11,01           | ton               |
| 6   | Beban terhadap Mooring        | 500             | kN                |
| 7   | Beban terhadap Angin          | 62,64           | kg/m <sup>2</sup> |
| 8   | Beban terhadap Arus Laut      | 61,90           | kg                |
| 9   | Beban terhadap Gempa          | Respon Spektrum |                   |
| 10  | Beban terhadap Gelombang Laut | API WSD 2000    |                   |
| 11  | Rangkak dan Susut Beton       | 0,0276          |                   |

### 3.11 Kombinasi Beban

Tabel 3.13 dan Tabel 3.14 berikut di bawah ini menyajikan berbagai kombinasi beban yang digunakan dalam perencanaan struktur. Kombinasi beban ini mencakup beban mati, beban hidup, beban lingkungan seperti angin, gempa, dan arus, serta beban khusus lainnya yang sesuai dengan standar perancangan. Kombinasi ini disusun untuk memastikan struktur mampu menahan berbagai kondisi pembebanan yang mungkin terjadi selama masa layanannya.

Tabel 3.13 Simbol Beban

| No. | Jenis Beban                   | Kode  | Deskripsi                 |
|-----|-------------------------------|-------|---------------------------|
| 1   | Beban Mati                    | DL    | Dead Loads                |
| 2   | Beban Mati Fender dan Bollard | C     | Current on Structure Load |
| 3   | Beban terhadap Hidup Merata   | LL    | Live Loads                |
| 4   | Beban terhadap Crane          | LL    | Live Loads                |
| 5   | Beban terhadap Berthing       | BE    | Berthing Loads            |
| 6   | Beban terhadap Mooring        | M     | Mooring Loads             |
| 7   | Beban terhadap Angin          | WX/WY | Wind Loads                |
| 8   | Beban terhadap Arus Laut      | LL    | Live Loads                |
| 9   | Beban terhadap Gempa          | EX/EY | Earthquake Loads          |

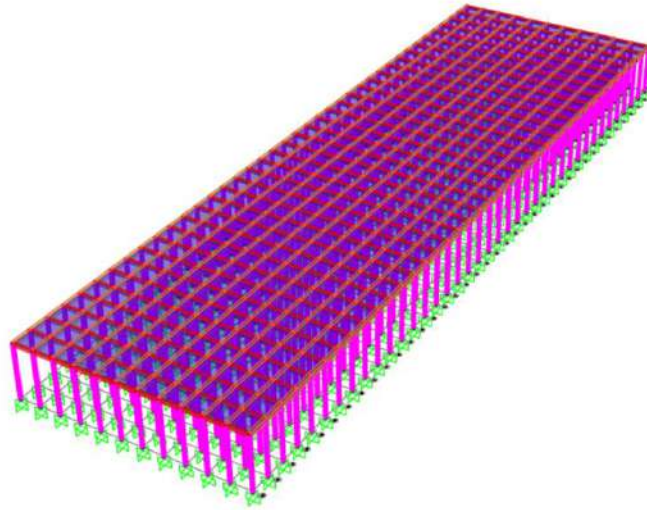
| No. | Jenis Beban                   | Kode | Deskripsi                |
|-----|-------------------------------|------|--------------------------|
| 10  | Beban terhadap Gelombang Laut | LL   | Live Loads               |
| 11  | Rangkak dan Susut Beton       | R/S  | Shrinkage or Creep Loads |

Tabel 3.14 Kombinasi Beban

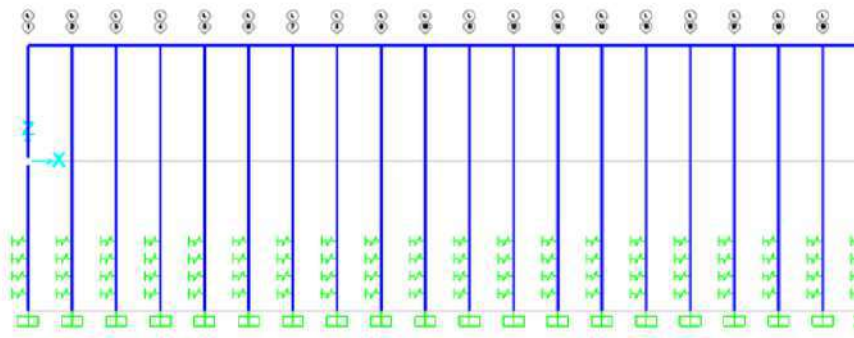
| Kombinasi | D    | L    | EX   | EY   | WX   | WY   | R+S  | C    | BE   | M    |
|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| IA        | 1,20 | 1,60 | 1,60 | -    | -    | -    | 1,20 | 1,20 | -    | -    |
| IB        | 1,20 | 1,60 | -    | 1,60 | -    | -    | 1,20 | 1,20 | -    | -    |
| IC        | 1,20 | 1,60 | -    | -    | 1,00 | -    | 1,20 | 1,20 | -    | -    |
| ID        | 1,20 | 1,60 | -    | -    | -    | 1,00 | 1,20 | 1,20 | -    | -    |
| IIA       | 0,90 | -    | 1,60 | -    | -    | -    | 1,20 | 1,20 | -    | -    |
| IIB       | 0,90 | -    | -    | 1,60 | -    | -    | 1,20 | 1,20 | -    | -    |
| IIC       | 0,90 | -    | -    | -    | 1,00 | -    | 1,20 | 1,20 | -    | -    |
| IID       | 0,90 | -    | -    | -    | -    | 1,00 | 1,20 | 1,20 | -    | -    |
| IIIA      | 1,20 | 1,00 | 1,60 | -    | -    | -    | -    | -    | 1,60 | -    |
| IIIB      | 1,20 | 1,00 | -    | 1,60 | -    | -    | -    | -    | 1,60 | -    |
| IIIC      | 1,20 | 1,00 | -    | -    | 1,00 | -    | -    | -    | 1,60 | -    |
| IIID      | 1,20 | 1,00 | -    | -    | -    | 1,00 | -    | -    | 1,60 | -    |
| IVA       | 1,20 | 1,00 | 1,60 | -    | -    | -    | -    | -    | -    | 1,60 |
| IVB       | 1,20 | 1,00 | -    | 1,60 | -    | -    | -    | -    | -    | 1,60 |
| IVC       | 1,20 | 1,00 | -    | -    | 1,00 | -    | -    | -    | -    | 1,60 |
| IVD       | 1,20 | 1,00 | -    | -    | -    | 1,00 | -    | -    | -    | 1,60 |

### 3.12 Input Beban

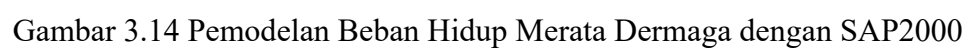
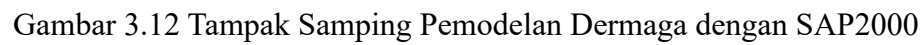
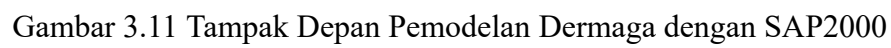
Berikut di bawah ini disajikan pemodelan strukur dermaga Pondok Dayung yang dilakukan pada program SAP2000 sebagai berikut:

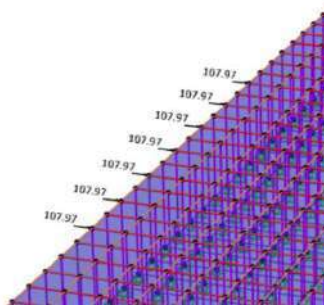


Gambar 3.9 Tampak Perspektif Pemodelan Dermaga dengan SAP2000

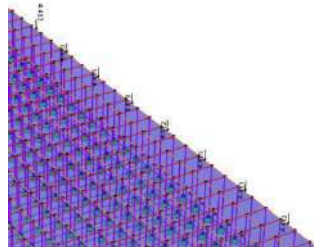


Gambar 3.10 Pemodelan Spring Dermaga dengan SAP2000

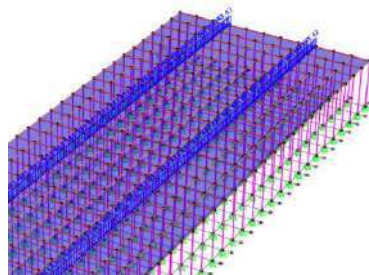




Gambar 3.15 Pemodelan Beban Mooring Dermaga dengan SAP2000



Gambar 3.16 Pemodelan Beban Bollard Dermaga dengan SAP2000



Gambar 3.17 Pemodelan Beban Crane Dermaga dengan SAP2000



### 3.13 Preliminary Design

Pada bagian ini akan dilakukan perhitungan *preliminary design* sebagai tahap awal dalam perencanaan struktur yang meliputi balok, pelat tiang pancang dan *pilecap*. Perhitungan ini bertujuan untuk memperoleh dimensi awal elemen-elemen struktur yang akan digunakan, dengan mempertimbangkan beban yang bekerja serta parameter desain yang sesuai dengan standar yang berlaku. Hasil dari *preliminary design* ini akan menjadi acuan dalam analisis dan desain lebih lanjut untuk memastikan struktur memiliki kekuatan, stabilitas, dan keamanan yang optimal.

#### 3.13.1 Pelat Dermaga

Berikut di bawah ini perhitungan *preliminary design* untuk menentukan ketebalan minimum pelat ( $h$  minimum) dermaga berdasarkan SNI 2847-2013:

diketahui: :

$$\begin{aligned}\alpha_{fm} &= \frac{l_y}{l_x} \\ &= \frac{5}{5} \\ &= 1 \\ L_n &= 5000 \text{ mm} \\ f_y &= 420 \text{ MPa} \\ f'_c &= 35 \text{ MPa} \\ \beta &= 0,85 - 0,008 (f'_c - 30) \\ &= 0,85 - 0,008 (35 - 30) \\ &= 0,81\end{aligned}$$

sehingga:

$$\begin{aligned}h \text{ minimum} &= \frac{L_n \left( 0,8 + \frac{f_y}{1400} \right)}{36 + 5\beta (\alpha_{fm} - 0,2)} \\ &= \frac{5000 \left( 0,8 + \frac{240}{1400} \right)}{36 + 5 \cdot 0,81 (1 - 0,2)} \\ &= 123,78 \text{ mm}\end{aligned}$$

Beban yang bekerja pada di atas pelat dermaga dengan hasil perhitungan, maka tebal pelat dermaga direncanakan dengan ketebalan 350 mm

### 3.13.2 Balok Dermaga

Berikut di bawah ini perhitungan *preliminary design* untuk menentukan dimensi minimum balok dermaga berdasarkan SNI 2847-2013:

diketahui: :

$$L = 5000 \text{ mm}$$

sehingga:

$$\begin{aligned} h &= \frac{L}{12} \\ &= \frac{5000}{12} \\ &= 416,67 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} b &= \frac{h}{2} \\ &= \frac{416,67}{2} \\ &= 208,33 \text{ mm} \end{aligned}$$

Dengan mempertimbangkan beban-beban yang bekerja pada dermaga maka dimensi balok induk dan balok anak direncanakan dengan dimensi sebagai berikut pada Tabel 3.15

Tabel 3.15 Rekapitulasi Dimensi Balok

| Tipe        | Dimensi<br>(mm) |          |
|-------------|-----------------|----------|
|             | <i>b</i>        | <i>h</i> |
| Balok Induk | 1.000           | 700      |
| Balok Anak  | 800             | 500      |

### 3.13.3 Pilecap

Pada perencanaan ini, digunakan pile cap dengan dimensi  $1,7 \times 1,7$  meter dan ketebalan 1,5 meter. Dalam analisis struktur, *pilecap* ini diasumsikan berperilaku sebagai kolom untuk mendistribusikan beban dari struktur atas ke tiang pancang di bawahnya. Asumsi ini digunakan untuk menyederhanakan analisis gaya dalam serta memastikan desain memenuhi standar kekuatan dan kestabilan yang dibutuhkan.

### 3.13.4 Tiang Pancang

Komposit merupakan salah satu jenis tiang pancang yang menggunakan baja dan beton bertulang. Tiang pancang baja yang digunakan yaitu *steel pipe pile*. Berikut dibawah ini uraian dimensi tiang pancang:

1. Kedalaman = 10,50 m
2. Steel Pipe Pile
  - a. Diameter dalam = 914 mm
  - b. Diameter luar = 874 mm
  - c. Ketebalan = 20 mm
  - d. Inersia = 1
3. Tiang Pancang Beton
  - a. Diameter = 874 mm
  - b. Mutu Beton = 35 MPa
  - c. Berat Jenis = 2400 kg/m<sup>3</sup>
  - d. Inersia =  $\frac{1}{64} \pi D^4$   
=  $\frac{1}{64} \pi 874^4$   
= 0,0286 mm<sup>4</sup>

### 3.14 Rekapitulasi Preliminary Design

Berikut ini disajikan rekapitulasi hasil *preliminary design* pada Tabel 3.16 yang mencakup dimensi struktur utama. Rekapitulasi ini mencakup ukuran elemen-elemen struktural seperti pelat, balok, pile cap, dan tiang pancang yang telah ditentukan berdasarkan analisis awal.

Tabel 3.16 Rekapitulasi Dimensi Elemen Struktur

| Elemen              | Dimensi<br>(mm) |          |          |
|---------------------|-----------------|----------|----------|
|                     | <i>p</i>        | <i>l</i> | <i>t</i> |
| Pelat Lantai        | 5000            | 5000     | 350      |
| Balok Induk         | 5000            | 1000     | 700      |
| Balok Anak          | 5000            | 800      | 500      |
| Pile Cap            | 1700            | 1700     | 1500     |
| Tiang Pancang Baja  | 914             | 914      | 20970    |
| Tiang Pancang Beton | 874             | 874      | 20970    |

## **BAB 4**

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

#### **4.1 Tinjauan Umum**

Pada bab ini penulis akan membahas hasil analisis struktur Dermaga Pondok Dayung berdasarkan data yang telah dikumpulkan dan metode perhitungan yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya. Seluruh hasil analisis diperoleh melalui perangkat lunak SAP2000 untuk memastikan keakuratan perhitungan dan keakuratan pemodelan struktur.

Hasil analisis yang diperoleh mencakup hasil perhitungan gaya dalam, parameter-parameter keamanan terhadap gempa, deformasi struktur, dan daya dukung tiang pancang. Selain itu juga dilakukan perhitungan secara manual untuk menentukan dimensi struktur, kebutuhan tulangan, dan aspek teknis lain terkait stabilitas dan kekuatan struktur dalam menahan gaya-gaya yang bekerja.

Dengan demikian, bab ini bertujuan memberikan pemahaman komprehensif mengenai kinerja struktur dermaga serta memastikan bahwa desain yang dihasilkan memenuhi standar keamanan dan kelayakan yang ditetapkan sebelumnya.

#### **4.2 Hasil Analisis *Fixity Point* Tiang Pancang**

*Fixity point* (titik jepit) pada tiang pancang merupakan konsep penting dalam analisis dan desain struktur geoteknik, khususnya pada pondasi dalam. Titik jepit ini merujuk pada posisi sepanjang panjang tiang di mana momen lentur maksimum terjadi dan gaya rotasi menjadi nol, sehingga tiang dianggap tumpuan jepit. (Tomlinson & Woodward, 2007) Letak titik jepit tiang pancang memiliki keterkaitan dengan desain tiang pancang dalam menerima gaya-gaya lateral (Tomlinson & Woodward, 2007).

Pada tiang pancang dermaga, terdapat berbagai gaya lateral yang bekerja akibat kondisi lingkungan serta beban operasional. Gaya-gaya tersebut meliputi beban dari arus laut, gelombang, dan angin yang terus-menerus memberikan tekanan pada struktur. Selain itu, gaya benturan kapal saat bersandar dan gaya

tambatan dari tali *mooring* juga memberikan pengaruh signifikan terhadap kestabilan tiang pancang.

Untuk memperoleh nilai *fixity point*, diperlukan pendekatan analitis berdasarkan jenis tanah serta karakteristik tiang pancang yang digunakan. Dalam perencanaan ini, *fixity point* akan dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$Z_f = 1,8 \sqrt[5]{\frac{EI}{n_h}}$$

(Tomlinson & Woodward, 2007)

Keterangan:

$Z_f$  = kedalaman dari permukaan tanah hingga titik jepit (m)

$E$  = modulus elastisitas beton (200.000 MPa)

$I$  = momen inersia tiang pancang (m<sup>4</sup>)

$I = \frac{\pi}{64} (D^4 - d^4)$

$I = \frac{\pi}{64} (0,914^4 - 0,874^4)$

$I = 0,0056 \text{ m}^4$

$n_h$  = koefisien variasi modulus (kN/m<sup>3</sup>)

Tomlinson & Woodward, 2007 memberikan panduan mengenai nilai koefisien modulus variasi ( $n_h$ ) yang digunakan dalam analisis respons lateral tiang pancang terhadap beban. Nilai ini penting dalam menentukan kekakuan lateral tanah dan perilaku deformasi tiang pancang. Berdasarkan studi dan data empiris, Tomlinson & Woodward, 2007 menyatakan bahwa untuk lempung terkonsolidasi normal, nilai ( $n_h$ ) berkisar antara 350 – 750 kN/m<sup>3</sup>, sedangkan untuk lanau organik, nilai yang direkomendasikan adalah sekitar 150 kN/m<sup>3</sup>. Penulis mengasumsikan nilai koefisien variasi modulus ( $n_h$ ) pada kondisi tanah lempung terkonsolidasi normal sebesar 700 kN/m<sup>3</sup>. Berikut di bawah ini disajikan perhitungan titik jepit berdasarkan persamaan di atas:

$$Z_f = 1,8 \left( \sqrt[5]{\frac{EI}{n_h}} \right)$$

$$Z_f = 1,8 \left( \sqrt[5]{\frac{EI}{n_h}} \right)$$

$$Z_f = 1,8 \left( \sqrt[5]{\frac{(2 \cdot 10^8) (0,0056)}{700}} \right)$$

$$Z_f = 7,87 \text{ meter}$$

Berdasarkan hasil analisis, titik jepit pada tiang pancang dermaga diperoleh pada kedalaman 7,87 meter. Dengan mempertimbangkan kondisi lingkungan perairan, tinggi tiang pancang yang terpasang dari *high water spring* (HWS) hingga dasar laut (*seabed*) adalah 13,10 meter.

#### 4.3 Hasil Analisis Periode Getar

Pada bagian ini akan disajikan hasil analisis periode getar struktur dermaga yang diperoleh melalui pemodelan dan perhitungan pada perangkat lunak SAP2000. Analisis ini bertujuan untuk mengetahui respons dinamis struktur terhadap beban yang bekerja, terutama beban gempa. Berikut di bawah ini disajikan rekapitulasi hasil analisis periode getar pada Tabel 4.1

Tabel 4.1 Rekapitulasi Analisa Periode Getar (*T*)

| Modal | Periode ( <i>T</i> ) | %      | Modal | Periode ( <i>T</i> ) | %     |
|-------|----------------------|--------|-------|----------------------|-------|
| 1     | 0,451                | 2,493  | 31    | 0,033                | 0,990 |
| 2     | 0,442                | 1,533  | 32    | 0,032                | 4,087 |
| 3     | 0,433                | 43,159 | 33    | 0,031                | 3,482 |
| 4     | 0,248                | 44,039 | 34    | 0,030                | 0,011 |
| 5     | 0,139                | 2,020  | 35    | 0,030                | 0,019 |
| 6     | 0,135                | 31,646 | 36    | 0,029                | 0,027 |
| 7     | 0,093                | 16,938 | 37    | 0,029                | 0,037 |
| 8     | 0,077                | 7,926  | 38    | 0,029                | 0,042 |
| 9     | 0,071                | 10,376 | 39    | 0,029                | 0,011 |
| 10    | 0,064                | 0,506  | 40    | 0,029                | 0,003 |
| 11    | 0,063                | 18,345 | 41    | 0,029                | 0,021 |
| 12    | 0,053                | 0,012  | 42    | 0,029                | 0,032 |
| 13    | 0,053                | 1,961  | 43    | 0,029                | 0,011 |
| 14    | 0,051                | 0,470  | 44    | 0,029                | 0,032 |

| Modal     | Periode (T) | %     | Modal | Periode (T) | %           |
|-----------|-------------|-------|-------|-------------|-------------|
| 15        | 0,051       | 1,264 | 45    | 0,029       | 0,051       |
| 16        | 0,050       | 8,602 | 46    | 0,029       | 0,005       |
| 17        | 0,046       | 1,947 | 47    | 0,029       | 0,072       |
| 18        | 0,045       | 0,168 | 48    | 0,029       | 0,027       |
| 19        | 0,045       | 2,038 | 49    | 0,029       | 0,013       |
| 20        | 0,044       | 2,831 | 50    | 0,029       | 0,013       |
| 21        | 0,043       | 3,222 | 51    | 0,029       | 0,024       |
| 22        | 0,041       | 0,823 | 52    | 0,029       | 0,011       |
| 23        | 0,041       | 6,017 | 53    | 0,029       | 0,027       |
| 24        | 0,038       | 3,456 | 54    | 0,029       | 0,037       |
| 25        | 0,037       | 1,986 | 55    | 0,029       | 0,011       |
| 26        | 0,036       | 2,491 | 56    | 0,029       | 0,035       |
| 27        | 0,035       | 0,787 | 57    | 0,029       | 0,029       |
| 28        | 0,035       | 3,235 | 58    | 0,029       | 0,080       |
| 29        | 0,034       | 3,238 | 59    | 0,029       | 0,000       |
| 30        | 0,033       | 0,784 | 60    | 0,029       | 100,000     |
| Rata-rata |             |       |       |             | 5,559%      |
|           |             |       |       |             | (CQC < 15%) |

Berikut Tabel 4.2 merupakan *Participating Mass Ratio* pada hasil analisa modal di atas, yang menunjukkan nilai yang disyaratkan lebih dari 90% :

Tabel 4.2 Participating Mass Ratio

| Modal | Periode (T) | X       | Y       | Modal | Periode (T) | X       | Y       |
|-------|-------------|---------|---------|-------|-------------|---------|---------|
| 1     | 0,451       | 0,00000 | 0,99983 | 31    | 0,033       | 1,00000 | 0,99999 |
| 2     | 0,442       | 0,00000 | 0,99983 | 32    | 0,032       | 1,00000 | 0,99999 |
| 3     | 0,433       | 1,00000 | 0,99983 | 33    | 0,031       | 1,00000 | 0,99999 |
| 4     | 0,248       | 1,00000 | 0,99999 | 34    | 0,030       | 1,00000 | 0,99999 |
| 5     | 0,139       | 1,00000 | 0,99999 | 35    | 0,030       | 1,00000 | 0,99999 |
| 6     | 0,135       | 1,00000 | 0,99999 | 36    | 0,029       | 1,00000 | 0,99999 |
| 7     | 0,093       | 1,00000 | 0,99999 | 37    | 0,029       | 1,00000 | 0,99999 |
| 8     | 0,077       | 1,00000 | 0,99999 | 38    | 0,029       | 1,00000 | 0,99999 |
| 9     | 0,071       | 1,00000 | 0,99999 | 39    | 0,029       | 1,00000 | 0,99999 |
| 10    | 0,064       | 1,00000 | 0,99999 | 40    | 0,029       | 1,00000 | 0,99999 |
| 11    | 0,063       | 1,00000 | 0,99999 | 41    | 0,029       | 1,00000 | 0,99999 |
| 12    | 0,053       | 1,00000 | 0,99999 | 42    | 0,029       | 1,00000 | 0,99999 |

| Modal | Periode<br>(T) | X       | Y       | Modal | Periode<br>(T) | X       | Y       |
|-------|----------------|---------|---------|-------|----------------|---------|---------|
| 13    | 0,053          | 1,00000 | 0,99999 | 43    | 0,029          | 1,00000 | 0,99999 |
| 14    | 0,051          | 1,00000 | 0,99999 | 44    | 0,029          | 1,00000 | 0,99999 |
| 15    | 0,051          | 1,00000 | 0,99999 | 45    | 0,029          | 1,00000 | 0,99999 |
| 16    | 0,050          | 1,00000 | 0,99999 | 46    | 0,029          | 1,00000 | 0,99999 |
| 17    | 0,046          | 1,00000 | 0,99999 | 47    | 0,029          | 1,00000 | 0,99999 |
| 18    | 0,045          | 1,00000 | 0,99999 | 48    | 0,029          | 1,00000 | 0,99999 |
| 19    | 0,045          | 1,00000 | 0,99999 | 49    | 0,029          | 1,00000 | 0,99999 |
| 20    | 0,044          | 1,00000 | 0,99999 | 50    | 0,029          | 1,00000 | 0,99999 |
| 21    | 0,043          | 1,00000 | 0,99999 | 51    | 0,029          | 1,00000 | 0,99999 |
| 22    | 0,041          | 1,00000 | 0,99999 | 52    | 0,029          | 1,00000 | 0,99999 |
| 23    | 0,041          | 1,00000 | 0,99999 | 53    | 0,029          | 1,00000 | 0,99999 |
| 24    | 0,038          | 1,00000 | 0,99999 | 54    | 0,029          | 1,00000 | 0,99999 |
| 25    | 0,037          | 1,00000 | 0,99999 | 55    | 0,029          | 1,00000 | 0,99999 |
| 26    | 0,036          | 1,00000 | 0,99999 | 56    | 0,029          | 1,00000 | 0,99999 |
| 27    | 0,035          | 1,00000 | 0,99999 | 57    | 0,029          | 1,00000 | 0,99999 |
| 28    | 0,035          | 1,00000 | 0,99999 | 58    | 0,029          | 1,00000 | 0,99999 |
| 29    | 0,034          | 1,00000 | 0,99999 | 59    | 0,029          | 1,00000 | 0,99999 |
| 30    | 0,033          | 1,00000 | 0,99999 | 60    | 0,029          | 1,00000 | 0,99999 |

Berikut di bawah ini merupakan hasil analisa gaya geser horizontal akibat gempa berdasarkan output program SAP200:

$$\begin{aligned}
 V &= \frac{C I}{R} W_t \\
 T &= 0,451 \text{ (waktu getar alami terbesar, lihat Tabel 4.1)} \\
 R &= 5 \text{ (faktor reduksi gempa)} \\
 C &= 0,90 \text{ (grafik respons spektrum saat } T = 0,451) \\
 I &= 1,0 \text{ (faktor keutamaan gempa)} \\
 W_t &= 38681918,74 \text{ kg.f} = 386819,19 \text{ kN} \\
 V &= \frac{0,90 \cdot 1,0}{5} 386819,19 \\
 V &= 69627,45 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

#### 4.4 Hasil Analisis *Displacement*

Pada bagian ini akan disajikan hasil analisis *displacement* atau perpindahan struktur dermaga yang diperoleh dari pemodelan dan perhitungan. Analisis ini

bertujuan untuk memastikan bahwa lendutan yang terjadi pada struktur masih dalam batas yang diizinkan sesuai dengan standar yang berlaku. *Displacement* yang dihitung mencakup perpindahan horizontal dan vertikal akibat berbagai kombinasi beban yang bekerja. Hasil analisis ini akan digunakan sebagai acuan dalam mengevaluasi kinerja struktur dermaga terhadap deformasi yang terjadi. Berikut di bawah ini disajikan rekapitulasi hasil analisis *displacement* pada Tabel 4.3

Tabel 4.3 Hasil Analisa *Displacement*

| Kombinasi | Perpindahan<br>(m) |
|-----------|--------------------|
| IA        | 0,012994           |
| IB        | 0,012994           |
| IC        | 0,002961           |
| ID        | 0,003999           |
| IIA       | 0,00902            |
| IIB       | 0,00902            |
| IIC       | 0,001733           |
| IID       | 0,001797           |
| IIIA      | 0,01147            |
| IIIB      | 0,01147            |
| IIIC      | 0,002464           |
| IIID      | 0,002582           |
| IVA       | 0,011553           |
| IVB       | 0,011557           |
| IVC       | 0,002562           |
| IVD       | 0,002582           |

Berdasarkan hasil analisis displacement, lendutan maksimum yang diizinkan untuk struktur dermaga dihitung dengan dua batasan, yaitu  $L/240$  untuk struktur atas dan  $L/100$  untuk struktur tiang pancang. Dengan bentang struktur sebesar 5 meter, lendutan izin sebesar 0,021 meter. Sementara itu, batas izin kedua, yaitu untuk tiang pancang sebesar 0,209 meter.

Hasil analisis perhitungan pada Tabel 4.3 menunjukkan bahwa lendutan aktual yang terjadi masih berada dalam batas aman dan memenuhi persyaratan perencanaan.

## 4.5 Hasil Analisis Gaya Dalam

Pada bagian ini, akan disajikan hasil analisis gaya dalam yang terjadi pada struktur dermaga. Analisis ini mencakup gaya aksial, gaya geser, dan momen yang bekerja pada elemen-elemen struktural dermaga. Hasil perhitungan ini diperoleh dari pemodelan menggunakan perangkat lunak SAP2000, yang memperhitungkan beban-beban yang bekerja pada dermaga, baik dari beban vertikal maupun lateral. Analisis gaya dalam ini bertujuan untuk memastikan bahwa seluruh elemen struktur mampu menahan beban yang diterimanya sesuai dengan persyaratan yang ditetapkan dalam SNI 2847-2019.

### 4.5.1 Hasil Analisis Gaya Aksial

Pada bagian ini, akan disajikan hasil analisis gaya aksial yang bekerja pada struktur dermaga. Gaya aksial merupakan gaya yang bekerja sejajar dengan sumbu elemen struktur, terutama pada tiang pancang yang menopang beban dari atas dermaga. Berikut di bawah ini disajikan rekapitulasi hasil analisis gaya aksial pada Tabel 4.4

Tabel 4.4 Hasil Analisa Gaya Aksial

| Komb. |   | Momen Maksimum<br>(kg.m) |
|-------|---|--------------------------|
| I     | A | 337887,14                |
| I     | B | 337887,14                |
| I     | C | 337886,58                |
| I     | D | 337886,12                |
| II    | A | 38464,51                 |
| II    | B | 38464,51                 |
| II    | C | 36459,62                 |
| II    | D | 36485,25                 |
| III   | A | 229160,75                |
| III   | B | 229160,75                |
| III   | C | 231239,51                |
| III   | D | 229160,19                |
| IV    | A | 129365,75                |
| IV    | B | 229160,81                |
| IV    | C | 229160,25                |

| Komb. | Momen Maksimum<br>(kg.m) |
|-------|--------------------------|
| IV D  | 229160,25                |

#### 4.5.2 Hasil Analisis Gaya Momen

Pada bagian ini, akan disajikan hasil analisis gaya momen yang bekerja pada struktur dermaga. Gaya momen merupakan salah satu faktor penting dalam perancangan elemen struktural, yang harus mampu menahan beban lateral akibat gelombang, arus, angin, serta gaya akibat tambatan kapal. Berikut di bawah ini disajikan rekapitulasi hasil analisis gaya momen pada Tabel 4.5

Tabel 4.5 Hasil Analisa Gaya Momen

| Komb. | Momen Maksimum<br>(kg.m) |
|-------|--------------------------|
| I A   | 82009,78                 |
| I B   | 82009,78                 |
| I C   | 69276,38                 |
| I D   | 70199,93                 |
| II A  | 34044,1                  |
| II B  | 34044,1                  |
| II C  | 9204,41                  |
| II D  | 3509,83                  |
| III A | 57289,21                 |
| III B | 57289,21                 |
| III C | 46080,69                 |
| III D | 45479,62                 |
| IV A  | 57092,84                 |
| IV B  | 57332,95                 |
| IV C  | 45523,37                 |
| IV D  | 45523,37                 |

#### 4.5.3 Hasil Analisis Gaya Geser

Pada bagian ini, akan disajikan hasil analisis gaya geser yang bekerja pada struktur dermaga dalam arah X dan Y. Analisis ini dilakukan menggunakan perangkat lunak SAP2000 untuk mendapatkan distribusi gaya geser pada berbagai

kondisi pembebanan. Hasil analisis ini akan digunakan sebagai dasar dalam menentukan kapasitas elemen struktur agar tetap aman dan sesuai dengan standar perencanaan yang berlaku. Berikut di bawah ini disajikan rekapitulasi hasil analisis gaya geser arah X dan Y pada Tabel 4.6

Tabel 4.6 Hasil Analisa Gaya Geser Arah *X* dan *Y*

| Komb. |   | Gaya Geser Arah X<br>(kgf) | Gaya Geser Arah Y<br>(kgf) |
|-------|---|----------------------------|----------------------------|
| I     | A | 88074,21                   | 20525,88                   |
| I     | B | 88074,21                   | 20525,88                   |
| I     | C | 80828,77                   | 20513,32                   |
| I     | D | 81354,51                   | 20513,33                   |
| II    | A | 11603,69                   | 152,84                     |
| II    | B | 11603,69                   | 152,84                     |
| II    | C | 4951,02                    | 152,71                     |
| II    | D | 4000,52                    | 2044,93                    |
| III   | A | 59436,7                    | 12877,28                   |
| III   | B | 59436,7                    | 12877,28                   |
| III   | C | 54631,06                   | 12864,62                   |
| III   | D | 52717,15                   | 12864,74                   |
| IV    | A | 61104,44                   | 20481,88                   |
| IV    | B | 59469,07                   | 20481,88                   |
| IV    | C | 52749,51                   | 20469,34                   |
| IV    | D | 52749,51                   | 20469,34                   |

#### 4.6 Penulangan Elemen Struktur

Pada bagian ini, akan dibahas perhitungan penulangan struktur untuk memastikan kapasitas elemen struktural dalam menahan beban yang bekerja. Perhitungan ini mencakup desain penulangan pada elemen-elemen utama seperti pelat, balok, pile cap, dan tiang pancang, sesuai dengan standar perencanaan yang berlaku. Dengan demikian, struktur yang dirancang dapat memiliki kekuatan dan ketahanan yang optimal terhadap beban yang diterimanya.

#### 4.6.1 Perhitungan Tulangan Pelat

Pada bagian ini, akan dibahas perhitungan penulangan struktur pelat untuk memastikan bahwa pelat mampu menahan beban yang bekerja dengan aman dan efisien. Perhitungan ini mencakup, pemilihan diameter serta jarak antar tulangan, dan pengecekan kapasitas sesuai dengan standar perencanaan yang berlaku. Berikut di bawah ini merupakan uraian perhitungan penulangan pelat:

1. Diketahui:

- Beban Terfaktor

$$\begin{aligned} q &= 1,2 DL + 1,6 LL \\ &= 1,2 (840) + 1,6 (3000) \\ &= 5808 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

- Jenis Pelat

$$\begin{aligned} \frac{l_y}{l_x} &= \frac{5}{5} \\ &= 1 < 2 \text{ (pelat dua arah)} \end{aligned}$$

- Perhitungan Momen

a. Lapangan

$$\begin{aligned} M_{lx} &= 0,001 \cdot W_u \cdot l_x^2 \cdot x \\ &= 0,001 \cdot 58,08 \cdot 5^2 \cdot 25 \\ &= 36,3 \text{ kN/m} \\ M_{ly} &= 0,001 \cdot W_u \cdot l_x^2 \cdot x \\ &= 0,001 \cdot 58,08 \cdot 5^2 \cdot 25 \\ &= 36,3 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

b. Tumpuan

$$\begin{aligned} M_{lx} &= 0,001 \cdot W_u \cdot l_x^2 \cdot x \\ &= 0,001 \cdot 58,08 \cdot 5^2 \cdot 51 \\ &= 74,05 \text{ kN/m} \\ M_{ly} &= 0,001 \cdot W_u \cdot l_x^2 \cdot x \\ &= 0,001 \cdot 58,08 \cdot 5^2 \cdot 51 \\ &= 74,05 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

- Dimensi Pelat :  $l_x = 5000 \text{ mm}$   
 $l_y = 5000 \text{ mm}$
- Tebal Pelat :  $350 \text{ mm}$
- Selimut Beton :  $50 \text{ mm}$
- Diameter Tulangan : D25
- Mutu Tulangan : BJTS 420 B  
 $f_y = 420 \text{ MPa}$   
 $f_u = 525 \text{ MPa}$
- Mutu Beton ( $f'_c$ ) :  $35 \text{ MPa}$

## 2. Perhitungan Penulangan Lapangan

$$M_u = 36,3 \text{ kN/m} = 36300000 \text{ N.mm}$$

$$\begin{aligned} M_n &= \frac{M_u}{\phi} \\ &= \frac{36300000}{0,8} \\ &= 4535000 \text{ N.mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} d &= h - \text{selimut beton} - \frac{1}{2} D \\ &= 350 - 50 - \frac{1}{2} 13 \\ &= 293,5 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} m &= \frac{f_y}{0,85 \cdot f'_c} \\ &= \frac{420}{0,85 \cdot 35} \\ &= 14,12 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \beta_1 &= 0,85 - \left( \frac{0,5 \cdot (f'_c - 28)}{7} \right) \\ &= 0,85 - \left( \frac{0,5 \cdot (35 - 28)}{7} \right) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= 0,80 \\
\rho_b &= \left( \frac{0,85 \cdot (f'_c - \beta_1)}{f_y} \right) \cdot \frac{600}{600 + f_y} \\
&= \left( \frac{0,85 \cdot (35 - 0,80)}{420} \right) \cdot \frac{600}{600 + 420} \\
&= 0,040 \\
\rho_{max} &= 0,75 \cdot \rho_b \\
&= 0,75 (0,040) \\
&= 0,03 \\
\rho_{min} &= \frac{1,4}{f_y} \\
&= 0,003 \\
R_n &= \frac{M_n}{b \cdot d^2} \\
&= \frac{4535000}{1000 \cdot 293,5^2} \\
&= 0,053 \\
\rho &= \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 m R_n}{f_y}} \right) \\
&= \frac{1}{14,12} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 (14,12) (0,053)}{420}} \right) \\
&= 0,00013
\end{aligned}$$

$$\text{syarat : } \rho_{min} < \rho < \rho_{max}$$

$$0,003 > 0,00013 < 0,03 \text{ ,sehingga diambil } \rho = 0,003$$

$$\begin{aligned}
A_s &= \rho \cdot b \cdot d \\
&= (0,003) (1000) (293,5) \\
&= 880,5 \text{ mm}^2
\end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan di atas, maka digunakan tulangan D13 dengan jarak 100 mm, sehingga  $A_s \text{ pakai} = 1327,33 \text{ mm}^2 > A_s = 880,5 \text{ mm}^2$

### 3. Perhitungan Penulangan Tumpuan

$$M_u = 74,05 \text{ kN/m} = 74050000 \text{ N.mm}$$

$$\begin{aligned} M_n &= \frac{M_u}{\phi} \\ &= \frac{74050000}{0,8} \\ &= 92562500 \text{ N.mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} d &= h - \text{selimut beton} - \frac{1}{2} D \\ &= 350 - 50 - \frac{1}{2} 13 \\ &= 293,5 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} m &= \frac{f_y}{0,85 \cdot f'_c} \\ &= \frac{420}{0,85 \cdot 35} \\ &= 14,12 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \beta_1 &= 0,85 - \left( \frac{0,5 \cdot (f'_c - 28)}{7} \right) \\ &= 0,85 - \left( \frac{0,5 \cdot (35 - 28)}{7} \right) \\ &= 0,80 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho_b &= \left( \frac{0,85 \cdot (f'_c - \beta_1)}{f_y} \right) \cdot \frac{600}{600 + f_y} \\ &= \left( \frac{0,85 \cdot (35 - 0,80)}{420} \right) \cdot \frac{600}{600 + 420} \\ &= 0,040 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho_{max} &= 0,75 \cdot \rho_b \\ &= 0,75 (0,040) \\ &= 0,03 \end{aligned}$$

$$\rho_{min} = \frac{1,4}{f_y}$$

$$= 0,003$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2}$$

$$= \frac{74050000}{1000 \cdot 293,5^2}$$

$$= 0,863$$

$$\rho = \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 m R_n}{f_y}} \right)$$

$$= \frac{1}{14,12} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 (14,12) (0,863)}{420}} \right)$$

$$= 0,00019$$

$$\text{syarat : } \rho_{min} < \rho < \rho_{max}$$

$$0,003 > 0,00019 < 0,03 \text{ , sehingga diambil } \rho = 0,003$$

$$A_s = \rho \cdot b \cdot d$$

$$= (0,003) (1000) (293,5)$$

$$= 880,5 \text{ mm}^2$$

Berdasarkan perhitungan di atas, maka digunakan tulangan D13 dengan jarak 130 mm, sehingga  $A_{s \text{ pakai}} = 1021 \text{ mm}^2 > A_s = 880,5 \text{ mm}^2$

#### 4. Perhitungan Tulangan Pembagi

$$A_s = \frac{0,18 \cdot b \cdot h}{100}$$

$$= \frac{0,18 \cdot 1000 \cdot 350}{100}$$

$$= 630 \text{ mm}^2$$

Berdasarkan perhitungan di atas, maka digunakan tulangan D10 dengan jarak 100 mm, sehingga  $A_{s \text{ pakai}} = 785,40 \text{ mm}^2 > A_s = 630 \text{ mm}^2$

#### 4.6.2 Perhitungan Tulangan Balok Induk

Pada bagian ini, akan dibahas perhitungan penulangan struktur balok induk untuk memastikan bahwa elemen ini mampu menahan beban yang bekerja secara optimal. Perhitungan ini mencakup pemilihan diameter dan jumlah tulangan, serta pengecekan kapasitas berdasarkan standar perencanaan yang berlaku. Berikut di bawah ini merupakan uraian perhitungan penulangan balok induk:

1. Diketahui:

- Dimensi Balok :  $b = 700 \text{ mm}$   
 $h = 1000 \text{ mm}$
- Mutu Beton ( $f_c'$ ) :  $35 \text{ MPa}$
- Mutu Tulangan : BjTS 420 B  
 $f_y = 420 \text{ MPa}$   
 $f_u = 525 \text{ MPa}$
- Diameter Tulangan :
  - a. Lentur : D16
  - a. Geser : D13
- $\beta_1$  
$$= 0,85 - \left( \frac{0,5 \cdot (f_c' - 28)}{7} \right)$$
$$= 0,85 - \left( \frac{0,5 \cdot (35 - 28)}{7} \right)$$
$$= 0,80$$
- Gaya Dalam :
  - a. Momen Lapangan :  $575380400,00 \text{ N.mm}$
  - b. Momen Tumpuan :  $820097800,00 \text{ N.mm}$
  - c. Geser Lapangan :  $118721,80 \text{ N}$
  - d. Geser Tumpuan :  $880742,10 \text{ N}$

2. Perhitungan Penulangan Lentur Lapangan

$$M_u = 575380400,00 \text{ N.mm}$$

$$\begin{aligned}
M_n &= \frac{M_u}{\phi} \\
&= \frac{575380400}{0,8} \\
&= 719225500 \text{ N.mm} \\
d &= h - \text{selimut beton} - \frac{1}{2} D \\
&= 1000 - 50 - \frac{1}{2} 16 - 13 \\
&= 929 \text{ mm} \\
m &= \frac{f_y}{0,85 \cdot f'_c} \\
&= \frac{420}{0,85 \cdot 35} \\
&= 14,12 \\
\rho_b &= \left( \frac{0,85 \cdot (f'_c - \beta_1)}{f_y} \right) \cdot \frac{600}{600 + f_y} \\
&= \left( \frac{0,85 \cdot (35 - 0,80)}{420} \right) \cdot \frac{600}{600 + 420} \\
&= 0,040 \\
\rho_{max} &= 0,75 \cdot \rho_b \\
&= 0,75 (0,040) \\
&= 0,03 \\
\rho_{min} &= \frac{1,4}{f_y} \\
&= 0,003 \\
R_n &= \frac{M_n}{b \cdot d^2} \\
&= \frac{719225500}{1000 \cdot 929^2} \\
&= 0,833
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\rho &= \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 m R_n}{f_y}} \right) \\
&= \frac{1}{14,12} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 (14,12) (0.833)}{420}} \right) \\
&= 0,0021
\end{aligned}$$

$$\text{syarat : } \rho_{min} < \rho < \rho_{max}$$

$$0,003 > 0,0021 < 0,03 \text{ ,sehingga diambil } \rho = 0,003$$

$$\begin{aligned}
A_s &= \rho \cdot b \cdot d \\
&= (0,003) (1000) (929) \\
&= 2787 \text{ mm}^2
\end{aligned}$$

maka digunakan tulangan 14-D16,

$$A_{s \text{ pakai}} = 2814,87 \text{ mm}^2 > A_s = 27875 \text{ mm}^2 \dots(\text{OK})$$

### 3. Perhitungan Penulangan Lentur Tumpuan

$$M_u = 820097800 \text{ N.mm}$$

$$\begin{aligned}
M_n &= \frac{M_u}{\phi} \\
&= \frac{820097800}{0,8} \\
&= 1025122250 \text{ N.mm}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
d &= h - \text{selimut beton} - \frac{1}{2} D \\
&= 1000 - 50 - \frac{1}{2} 16 - 13 \\
&= 929 \text{ mm}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
m &= \frac{f_y}{0,85 \cdot f'_c} \\
&= \frac{420}{0,85 \cdot 35} \\
&= 14,12
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\rho_b &= \left( \frac{0,85 \cdot (f'_c - \beta_1)}{f_y} \right) \cdot \frac{600}{600 + f_y} \\ &= \left( \frac{0,85 \cdot (35 - 0,80)}{420} \right) \cdot \frac{600}{600 + 420} \\ &= 0,040\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\rho_{max} &= 0,75 \cdot \rho_b \\ &= 0,75 (0,040) \\ &= 0,03\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\rho_{min} &= \frac{1,4}{f_y} \\ &= 0,003\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}R_n &= \frac{M_n}{b \cdot d^2} \\ &= \frac{1025122250}{1000 \cdot 929^2} \\ &= 1,188\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\rho &= \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 m R_n}{f_y}} \right) \\ &= \frac{1}{14,12} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 (14,12) (1,188)}{420}} \right) \\ &= 0,00288\end{aligned}$$

$$\text{syarat : } \rho_{min} < \rho < \rho_{max}$$

$$0,003 > 0,00288 < 0,03 \text{ ,sehingga diambil } \rho = 0,003$$

$$\begin{aligned}A_s &= \rho \cdot b \cdot d \\ &= (0,003) (1000) (929) \\ &= 2787 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

maka digunakan tulangan 20-D16,

$$A_{s \text{ pakai}} = 4021,24 \text{ mm}^2 > A_s = 27875 \text{ mm}^2 \dots(\text{OK})$$

#### 4. Perhitungan Penulangan Geser Lapangan

$$V_u = 118721,80 \text{ N.mm}$$

$$d = h - \text{selimut beton} - \frac{1}{2} D$$

$$= 1000 - 50 - \frac{1}{2} 16 - 13$$

$$= 929 \text{ mm}$$

$$A_{VS} = \frac{b_w \cdot S}{3 \cdot f_y}$$

$$= \frac{700 \cdot 200}{3 \cdot 420}$$

$$= 111,11 \text{ mm}^2$$

maka digunakan tulangan sengkang 2 kaki D13-200

$$A_{s \text{ pakai}} = 265,46 \text{ mm}^2 > A_s = 111,11 \text{ mm}^2 \dots(\text{OK})$$

#### 5. Perhitungan Penulangan Geser Tumpuan

$$V_u = 880742,10 \text{ N.mm}$$

$$d = h - \text{selimut beton} - \frac{1}{2} D$$

$$= 1000 - 50 - \frac{1}{2} 16 - 13$$

$$= 929 \text{ mm}$$

$$A_{VS} = \frac{b_w \cdot S}{3 \cdot f_y}$$

$$= \frac{700 \cdot 150}{3 \cdot 420}$$

$$= 83,3 \text{ mm}^2$$

maka digunakan tulangan sengkang 2 kaki D13-150

$$A_{s \text{ pakai}} = 265,46 \text{ mm}^2 > A_s = 111,11 \text{ mm}^2 \dots(\text{OK})$$

Berikut di bawah ini disajikan rekapitulasi hasil perhitungan tulangan balok induk yang dilakukan di atas sebagai berikut pada Tabel 4.7

Tabel 4.7 Rekapitulasi Penulangan Balok Induk

|                    | Tulangan Tumpuan | Tulangan Lapangan |
|--------------------|------------------|-------------------|
| Dimensi (mm)       | 1000 x 700       | 1000 x 700        |
| Tulangan Atas      | 14D16            | 14D16             |
| Sengkang           | D13 - 150        | D13 - 200         |
| Selimut Beton (mm) | 50               | 50                |

#### 4.6.3 Perhitungan Tulangan Balok Anak

Pada bagian ini, akan dibahas perhitungan penulangan struktur balok anak untuk memastikan bahwa elemen ini mampu menahan beban yang bekerja secara optimal. Perhitungan ini mencakup pemilihan diameter dan jumlah tulangan, serta pengecekan kapasitas berdasarkan standar perencanaan yang berlaku. Berikut di bawah ini merupakan uraian perhitungan penulangan balok anak:

1. Diketahui:

- Dimensi Balok :  $b = 500 \text{ mm}$   
 $h = 8000 \text{ mm}$
- Mutu Beton ( $f'_c$ ) : 35 MPa
- Mutu Tulangan : BjTS 420 B  
 $f_y = 420 \text{ MPa}$   
 $f_u = 525 \text{ MPa}$
- Diameter Tulangan :
  - b. Lentur : D16
  - c. Geser : D13

$$\begin{aligned}
 - \beta_1 &= 0,85 - \left( \frac{0,5 \cdot (f'_c - 28)}{7} \right) \\
 &= 0,85 - \left( \frac{0,5 \cdot (35 - 28)}{7} \right) \\
 &= 0,80
 \end{aligned}$$

- Gaya Dalam :
- a. Momen Lapangan : 157888400 N.mm
- b. Momen Tumpuan : 35478000 N.mm
- c. Geser Lapangan : 84099,7 N
- d. Geser Tumpuan : 58733 N

## 2. Perhitungan Penulangan Lentur Lapangan

$$M_u = 35478000 \text{ N.mm}$$

$$\begin{aligned} M_n &= \frac{M_u}{\phi} \\ &= \frac{35478000}{0,8} \\ &= 44347500 \text{ N.mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} d &= h - \text{selimut beton} - \frac{1}{2} D \\ &= 800 - 50 - \frac{1}{2} 16 - 13 \\ &= 729 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} m &= \frac{f_y}{0,85 \cdot f'_c} \\ &= \frac{420}{0,85 \cdot 35} \\ &= 14,12 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho_b &= \left( \frac{0,85 \cdot (f'_c - \beta_1)}{f_y} \right) \cdot \frac{600}{600 + f_y} \\ &= \left( \frac{0,85 \cdot (35 - 0,80)}{420} \right) \cdot \frac{600}{600 + 420} \\ &= 0,040 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho_{max} &= 0,75 \cdot \rho_b \\ &= 0,75 (0,040) \\ &= 0,03 \end{aligned}$$

$$\rho_{min} = \frac{1,4}{f_y}$$

$$= 0,003$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2}$$

$$= \frac{44347500}{500 \cdot 729^2}$$

$$= 0,167$$

$$\rho = \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 m R_n}{f_y}} \right)$$

$$= \frac{1}{14,12} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 (14,12) (0.167)}{420}} \right)$$

$$= 0,0004$$

$$\text{syarat : } \rho_{min} < \rho < \rho_{max}$$

$$0,003 > 0,004 < 0,03 \text{ , sehingga diambil } \rho = 0,003$$

$$A_s = \rho \cdot b \cdot d$$

$$= (0,003) (500) (729)$$

$$= 2577,84 \text{ mm}^2$$

maka digunakan tulangan 14-D16,

$$A_{s \text{ pakai}} = 2814,87 \text{ mm}^2 > A_s = 27875 \text{ mm}^2 \dots (\text{OK})$$

### 3. Perhitungan Penulangan Lentur Tumpuan

$$M_u = 157888400 \text{ N.mm}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi}$$

$$= \frac{157888400}{0,8}$$

$$= 1025122250 \text{ N.mm}$$

$$d = h - \text{selimut beton} - \frac{1}{2} D$$

$$= 800 - 50 - \frac{1}{2} 16 = 729$$

$$= 729 \text{ mm}$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f'_c}$$

$$= \frac{420}{0,85 \cdot 35}$$

$$= 14,12$$

$$\rho_b = \left( \frac{0,85 \cdot (f'_c - \beta_1)}{f_y} \right) \cdot \frac{600}{600 + f_y}$$

$$= \left( \frac{0,85 \cdot (35 - 0,80)}{420} \right) \cdot \frac{600}{600 + 420}$$

$$= 0,040$$

$$\rho_{max} = 0,75 \cdot \rho_b$$

$$= 0,75 (0,040)$$

$$= 0,03$$

$$\rho_{min} = \frac{1,4}{f_y}$$

$$= 0,003$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2}$$

$$= \frac{197360500}{500 \cdot 729^2}$$

$$= 0,7428$$

$$\rho = \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 m R_n}{f_y}} \right)$$

$$= \frac{1}{14,12} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 (14,12) (0,7428)}{420}} \right)$$

$$= 0,001791$$

$$\text{syarat : } \rho_{min} < \rho < \rho_{max}$$

$$0,003 > 0,001791 < 0,03 \text{ ,sehingga diambil } \rho = 0,003$$

$$\begin{aligned} A_s &= \rho \cdot b \cdot d \\ &= (0,003) (500) (729) \\ &= 1093,50 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

maka digunakan tulangan 18-D16,

$$A_{s \text{ pakai}} = 3619,11 \text{ mm}^2 > A_s = 27875 \text{ mm}^2 \dots(\text{OK})$$

#### 4. Perhitungan Penulangan Geser Lapangan

$$V_u = 58733,00 \text{ N.mm}$$

$$d = h - \text{selimut beton} - \frac{1}{2} D$$

$$= 800 - 50 - \frac{1}{2} 16 - 13$$

$$= 729 \text{ mm}$$

$$A_{VS} = \frac{b_w \cdot S}{3 \cdot f_y}$$

$$= \frac{500 \cdot 200}{3 \cdot 420}$$

$$= 59,52 \text{ mm}^2$$

maka digunakan tulangan sengkang 2 kaki D13-200

$$A_{s \text{ pakai}} = 265,46 \text{ mm}^2 > A_s = 59,52 \text{ mm}^2 \dots(\text{OK})$$

#### 5. Perhitungan Penulangan Geser Tumpuan

$$V_u = 84099,70 \text{ N.mm}$$

$$d = h - \text{selimut beton} - \frac{1}{2} D$$

$$\begin{aligned}
&= 800 - 50 - \frac{1}{2} 16 - 13 \\
&= 729 \text{ mm} \\
A_{VS} &= \frac{b_w \cdot S}{3 \cdot f_y} \\
&= \frac{500 \cdot 150}{3 \cdot 420} \\
&= 59,52 \text{ mm}^2
\end{aligned}$$

maka digunakan tulangan sengkang 2 kaki D13-150

$$A_{s \text{ pakai}} = 265,46 \text{ mm}^2 > A_s = 59,52 \text{ mm}^2 \dots(\text{OK})$$

Berikut di bawah ini disajikan rekapitulasi hasil perhitungan tulangan balok induk yang dilakukan di atas sebagai berikut pada Tabel 4.8

Tabel 4.8 Rekapitulasi Penulangan Balok Anak

|                    | Tulangan Tumpuan | Tulangan Lapangan |
|--------------------|------------------|-------------------|
| Dimensi (mm)       | 800 x 500        | 800 x 500         |
| Tulangan Atas      | 18D16            | 14D16             |
| Sengkang           | D13 - 150        | D13 - 200         |
| Selimut Beton (mm) | 50               | 50                |

#### 4.6.4 Perhitungan Tulangan Pilecap

Pada bagian ini, akan dibahas perhitungan penulangan struktur pilecap untuk memastikan bahwa elemen ini mampu menahan beban yang bekerja secara optimal. Perhitungan ini mencakup pemilihan diameter dan jumlah tulangan, jarak tulangan serta pengecekan kapasitas berdasarkan standar perencanaan yang berlaku. Berikut di bawah ini merupakan uraian perhitungan penulangan pilecap:

1. Diketahui:
  - Dimensi Pilecap :  $a = 1700 \text{ mm}$   
 $b = 1700 \text{ mm}$   
 $h = 1500 \text{ mm}$

- Mutu Beton ( $f_c'$ ) : 35 MPa
- Mutu Tulangan : BjTS 420 B
  - $f_y = 420$  MPa
  - $f_u = 525$  MPa
- $M_u$  : 530536000 N.mm

## 2. Perhitungan Penulangan $L_x$

$$M_u = 530536000 \text{ N.mm}$$

$$\begin{aligned} M_n &= \frac{M_u}{\phi} \\ &= \frac{530536000}{0,8} \\ &= 663170000 \text{ N.mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} d &= h - \text{selimut beton} - \frac{1}{2} D \\ &= 1500 - 100 - \frac{1}{2} 25 \\ &= 1387,50 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} m &= \frac{f_y}{0,85 \cdot f_c'} \\ &= \frac{420}{0,85 \cdot 35} \\ &= 14,12 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \beta_1 &= 0,85 - \left( \frac{0,5 \cdot (f_c' - 28)}{7} \right) \\ &= 0,85 - \left( \frac{0,5 \cdot (35 - 28)}{7} \right) \\ &= 0,80 \\ &= 0,040 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho_{max} &= 0,75 \cdot \rho_b \\ &= 0,75 (0,040) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= 0,03 \\
\rho_{min} &= \frac{1,4}{f_y} \\
&= 0,003 \\
R_n &= \frac{M_n}{b \cdot d^2} \\
&= \frac{663170000}{1000 \cdot 1387,5^2} \\
&= 0,688 \\
\rho &= \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 m R_n}{f_y}} \right) \\
&= \frac{1}{14,12} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 (14,12) (0,688)}{420}} \right) \\
&= 0,0016
\end{aligned}$$

$$\text{syarat : } \rho_{min} < \rho < \rho_{max}$$

$$0,003 > 0,0016 < 0,03 \text{ ,sehingga diambil } \rho = 0,003$$

$$\begin{aligned}
A_s &= \rho \cdot b \cdot d \\
&= (0,003) (1000) (1387,5) \\
&= 4162,50 \text{ mm}^2
\end{aligned}$$

maka digunakan tulangan D25-100,

$$A_{s \text{ pakai}} = 4908,74 \text{ mm}^2 > A_s = 4162,50 \text{ mm}^2 \dots(\text{OK})$$

### 3. Perhitungan Penulangan $L_y$

$$\begin{aligned}
M_u &= 530536000 \text{ N.mm} \\
M_n &= \frac{M_u}{\phi} \\
&= \frac{530536000}{0,8} \\
&= 663170000 \text{ N.mm}
\end{aligned}$$

$$d = h - \text{selimut beton} - \frac{1}{2} D$$

$$= 1500 - 100 - \frac{1}{2} 25$$

$$= 1387,50 \text{ mm}$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f'_c}$$

$$= \frac{420}{0,85 \cdot 35}$$

$$= 14,12$$

$$\beta_1 = 0,85 - \left( \frac{0,5 \cdot (f'_c - 28)}{7} \right)$$

$$= 0,85 - \left( \frac{0,5 \cdot (35 - 28)}{7} \right)$$

$$= 0,80$$

$$= 0,040$$

$$\rho_{max} = 0,75 \cdot \rho_b$$

$$= 0,75 (0,040)$$

$$= 0,03$$

$$\rho_{min} = \frac{1,4}{f_y}$$

$$= 0,003$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2}$$

$$= \frac{663170000}{1000 \cdot 1387,5^2}$$

$$= 0,688$$

$$\rho = \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 m R_n}{f_y}} \right)$$

$$= \frac{1}{14,12} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 (14,12) (0,688)}{420}} \right)$$

$$= 0,0016$$

$$\text{syarat : } \rho_{min} < \rho < \rho_{max}$$

$$0,003 > 0,0016 < 0,03 \text{ , sehingga diambil } \rho = 0,003$$

$$A_s = \rho \cdot b \cdot d$$

$$= (0,003) (1000) (1387,5)$$

$$= 4162,50 \text{ mm}^2$$

maka digunakan tulangan D25-100,

$$A_{s \text{ pakai}} = 4908,74 \text{ mm}^2 > A_s = 4162,50 \text{ mm}^2 \dots (\text{OK})$$

Berikut di bawah ini disajikan rekapitulasi hasil perhitungan tulangan balok induk yang dilakukan di atas sebagai berikut pada Tabel 4.9

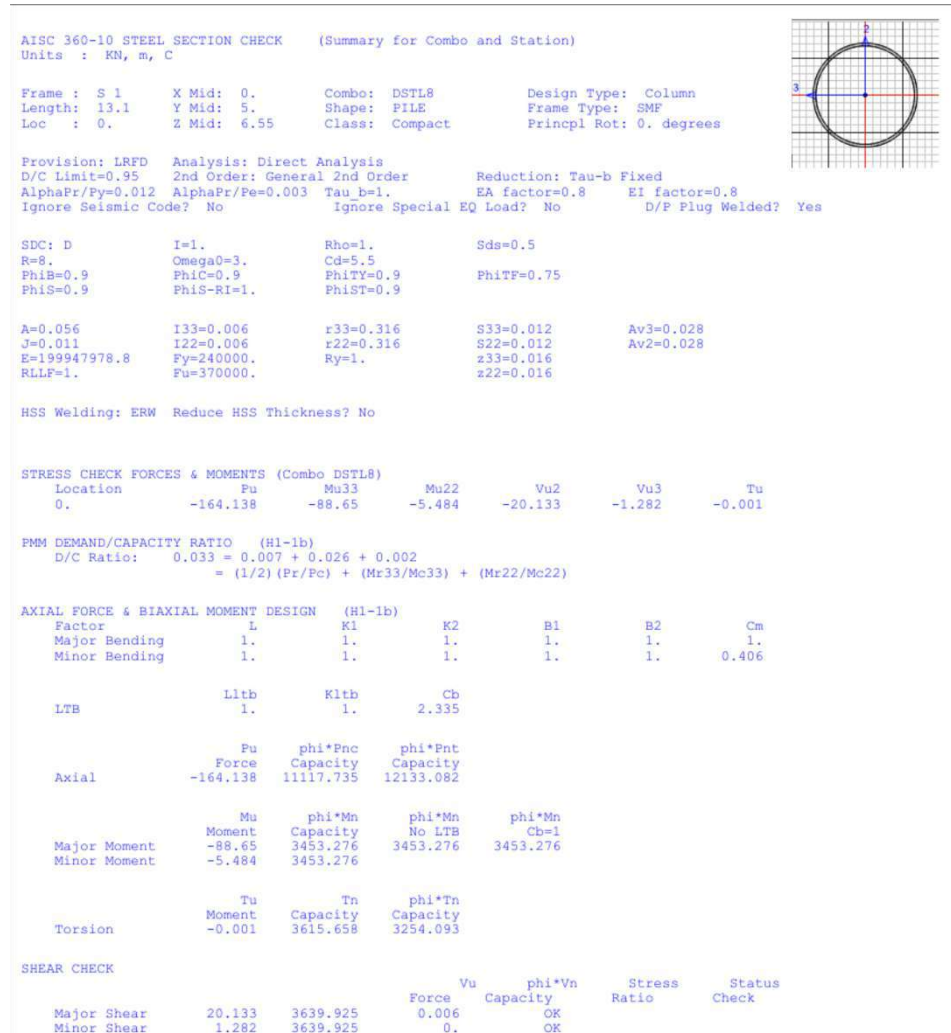
Tabel 4.9 Rekapitulasi Penulangan Balok Anak

| Dimensi               | Penulangan $L_x$ | Penulangan $L_y$ |
|-----------------------|------------------|------------------|
| $a = 1700 \text{ mm}$ |                  |                  |
| $b = 1700 \text{ mm}$ | D25-100          | D25-100          |
| $h = 1500 \text{ mm}$ |                  |                  |

#### 4.7 Kapasitas Tiang Pancang

Pada bagian ini, akan dibahas kapasitas daya dukung tiang pancang untuk memastikan bahwa tiang mampu menahan beban yang bekerja, baik dari beban vertikal maupun lateral. Perhitungan kapasitas daya dukung dilakukan menggunakan metode spring analysis yang mempertimbangkan interaksi antara tanah dan struktur tiang pancang. Selain itu, perhitungan juga mempertimbangkan kapasitas bahan yang digunakan dalam tiang pancang untuk memastikan keamanan struktur. Analisis dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak SAP2000 guna mengevaluasi respons struktural terhadap berbagai kombinasi beban. Dengan mengetahui kapasitas daya dukung tiang pancang, dapat dipastikan bahwa fondasi memiliki kekuatan yang cukup untuk menopang struktur dermaga secara aman dan

stabil. Berikut di bawah ini merupakan hasil analisis melalui program SAP2000 sebagai berikut pada Gambar 4.1



Gambar 4.1 Keluaran Daya Dukung Tiang Pancang

## **BAB 5**

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil analisis dan perencanaan menggunakan perangkat lunak SAP 2000, struktur dermaga yang dirancang telah memenuhi persyaratan terkait kekuatan, stabilitas dan kemampuan layan sesuai dengan standar yang berlaku. Perencanaan struktur dermaga ini dinyatakan aman karena seluruh desain elemen struktural, termasuk dimensi dan penulangan, telah dirancang berdasarkan hasil analisis gaya dalam yang bekerja hal ini dapat dilihat pada Gambar 4.13

Analisis beban mencakup beban mati, hidup, lingkungan, dan gempa menunjukkan bahwa semua elemen struktural, seperti balok, pelat, dan tiang pancang, memiliki kapasitas yang memadai untuk menahan gaya yang bekerja, dengan klasifikasi kapasitas dermaga sebesar 10.000 DWT.

Struktur dermaga yang telah dirancang memastikan kapal dapat bertambat dengan aman dan stabil di berbagai kondisi operasional. Analisis terhadap beban tambatan, gaya angin, arus, dan gelombang menunjukkan bahwa dermaga mampu meredam gaya-gaya tersebut tanpa mengalami defleksi melebihi batas aman. Defleksi yang terjadi sebesar 0,021 m lebih kecil dari defleksi yang diijinkan sebesar 0,209 m. Hal ini dapat dilihat pada Tabel 4.1, Tabel 4.2 dan Tabel 4.3

Selain itu, elemen struktural dirancang untuk menahan beban bongkar-muat dan aktivitas operasional lainnya, sehingga dermaga dapat berfungsi secara optimal dan layak digunakan. Dengan perencanaan yang memperhatikan standar teknis dan keamanan, dermaga ini siap mendukung kelancaran operasional dan aktivitas maritim dalam jangka panjang.

#### **5.2 Saran**

1. Dalam perencanaan melakukan studi kelayakan secara meluas sebagai bentukantisipasi potensi risiko teknis dan non-teknis.
2. Dalam perencanaan dermaga identifikasi secara akurat mengenai data tanah berdasarkan lokasi yang direncanakan

3. Implementasi teknologi konstruksi modern, salah satunya metode prefabrikasi dapat mempercepat proses pembangunan dan meningkatkan presisi struktur.
4. Pada tugas akhir ini, dalam menganalisis perencanaan menggunakan aplikasi SAP 2000. Penulis menyarankan agar menggunakan aplikasi ETABS ataupun Plaxis agar peninjauan lebih variatif.

## DAFTAR PUSTAKA

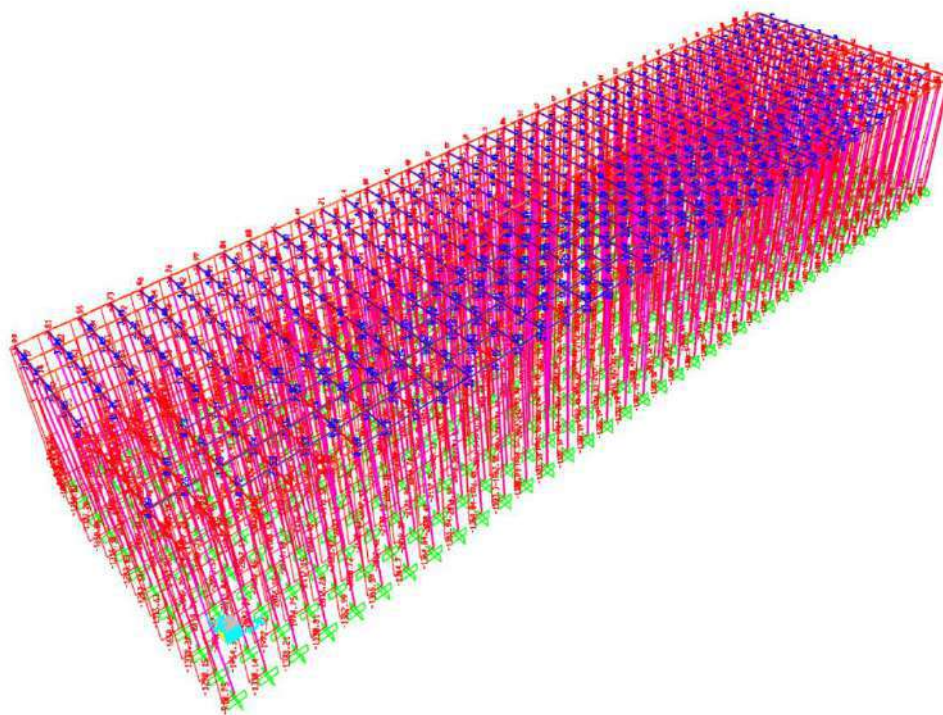
- Badan Meteorologi Dan Klimatologi (2018). *Prakiraan Cuaca Pelabuhan Malahayati*. (BMKG).
- Badan Standarisasi Nasional (2005) *Standart Pembebanan Untuk Jembatan*. (RSNI T-02-2005). Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Badan Standarisasi Nasional (2013) *Standart Perancangan Jembatan Terhadap Beban Gempa*. (SNI 2833-2013). Jakarta: Badan Standarisasi Nasional
- Badan Standarisasi Nasional (2014) *Perencanaan Struktur Jembatan Beton*. (RSNI T-12-2014). Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Badan Standarisasi Nasional (2016) *Pembebanan untuk jembatan*. (SNI 1725- 2016). Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Badan Standarisasi Nasional (2013) *Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung*. (SNI 2847-2013). Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Bridgestone, Marine Fender Design Manual*.
- Directorat General of Sea Communication*. (1984) *Standart Design Criteria for Port In Indonesia*.
- Triadmodjo, B. (2009) *Perencanaan Pelabuhan*. Jogjakarta.

## **LAMPIRAN**

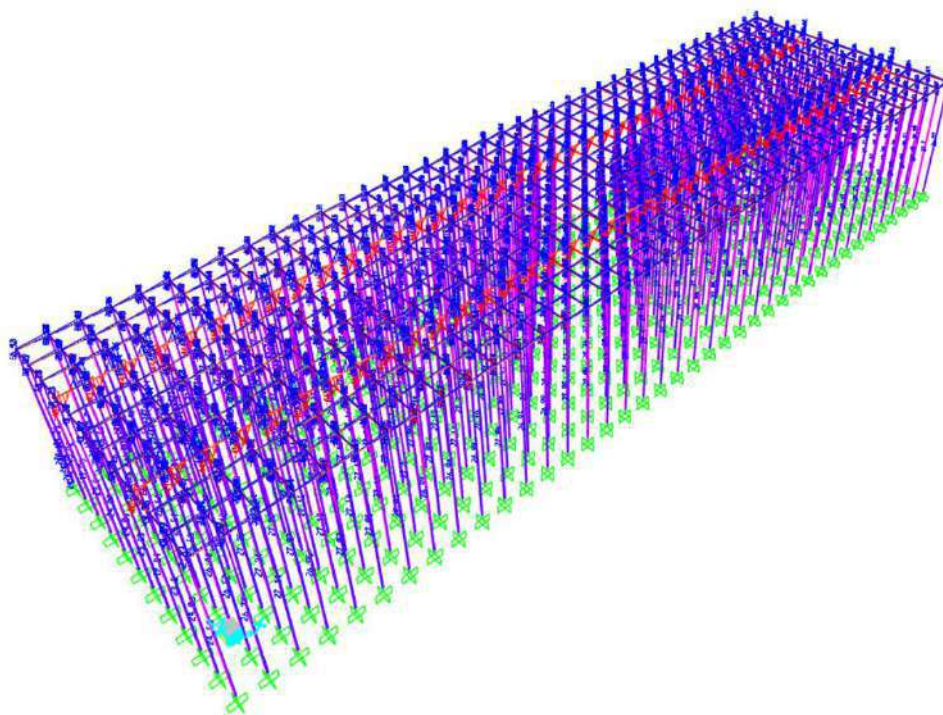
## Lampiran 1

Lampiran 2 Kombinasi dan Pembebanan Maksimum untuk Element Force.

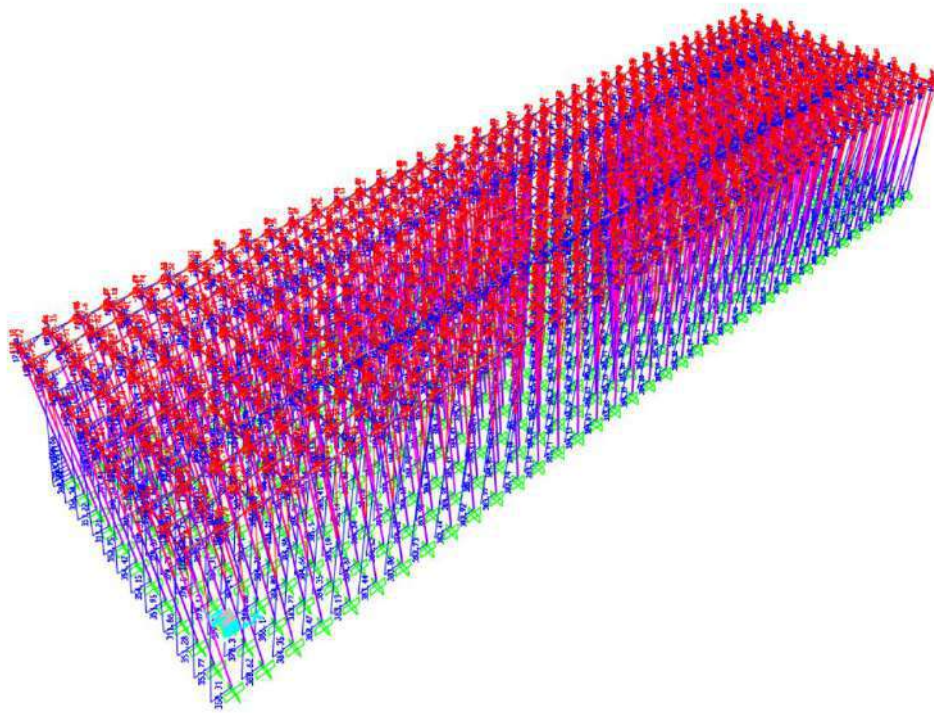
| Kombinasi | P<br>(kg) | V2<br>(kg) | V3<br>(kg) | M3<br>(kg.m) |
|-----------|-----------|------------|------------|--------------|
| IA        | 337887,14 | 88074,21   | 20525,88   | 82009,78     |
| IB        | 337887,14 | 88074,21   | 20525,88   | 82009,78     |
| IC        | 337886,58 | 80828,77   | 20513,32   | 69276,38     |
| ID        | 337886,12 | 81354,51   | 20513,33   | 70199,93     |
| IIA       | 38464,51  | 11603,69   | 152,84     | 34044,1      |
| IIB       | 38464,51  | 11603,69   | 152,84     | 34044,1      |
| IIC       | 36459,62  | 4951,02    | 152,71     | 9204,41      |
| IID       | 36485,25  | 4000,52    | 2044,93    | 3509,83      |
| IIIA      | 229160,75 | 59436,7    | 12877,28   | 57289,21     |
| IIIB      | 229160,75 | 59436,7    | 12877,28   | 57289,21     |
| IIIC      | 231239,51 | 54631,06   | 12864,62   | 46080,69     |
| IIID      | 229160,19 | 52717,15   | 12864,74   | 45479,62     |
| IVA       | 129365,75 | 61104,44   | 20481,88   | 57092,84     |
| IVB       | 229160,81 | 59469,07   | 20481,88   | 57332,95     |
| IVC       | 229160,25 | 52749,51   | 20469,34   | 45523,37     |
| IVD       | 229160,25 | 52749,51   | 20469,34   | 45523,37     |



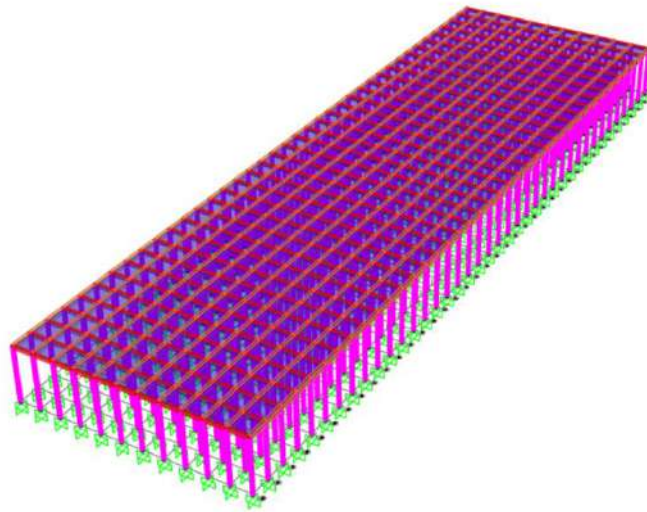
Gambar 0.1 Axial Force



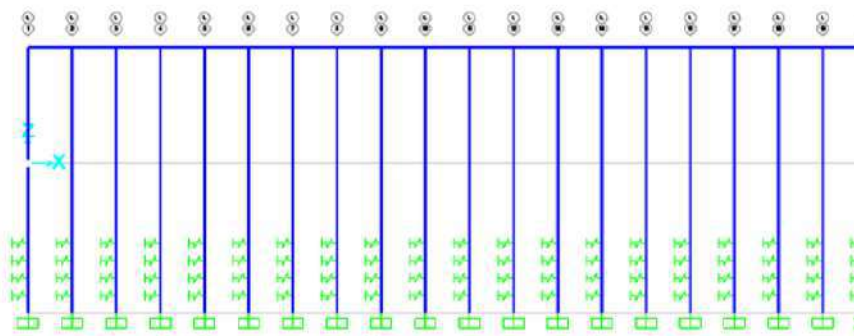
Gambar 0.2 Shear Force



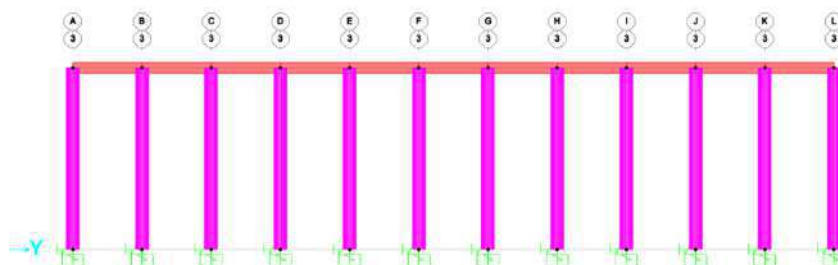
Gambar 0.3 Moment Force



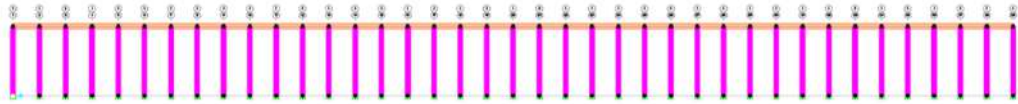
Gambar 0.2 Tampak Perspektif Pemodelan Dermaga dengan SAP2000



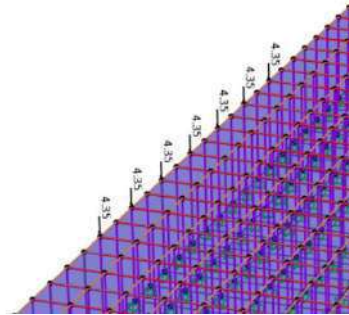
Gambar 0.3 Pemodelan Spring Dermaga dengan SAP2000



Gambar 0.4 Tampak Depan Pemodelan Dermaga dengan SAP2000



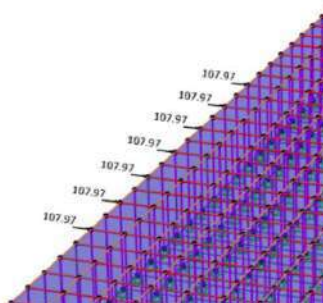
Gambar 0.5 Tampak Samping Pemodelan Dermaga dengan SAP2000



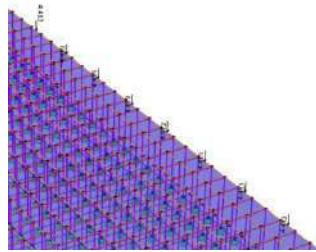
Gambar 0.6 Pemodelan Beban Fender Dermaga dengan SAP2000



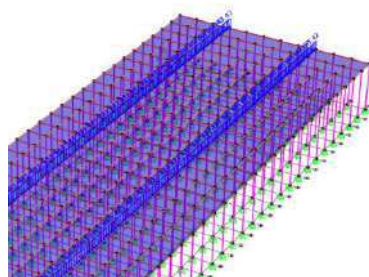
Gambar 0.7 Pemodelan Beban Hidup Merata Dermaga dengan SAP2000



Gambar 0.8 Pemodelan Beban Mooring Dermaga dengan SAP2000



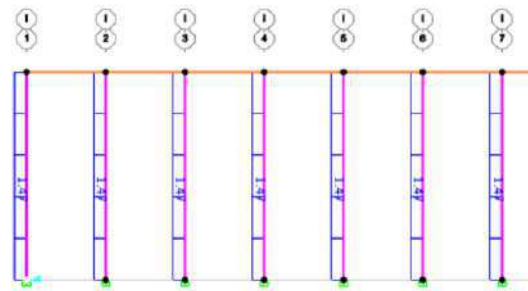
Gambar 0.9 Pemodelan Beban Bollard Dermaga dengan SAP2000



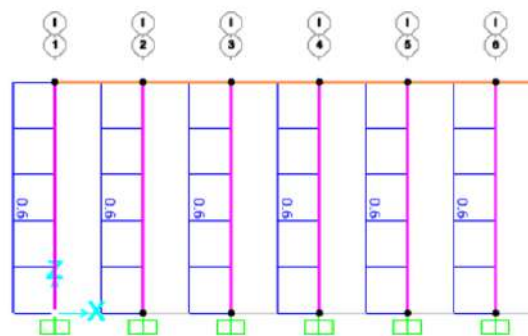
Gambar 0.10 Pemodelan Beban Crane Dermaga dengan SAP2000



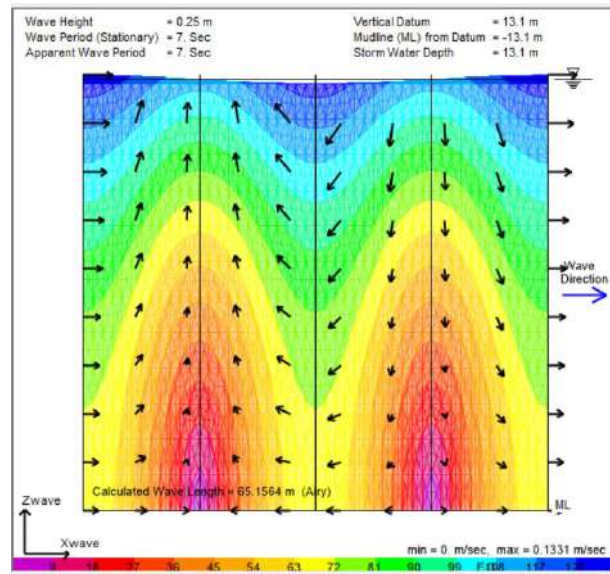
Gambar 0.11 Pemodelan Beban Mati Sendiri Dermaga dengan SAP2000



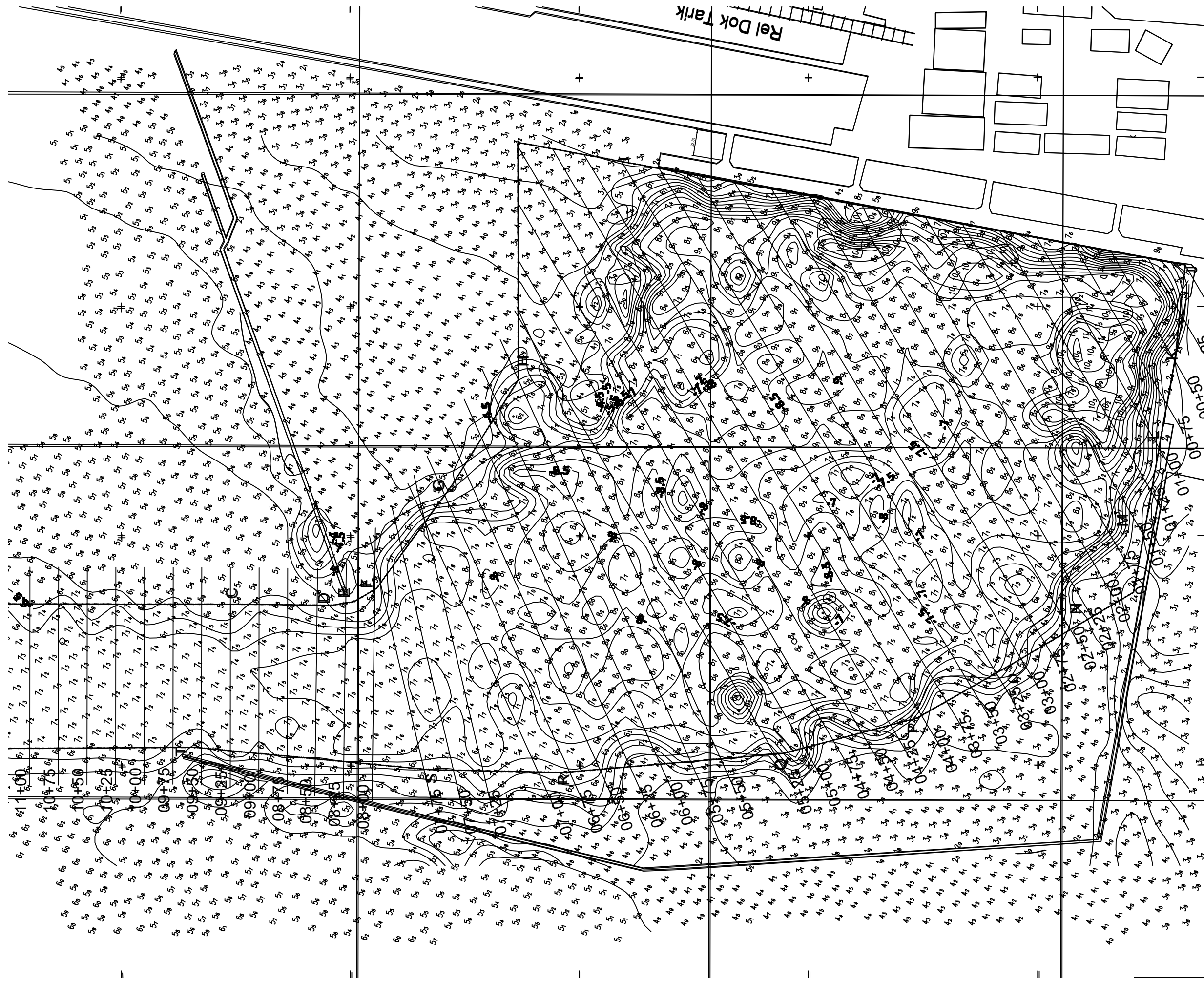
Gambar 0.12 Pemodelan Beban Angin Dermaga dengan SAP2000

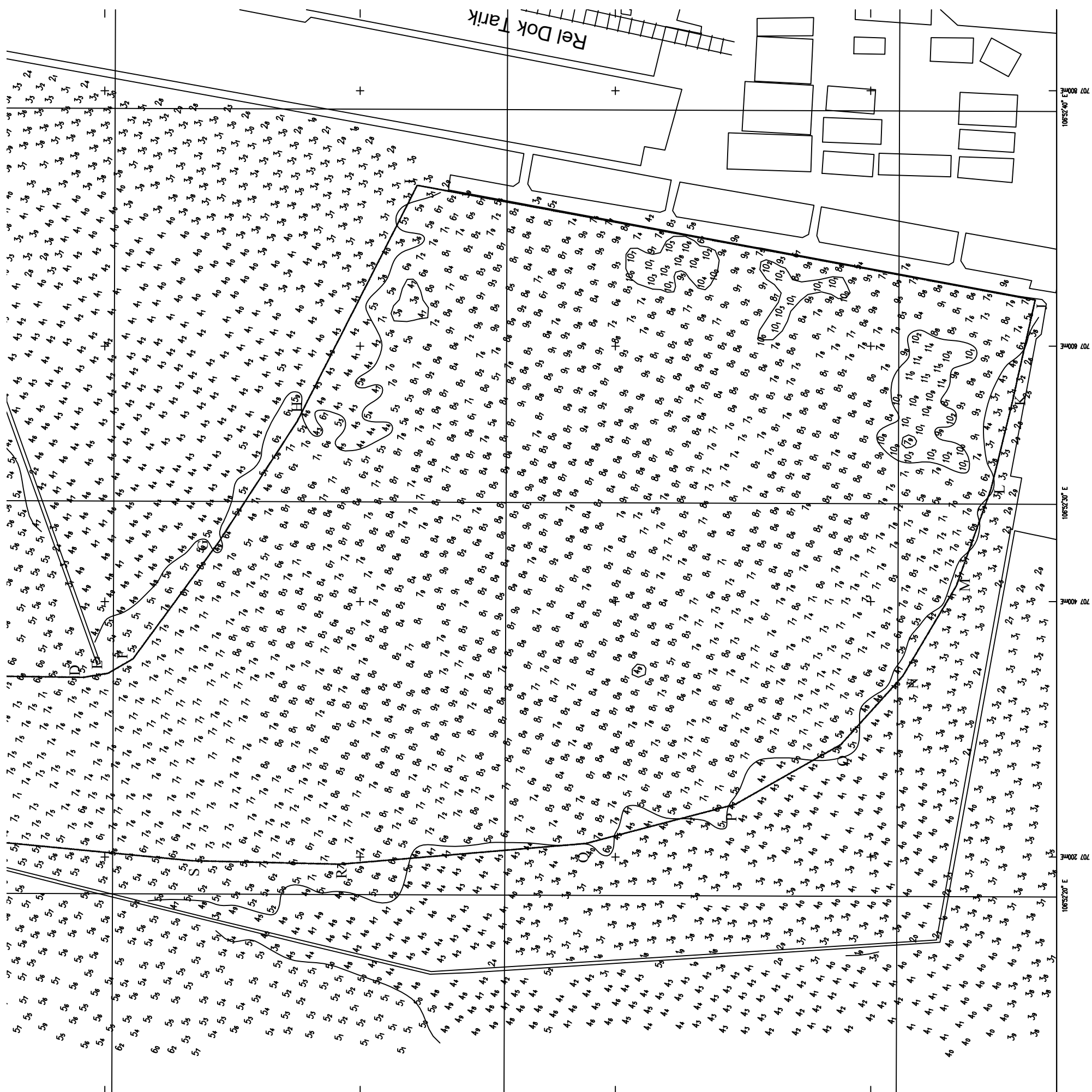


Gambar 0.13 Pemodelan Beban Arus Dermaga dengan SAP2000

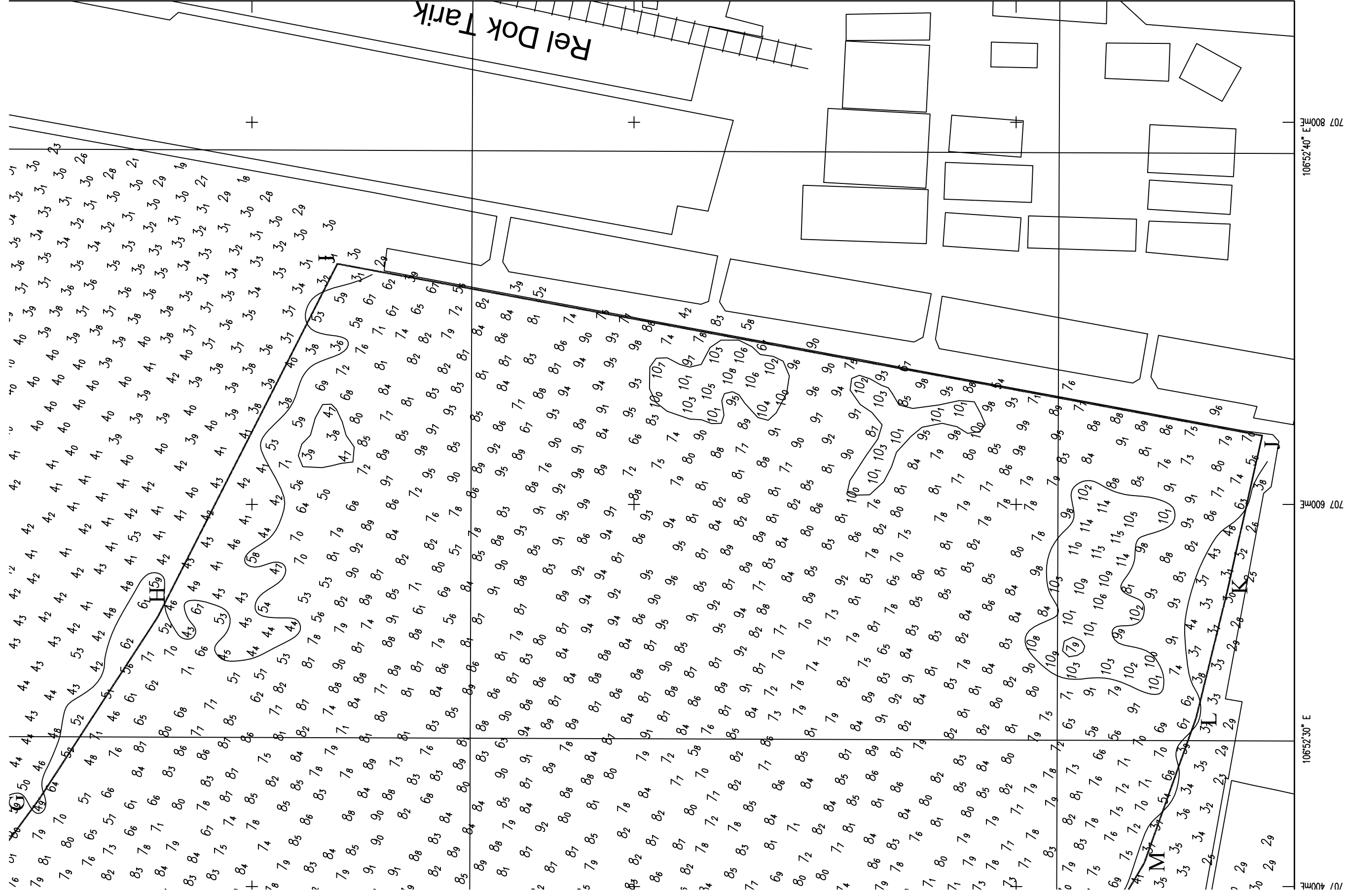


Gambar 0.14 Pemodelan Beban Gelombang Dermaga dengan SAP2000











MARKAS BESAR ANGKATAN LAUT  
DINAS FASILITAS PANGKALAN

Kegiatan:  
**PERENCANAAN KONSTRUKSI  
PENGURUKAN KOLAM DERMAGA  
PONDOK DAYUNG**

Keterangan:  
TOTAL KARANG = 25.485,62 m<sup>3</sup>  
TOTAL LUMPUR = 294.604,94 m<sup>3</sup>  
TOTAL VOLUME KERUK = 320.090,94 m<sup>3</sup>

PARAMETER GEODETIK

MAP PROJECTION : UTM (ZONE 48 South)  
SPHEROID : WGS 84

Konsultan Perencana:



PT. REKA PRIMA CONSULTANS

Direktur Utama

Fachrudin Sidiq, S.Sos., MM

Team Leader

Fauzia M. ST

Diperiksa oleh

Kasubdisfaskon

Edhi Prasetya, S.T., M.M  
Kolonel Laut (T) NRP 10371/P

Kasubdisfasdukmat

Hendri Kitris Merisa, S.T.  
Kolonel Laut (T) NRP 13323/P

Disetujui oleh  
Kepala Disfaslanal  
Selaku PPK

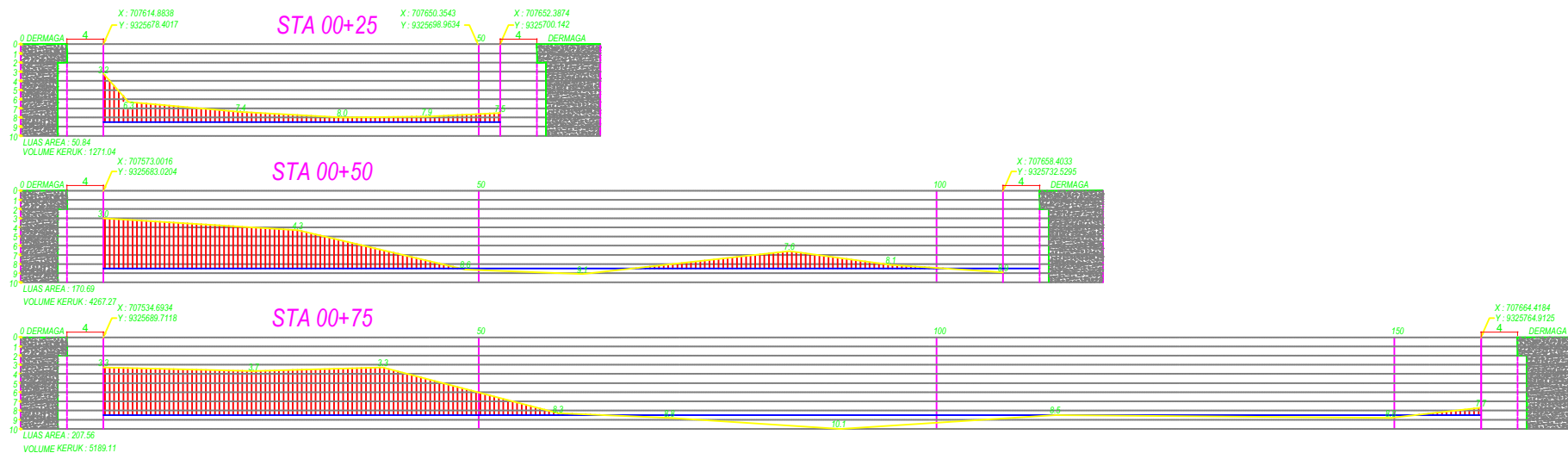
ttd

Agus Santoso, S.E.  
Laksamana Pertama TNI

Judul Gambar:

**DETAIL SECTION**

| SKALA   | NO. GAMBAR | KODE |
|---------|------------|------|
| 1 : 100 |            |      |



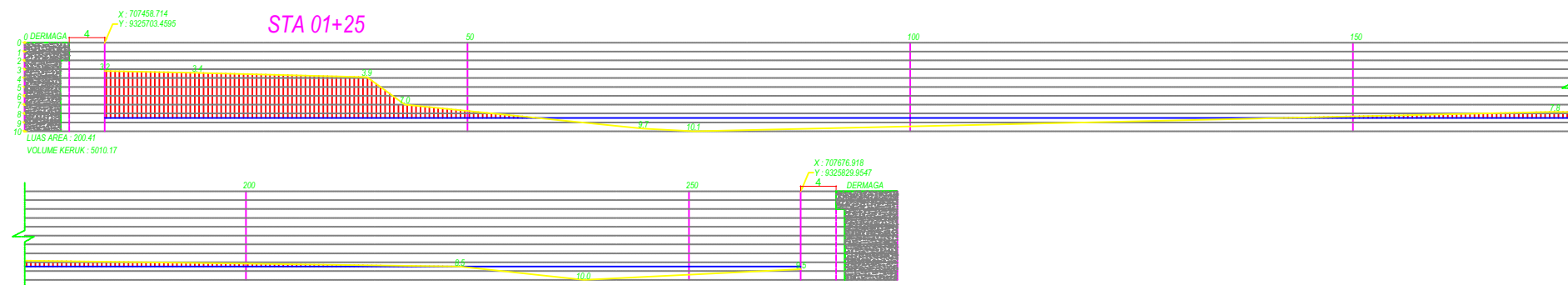


Kegiatan:  
PERENCANAAN KONSTRUKSI  
PENGURUKAN KOLAM DERMAGA  
PONDOK DAYUNG

**Keterangan:**  
TOTAL KARANG = 25.485,62 m3  
TOTAL LUMPUR = 294.604,94 m3  
TOTAL VOLUME KERUK = 320.090,94 m3

### PARAMETER GEODETIK

MAP PROJECTION : UTM (ZONE 48 South)  
SPHEROID : WGS 84



Konsultan Perencana:

PT. REKA PRIMA CONSULTANS

Direktur Utama

Fachrudin Sidik, S.Sos., MM

**Team Leader**

Paizia M. ST

Diperiksa oleh

Edhi Prasetya, S.T., M.M  
Kolonel Laut (T) NRP 10371/P

Kasubdisfasdukmat

Hendri Kitris Merisa, S.T.  
Kolonel Laut (T) NRP 13323/P

Disetujui oleh

Kepala Disfaslanal  
Selaku PPK

ttd

**Agus Santoso, S.E.**  
**Laksamana Pertama TNI**

Judul Gambar:

## DETAIL SECTION

| SKALA | NO. GAMBAR | KODE |
|-------|------------|------|
|-------|------------|------|

1 : 100



MARKAS BESAR ANGKATAN LAUT  
DINAS FASILITAS PANGKALAN

Kegiatan:  
**PERENCANAAN KONSTRUKSI  
PENGURUKAN KOLAM DERMAGA  
PONDOK DAYUNG**

Keterangan:  
TOTAL KARANG = 25.485,62 m<sup>3</sup>  
TOTAL LUMPUR = 294.604,94 m<sup>3</sup>  
TOTAL VOLUME KERUK = 320.090,94 m<sup>3</sup>

**PARAMETER GEODETIK**

MAP PROJECTION : UTM (ZONE 48 South)  
SPHEROID : WGS 84

Konsultan Perencana:



**PT. REKA PRIMA CONSULTANS**

Direktur Utama

Fachrudin Sidiq, S.Sos., MM

Team Leader

*[Signature]*  
Fauzia M, ST

Diperiksa oleh

Kasubdisfasfaskon

Edhi Prasetya, S.T., M.M  
Kolonel Laut (T) NRP 10371/P

Kasubdisfasdukmat

Hendri Kitris Merisa, S.T.  
Kolonel Laut (T) NRP 13323/P

Disetujui oleh  
Kepala Disfaslanal  
Selaku PPK

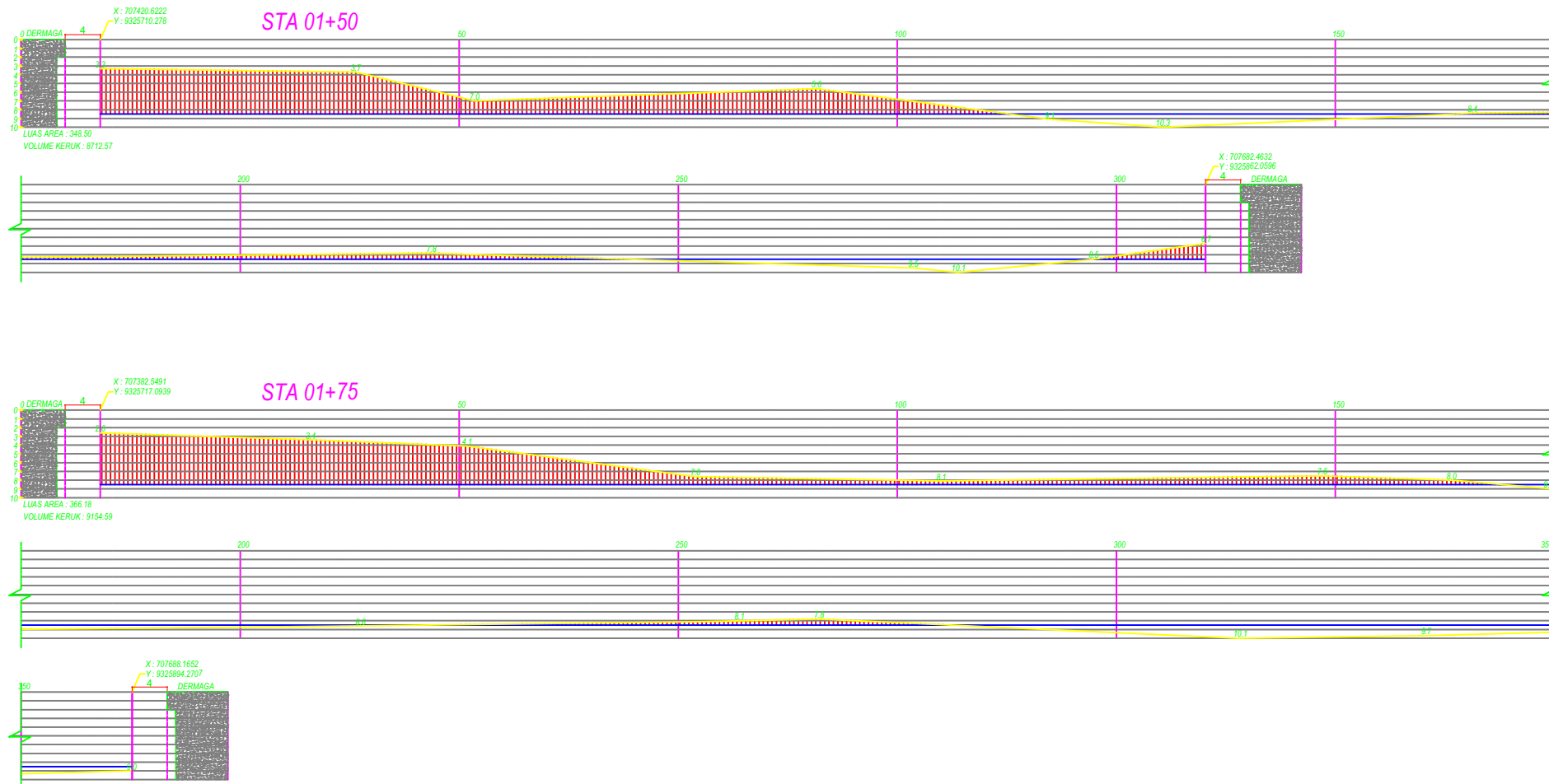
ttd

Agus Santoso, S.E.  
Laksamana Pertama TNI

Judul Gambar:

**DETAIL SECTION**

| SKALA   | NO. GAMBAR | KODE |
|---------|------------|------|
| 1 : 100 |            |      |





Kegiatan:  
PERENCANAAN KONSTRUKSI  
PENGURUKAN KOLAM DERMAGA  
PONDOK DAYUNG

**Keterangan:**  
TOTAL KARANG = 25.485,62 m<sup>3</sup>  
TOTAL LUMPUR = 294.604,94 m<sup>3</sup>  
TOTAL VOLUME KERUK = 320.090,94 m<sup>3</sup>

### PARAMETER GEODETIK

MAP PROJECTION : UTM (ZONE 48 South)  
SPHEROID : WGS 84

**Konsultan Perencana:**

PT. REKA PRIMA CONSULTANS

Direktur Utama

Fachrudin Sidik, S.Sos., MM

**Team Leader**

Diperiksa oleh

Kasubdisfaskon

Edhi Prasetya, S.T., M.M  
Kolonel Laut (T) NRP 10371/P

Kasubdisfasdukmat

Hendri Kitris Merisa, S.T.  
Kolonel Laut (T) NRP 13323/P

Disetujui oleh  
Kepala Disfaslan  
Selaku PPK

ttd

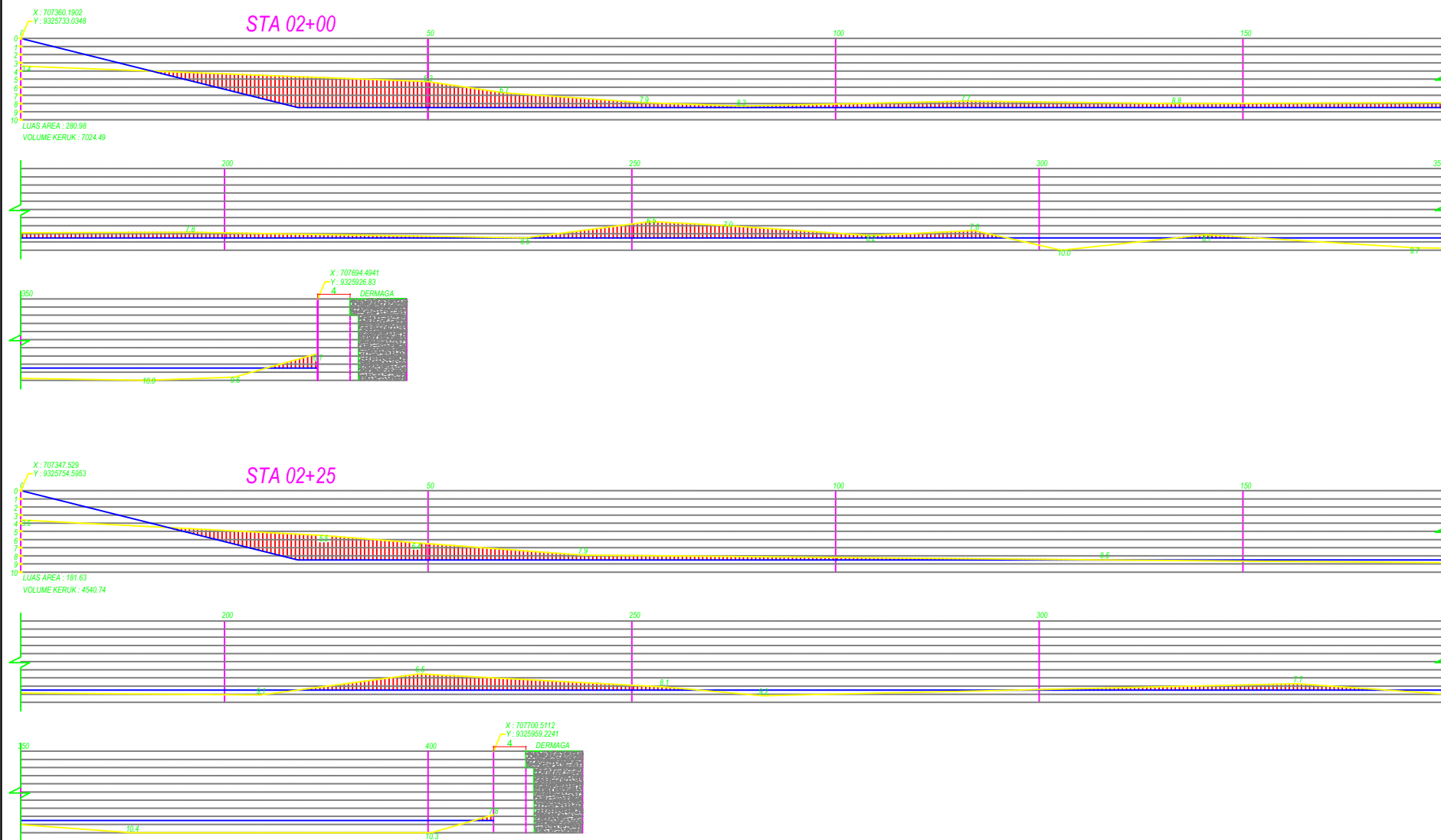
**Agus Santoso, S.E.**  
**Laksamana Pertama TNI**

Judul Gambar:

## DETAIL SECTION

| SKALA | NO. GAMBAR | KODE |
|-------|------------|------|
|-------|------------|------|

1 : 100





Kegiatan:  
PERENCANAAN KONSTRUKSI  
PENGURUKAN KOLAM DERMAGA  
PONDOK DAYUNG

**Keterangan:**  
TOTAL KARANG = 25.485,62 m3  
TOTAL LUMPUR = 294.604,94 m3  
TOTAL VOLUME KERUK = 320.090.94 m3

### PARAMETER GEODETIK

MAP PROJECTION : UTM (ZONE 48 South)  
SPHEROID : WGS 84

Konsultan Perencana:

PT. REKA PRIMA CONSULTANS

Direktur Utama

Fachrudin Sidik, S.Sos., MM

**Team Leader**

Paizia M. ST

Diperiksa oleh

Kasubdisfaskon

Edhi Prasetya, S.T., M.M  
Kolonel Laut (T) NRP 10371/P

Kasubdisfasdukmat

Hendri Kitris Merisa, S.T.  
Kolonel Laut (T) NRP 13323/P

Disetujui oleh  
Kepala Disfaslanal  
Selaku PPK

ttd

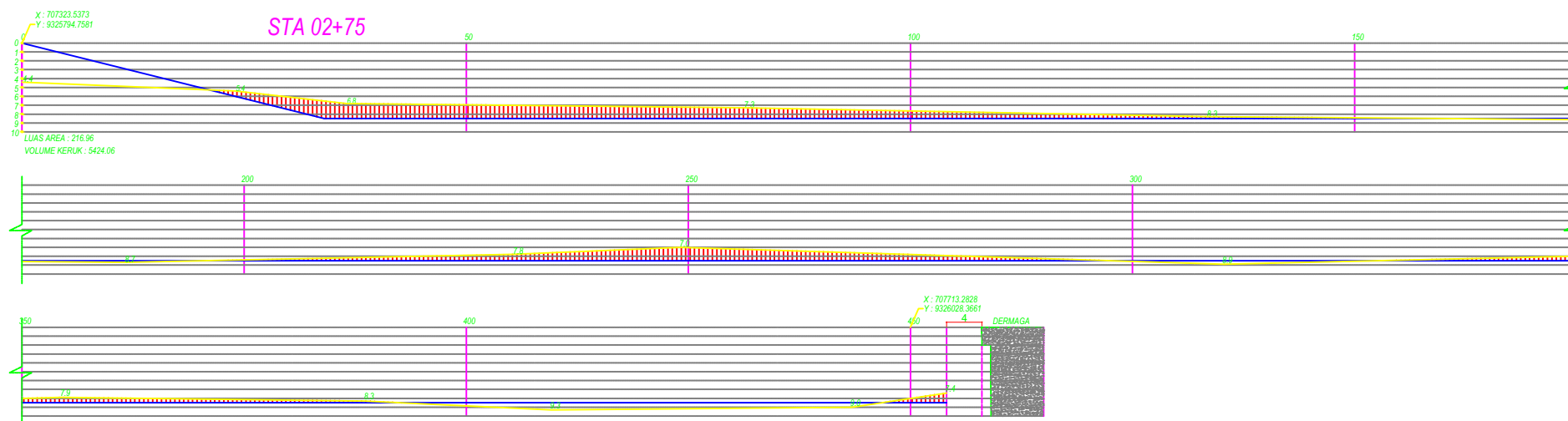
**Agus Santoso, S.E.**  
**Laksamana Pertama TNI**

Judul Gambar:

## DETAIL SECTION

| SKALA | NO. GAMBAR | KODE |
|-------|------------|------|
|-------|------------|------|

1 : 100





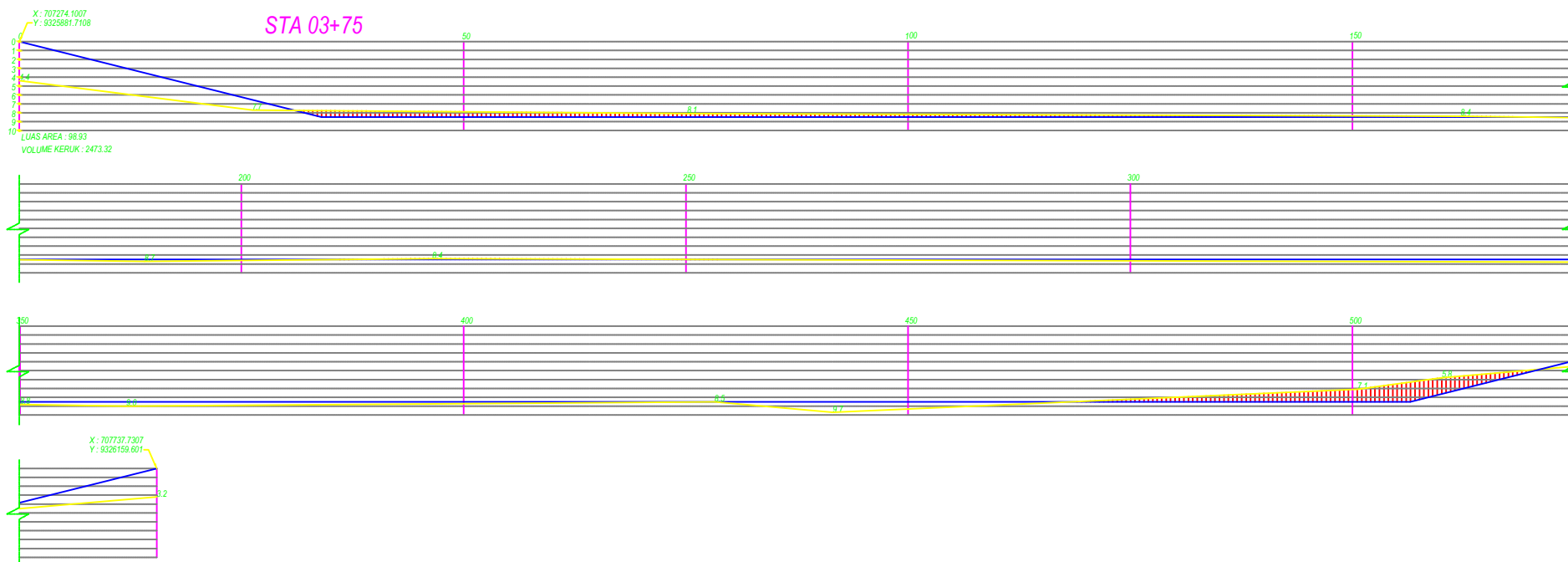


Kegiatan:  
PERENCANAAN KONSTRUKSI  
PENGKERUKAN KOLAM DERMAGA  
PONDOK DAYUNG

**Keterangan:**  
TOTAL KARANG = 25.485,62 m3  
TOTAL LUMPUR = 294.604,94 m3  
TOTAL VOLUME KERUK = 320.090,94 m3

### PARAMETER GEODETIK

MAP PROJECTION : UTM (ZONE 48 South)  
SPHEROID : WGS 84



Konsultan Perencana:

PT. REKA PRIMA CONSULTANS

Direktur Utama

Fachrudin Sidik, S.Sos., MM

**Team Leader**

Paizia M. ST

Diperiksa oleh

Kasubdisfaskon

Edhi Prasetya, S.T., M.M  
Kolonel Laut (T) NRP 10371/P

**Kasubdisfasdukmat**

Hendri Kitris Merisa, S.T.  
Kolonel Laut (T) NRP 13323/P

Disetujui oleh  
Kepala Disfaslanal  
Selaku PPK

ttd

**Agus Santoso, S.E.**  
**Laksamana Pertama TNI**

Judul Gambar:

## DETAIL SECTION

|         |            |      |
|---------|------------|------|
| SKALA   | NO. GAMBAR | KODE |
| 1 : 100 |            |      |

MARKAS BESAR ANGKATAN LAUT  
DINAS FASILITAS PANGKALAN

Kegiatan:  
PERENCANAAN KONSTRUKSI  
PENGKERUKAN KOLAM DERMAGA  
PONDOK DAYUNG

**Keterangan:**  
TOTAL KARANG = 25.485,62 m3  
TOTAL LUMPUR = 294.604,94 m3  
TOTAL VOLUME KERUK = 320.090,94 m3

### PARAMETER GEODETIK

MAP PROJECTION : UTM (ZONE 48 South)  
SPHEROID : WGS 84

Konsultan Perencana:

REKA PRIM

PT. REKA PRIMA CONSULTANS

Direktur Utama

Fachrudin Sidik, S.Sos., MM

**Team Leader**

**Paulia M. ST**

Diperiksa oleh

Kasubdisfaskon

Edhi Prasetya, S.T., M.M  
Kolonel Laut (T) NRP 10371/P

Kasubdisfasdukmat

Hendri Kitris Merisa, S.T.  
Kolonel Laut (T) NRP 13323/P

Disetujui oleh

Disetujui oleh  
Kepala Disfaslanal  
Selaku PPK

ttd

**Agus Santoso, S.E.**  
**Laksamana Pertama TNI**

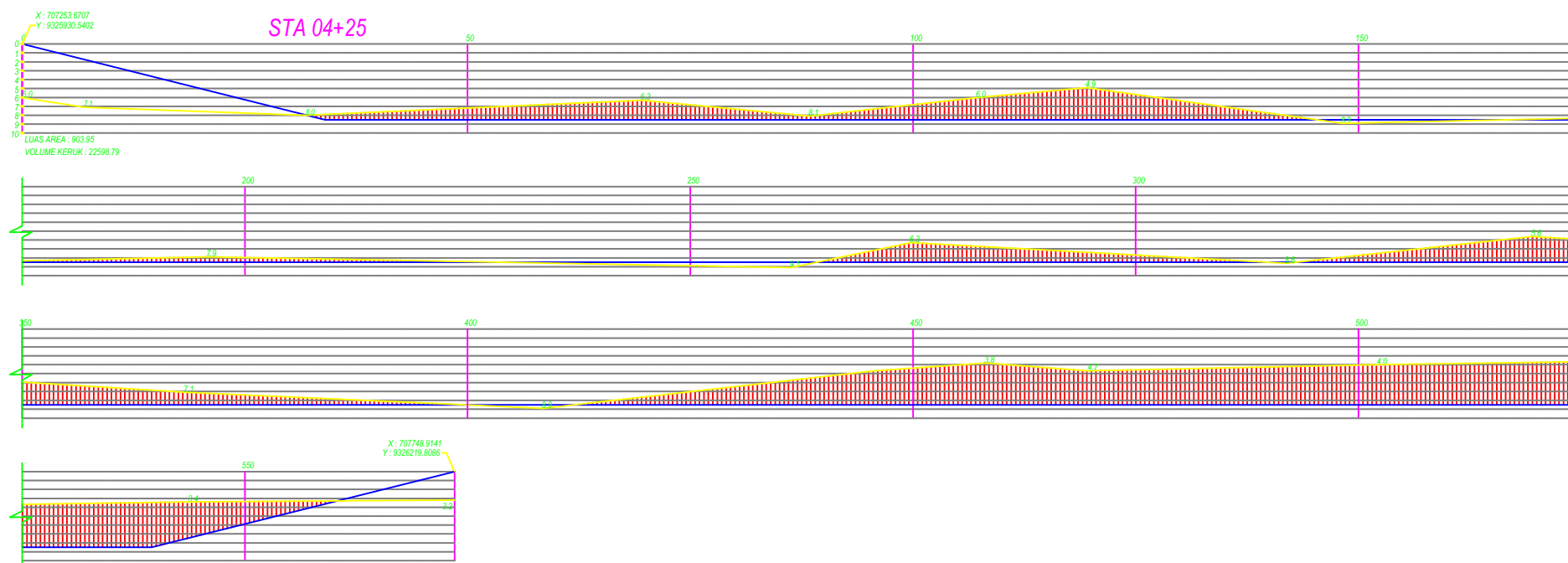
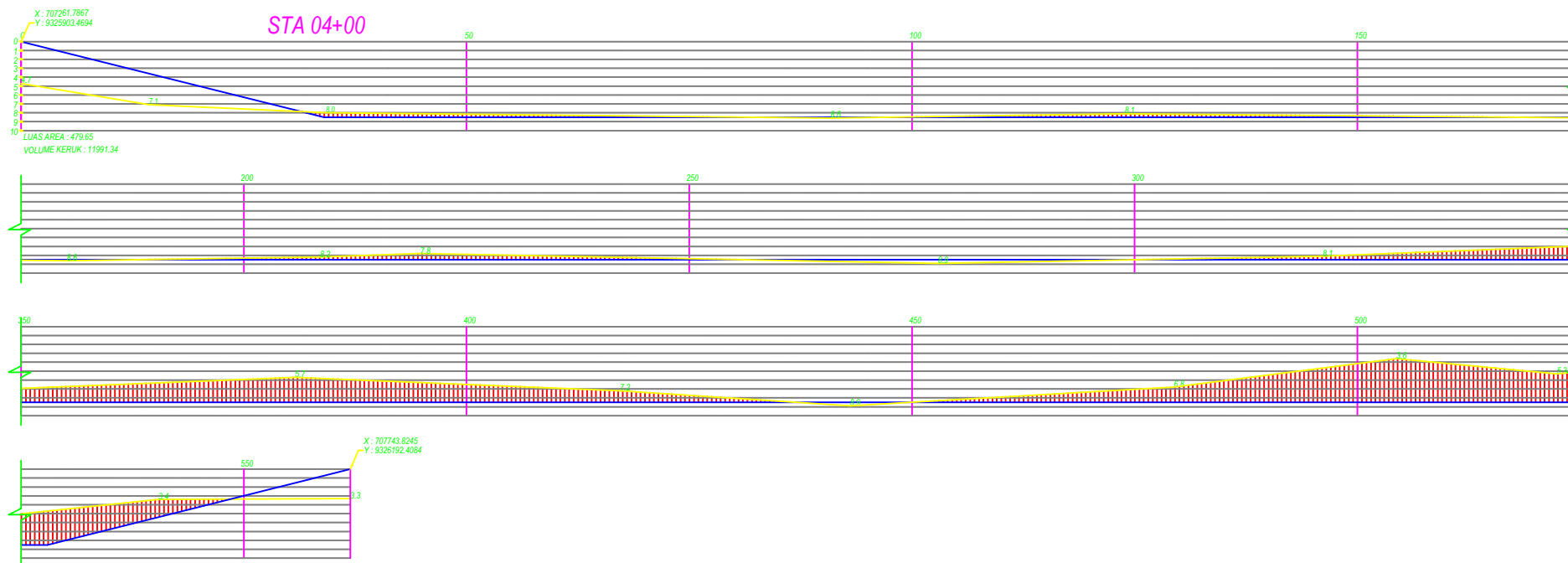
Judul Gambar:

## DETAIL SECTION

|       |
|-------|
| SKALA |
|-------|

|            |
|------------|
| NO. GAMBAR |
|------------|

| KODE |
|------|
|------|





MARKAS BESAR ANGKATAN LAUT  
DINAS FASILITAS PANGKALAN

Kegiatan:  
**PERENCANAAN KONSTRUKSI  
PENGURUKAN KOLAM DERMAGA  
PONDOK DAYUNG**

Keterangan:  
TOTAL KARANG = 25.485,62 m<sup>3</sup>  
TOTAL LUMPUR = 294.604,94 m<sup>3</sup>  
TOTAL VOLUME KERUK = 320.090,94 m<sup>3</sup>

**PARAMETER GEODETIK**

MAP PROJECTION : UTM (ZONE 48 South)  
SPHEROID : WGS 84

Konsultan Perencana:

**REKA PRIMA**

PT. REKA PRIMA CONSULTANS

Direktur Utama

Fachrudin Sidiq, S.Sos., MM

Team Leader

**Paizia M, ST**

Diperiksa oleh

Kasubdisfaskon

Edhi Prasetya, S.T., M.M  
Kolonel Laut (T) NRP 10371/P

Kasubdisfasdukmat

Hendri Kitris Merisa, S.T.  
Kolonel Laut (T) NRP 13323/P

Disetujui oleh  
Kepala Disfaslanal  
Selaku PPK

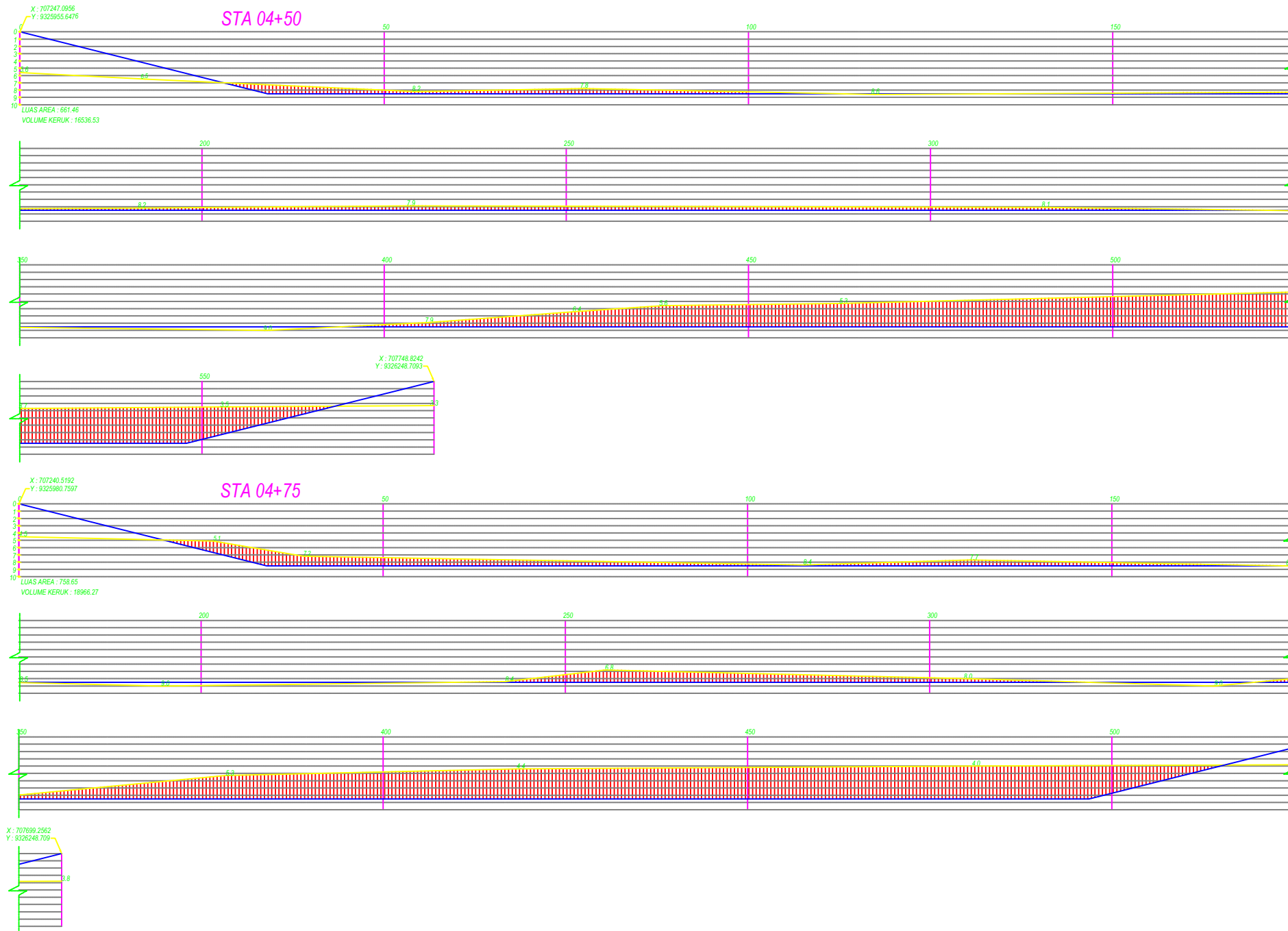
ttd

Agus Santoso, S.E.  
Laksamana Pertama TNI

Judul Gambar:

**DETAIL SECTION**

| SKALA   | NO. GAMBAR | KODE |
|---------|------------|------|
| 1 : 100 |            |      |





Kegiatan:  
PERENCANAAN KONSTRUKSI  
PENGURUKAN KOLAM DERMAGA  
PONDOK DAYUNG

**Keterangan:**  
TOTAL KARANG = 25.485,62 m3  
TOTAL LUMPUR = 294.604,94 m3  
TOTAL VOLUME KERUK = 320.090,94 m3

### PARAMETER GEODETIK

MAP PROJECTION : UTM (ZONE 48 South)  
SPHEROID : WGS 84

**Konsultan Perencana:**



Direktur Utama

Fachrudin Sidik, S.Sos., MM

**Team Leader**

**Paizia M. ST**

Diperiksa oleh

### Kasubdisfaskon

**Edhi Prasetya, S.T., M.M**  
**Kolonel Laut (T) NRP 10371/P**  
**Kasubdisfasdukmat**

Hendri Kitris Merisa, S.T.  
Kolonel Laut (T) NRP 13323/P

Disetujui oleh  
Kepala Disfaslanal  
Selaku PPK

ttd

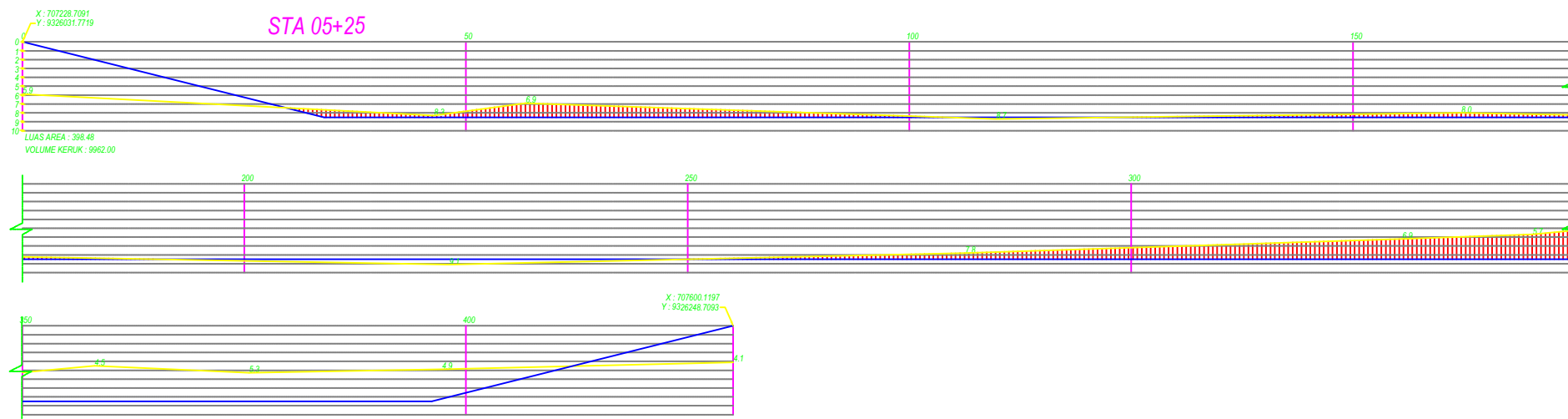
**Agus Santoso, S.E.**  
**Laksamana Pertama TNI**

Judul Gambar:

## DETAIL SECTION

|       |            |      |
|-------|------------|------|
| SKALA | NO. GAMBAR | KODE |
|-------|------------|------|

1 : 100



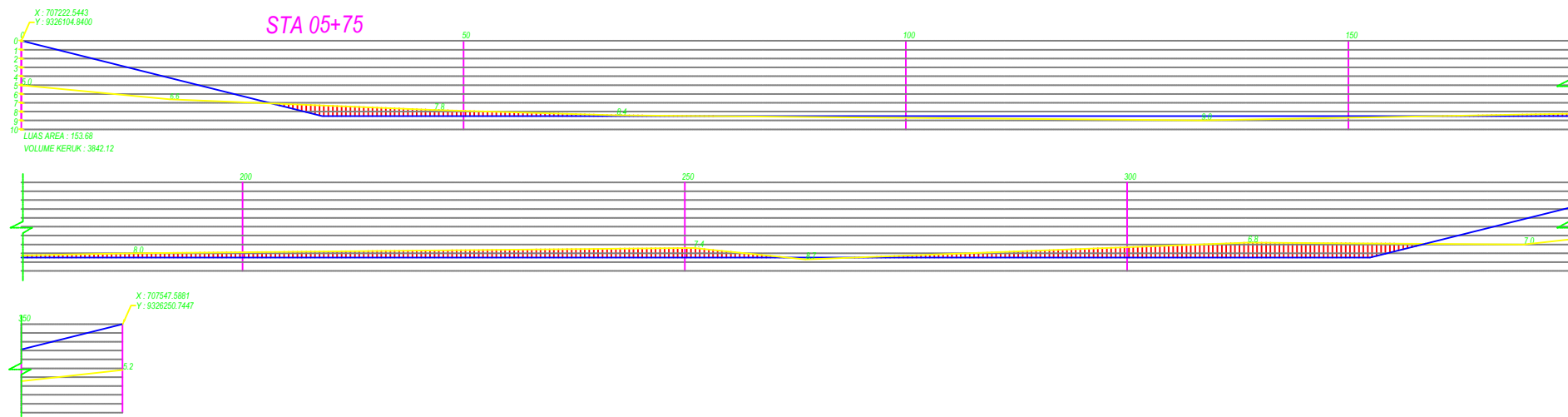


Kegiatan:  
PERENCANAAN KONSTRUKSI  
PENGKERUKAN KOLAM DERMAGA  
PONDOK DAYUNG

**Keterangan:**  
TOTAL KARANG = 25.485,62 m<sup>3</sup>  
TOTAL LUMPUR = 294.604,94 m<sup>3</sup>  
TOTAL VOLUME KERUK = 320.090,94 m<sup>3</sup>

### PARAMETER GEODETIK

MAP PROJECTION : UTM (ZONE 48 South)  
SPHEROID : WGS 84



Konsultan Perencana:

REKA PRIMA

PT. REKA PRIMA CONSULTANS

Direktur Utama

Fachrudin Sidik, S.Sos., MM

Team Leader

Paizia M. ST

Kasubdisfaskon

Edhi Prasetya, S.T., M.M  
Kolonel Laut (T) NRP 10371/P

Kasubdisfasdukmat

Hendri Kitris Merisa, S.T.  
Kolonel Laut (T) NRP 13323/P

Disetujui oleh  
Kepala Disfaslan  
Selaku PPK

ttd

Agus Santoso, S.E.  
Laksamana Pertama TNI

Judul Gambar:

## DETAIL SECTION

|         |            |      |
|---------|------------|------|
| SKALA   | NO. GAMBAR | KODE |
| 1 : 100 |            |      |



MARKAS BESAR ANGKATAN LAUT  
DINAS FASILITAS PANGKALAN

Kegiatan:  
**PERENCANAAN KONSTRUKSI  
PENGURUKAN KOLAM DERMAGA  
PONDOK DAYUNG**

Keterangan:  
TOTAL KARANG = 25.485,62 m<sup>3</sup>  
TOTAL LUMPUR = 294.604,94 m<sup>3</sup>  
TOTAL VOLUME KERUK = 320.090,94 m<sup>3</sup>

PARAMETER GEODETIK

MAP PROJECTION : UTM (ZONE 48 South)  
SPHEROID : WGS 84

Konsultan Perencana:



PT. REKA PRIMA CONSULTANS

Direktur Utama

Fachrudin Sidiq, S.Sos., MM

Team Leader

*[Signature]*  
Fauzia M, ST

Diperiksa oleh

Kasubdisfaskon

Edhi Prasetya, S.T., M.M  
Kolonel Laut (T) NRP 10371/P

Kasubdisfasdukmat

Hendri Kitris Merisa, S.T.  
Kolonel Laut (T) NRP 13323/P

Disetujui oleh  
Kepala Disfaslanal  
Selaku PPK

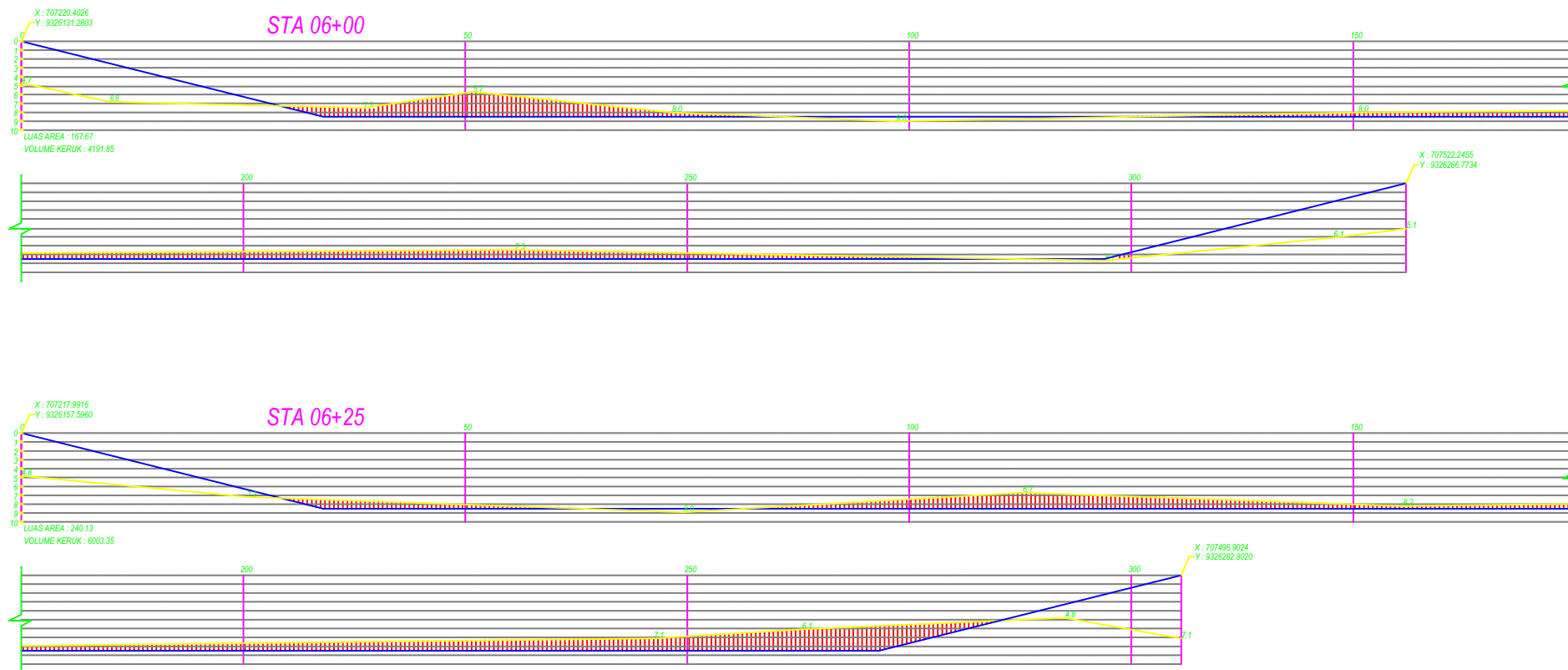
ttd

Agus Santoso, S.E.  
Laksamana Pertama TNI

Judul Gambar:

**DETAIL SECTION**

| SKALA   | NO. GAMBAR | KODE |
|---------|------------|------|
| 1 : 100 |            |      |





MARKAS BESAR ANGKATAN LAUT  
DINAS FASILITAS PANGKALAN

Kegiatan:  
**PERENCANAAN KONSTRUKSI  
PENGURUKAN KOLAM DERMAGA  
PONDOK DAYUNG**

Keterangan:  
TOTAL KARANG = 25.485,62 m<sup>3</sup>  
TOTAL LUMPUR = 294.604,94 m<sup>3</sup>  
TOTAL VOLUME KERUK = 320.090,94 m<sup>3</sup>

**PARAMETER GEODETIK**

MAP PROJECTION : UTM (ZONE 48 South)  
SPHEROID : WGS 84

Konsultan Perencana:



PT. REKA PRIMA CONSULTANS

Direktur Utama

Fachrudin Sidiq, S.Sos., MM

Team Leader

*[Signature]*  
Fauzia M, ST

Diperiksa oleh

Kasubdisfaskon

Edhi Prasetya, S.T., M.M  
Kolonel Laut (T) NRP 10371/P

Kasubdisfasdukmat

Hendri Kitris Merisa, S.T.  
Kolonel Laut (T) NRP 13323/P

Disetujui oleh  
Kepala Disfaslanal  
Selaku PPK

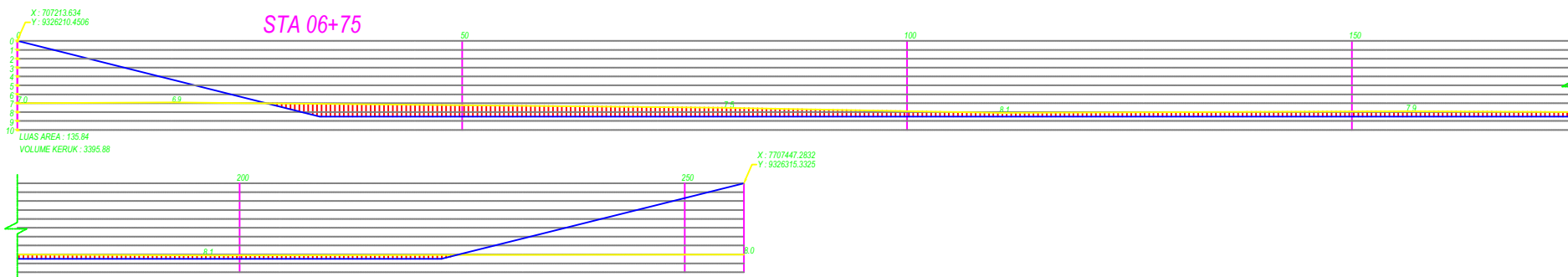
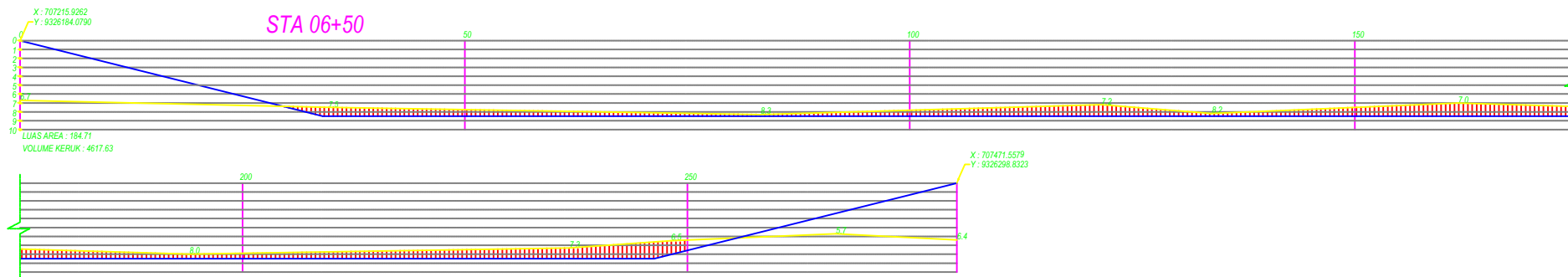
ttd

Agus Santoso, S.E.  
Laksamana Pertama TNI

Judul Gambar:

**DETAIL SECTION**

| SKALA   | NO. GAMBAR | KODE |
|---------|------------|------|
| 1 : 100 |            |      |





MARKAS BESAR ANGKATAN LAUT  
DINAS FASILITAS PANGKALAN

Kegiatan:  
**PERENCANAAN KONSTRUKSI  
PENGURUKAN KOLAM DERMAGA  
PONDOK DAYUNG**

Keterangan:  
TOTAL KARANG = 25.485,62 m3  
TOTAL LUMPUR = 294.604,94 m3  
TOTAL VOLUME KERUK = 320.090,94 m3

PARAMETER GEODETIK

MAP PROJECTION : UTM (ZONE 48 South)  
SPHEROID : WGS 84

Konsultan Perencana:



PT. REKA PRIMA CONSULTANS

Direktur Utama

Fachrudin Sidiq, S.Sos., MM

Team Leader

Fauzia M. ST

Diperiksa oleh

Kasubdisfaskon

Edhi Prasetya, S.T., M.M  
Kolonel Laut (T) NRP 10371/P

Kasubdisfasdukmat

Hendri Kitris Merisa, S.T.  
Kolonel Laut (T) NRP 13323/P

Disetujui oleh  
Kepala Disfaslanal  
Selaku PPK

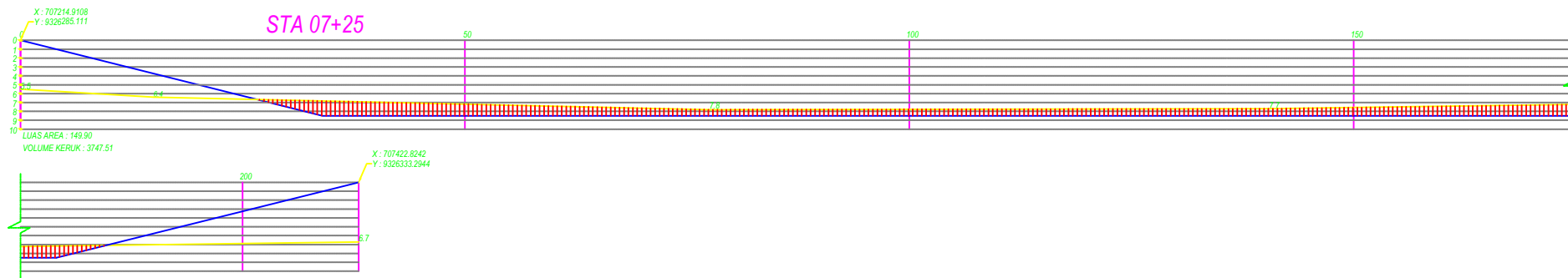
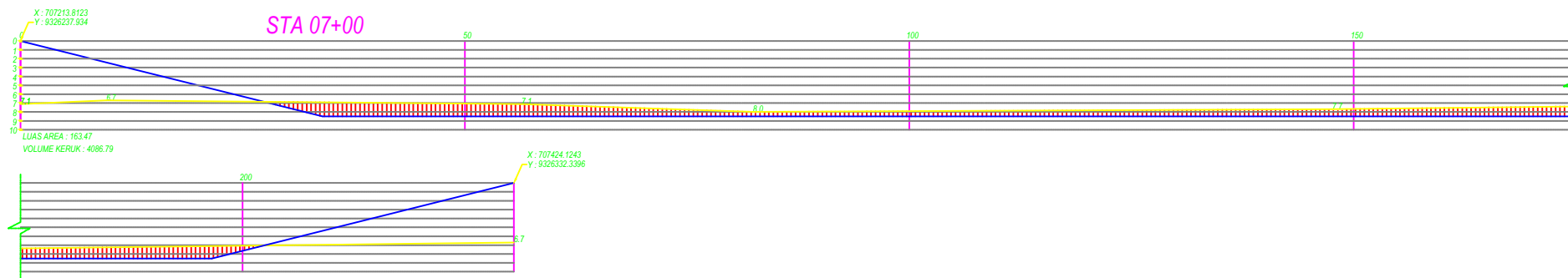
ttd

Agus Santoso, S.E.  
Laksamana Pertama TNI

Judul Gambar:

**DETAIL SECTION**

| SKALA   | NO. GAMBAR | KODE |
|---------|------------|------|
| 1 : 100 |            |      |





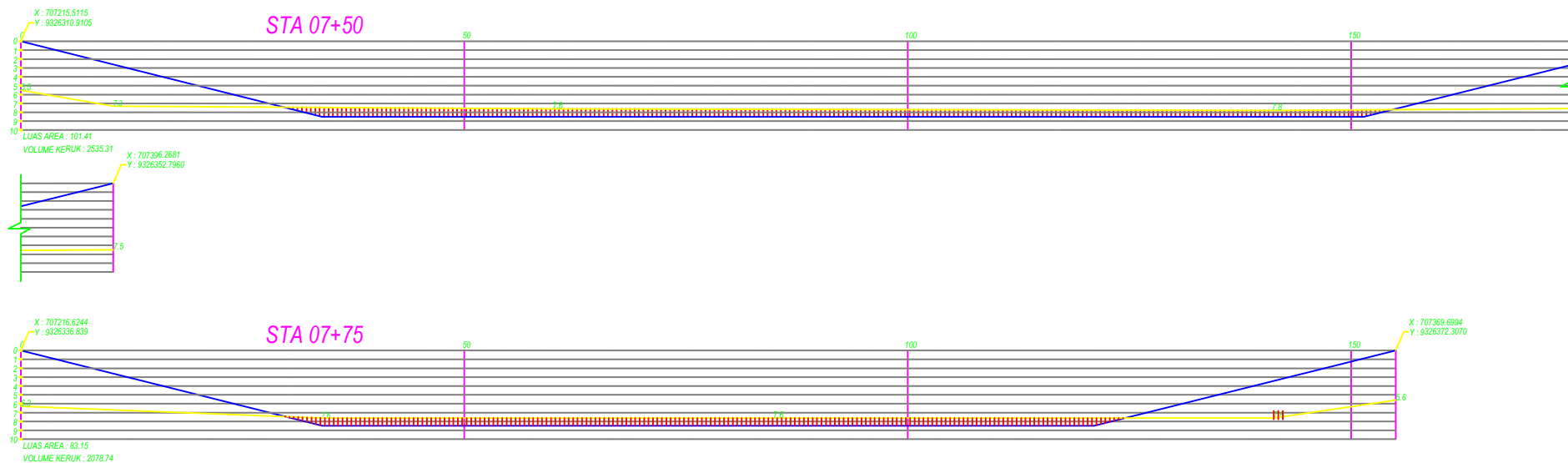
MARKAS BESAR ANGKATAN LAUT  
DINAS FASILITAS PANGKALAN

Kegiatan:  
**PERENCANAAN KONSTRUKSI  
PENGURUKAN KOLAM DERMAGA  
PONDOK DAYUNG**

Keterangan:  
TOTAL KARANG = 25.485,62 m<sup>3</sup>  
TOTAL LUMPUR = 294.604,94 m<sup>3</sup>  
TOTAL VOLUME KERUK = 320.090,94 m<sup>3</sup>

**PARAMETER GEODETIK**

MAP PROJECTION : UTM (ZONE 48 South)  
SPHEROID : WGS 84



Konsultan Perencana:



**PT. REKA PRIMA CONSULTANS**

Direktur Utama

Fachrudin Sidiq, S.Sos., MM

Team Leader

Muzia M, ST

Diperiksa oleh

Kasubdisfaskon

Edhi Prasetya, S.T., M.M  
Kolonel Laut (T) NRP 10371/P

Kasubdisfasdukmat

Hendri Kitris Merisa, S.T.  
Kolonel Laut (T) NRP 13323/P

Disetujui oleh  
Kepala Disfaslanal  
Selaku PPK

ttd

Agus Santoso, S.E.  
Laksamana Pertama TNI

Judul Gambar:

**DETAIL SECTION**

| SKALA   | NO. GAMBAR | KODE |
|---------|------------|------|
| 1 : 100 |            |      |



MARKAS BESAR ANGKATAN LAUT  
DINAS FASILITAS PANGKALAN

Kegiatan:  
PERENCANAAN KONSTRUKSI  
PENGERUKAN KOLAM DERMAGA  
PONDOK DAYUNG

Keterangan:  
TOTAL KARANG = 25.485,62 m3  
TOTAL LUMPUR = 294.604,94 m3  
TOTAL VOLUME KERUK = 320.090,94 m3

PARAMETER GEODETIK  
MAP PROJECTION : UTM (ZONE 48 South)  
SPHEROID : WGS 84

Konsultan Perencana:



PT. REKA PRIMA CONSULTANS

Direktur Utama

Fachrudin Sidik, S.Sos., MM

Team Leader

Pauzia M, ST

Diperiksa oleh

Kasubdisfaskon

Edhi Prasetya, S.T., M.M  
Kolonel Laut (T) NRP 10371/P

Kasubdisfasdukmat

Hendri Kitris Merisa, S.T.  
Kolonel Laut (T) NRP 13323/P

Disetujui oleh  
Kepala Disfaslanal  
Selaku PPK

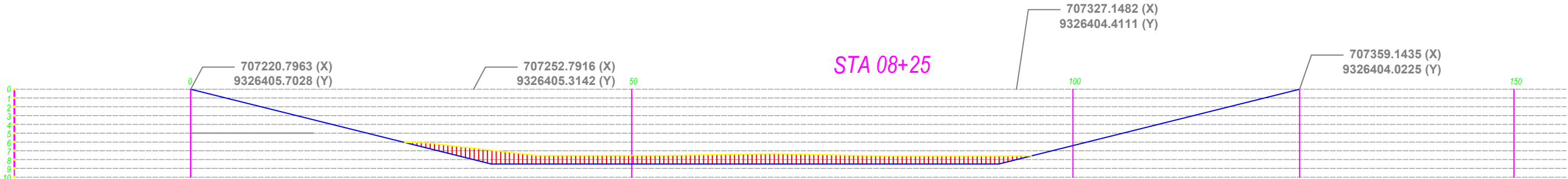
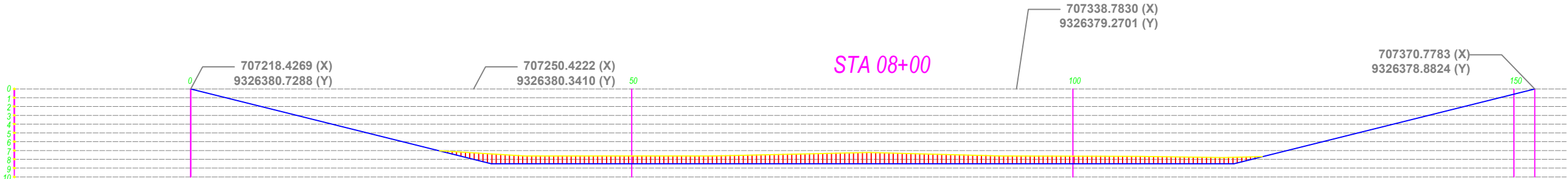
ttd

Agus Santoso, S.E.  
Laksamana Pertama TNI

Judul Gambar:

DETAIL SECTION

| SKALA   | NO. GAMBAR | KODE |
|---------|------------|------|
| 1 : 100 |            |      |







MARKAS BESAR ANGKATAN LAUT  
DINAS FASILITAS PANGKALAN

Kegiatan:  
**PERENCANAAN KONSTRUKSI  
PENGERUKAN KOLAM DERMAGA  
PONDOK DAYUNG**

Keterangan:  
TOTAL KARANG = 25.485,62 m3  
TOTAL LUMPUR = 294.604,94 m3  
TOTAL VOLUME KERUK = 320.090,94 m3

PARAMETER GEODETIK  
MAP PROJECTION : UTM (ZONE 48 South)  
SPHEROID : WGS 84

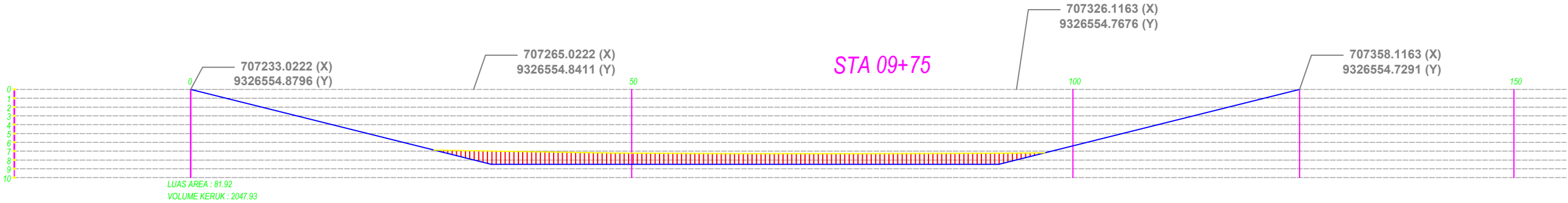
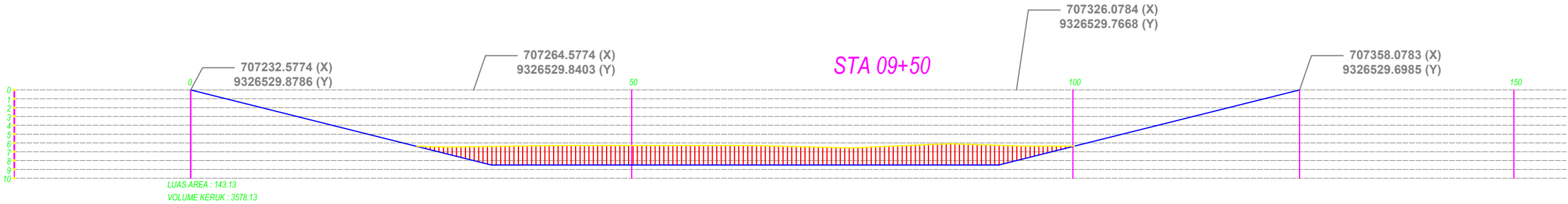
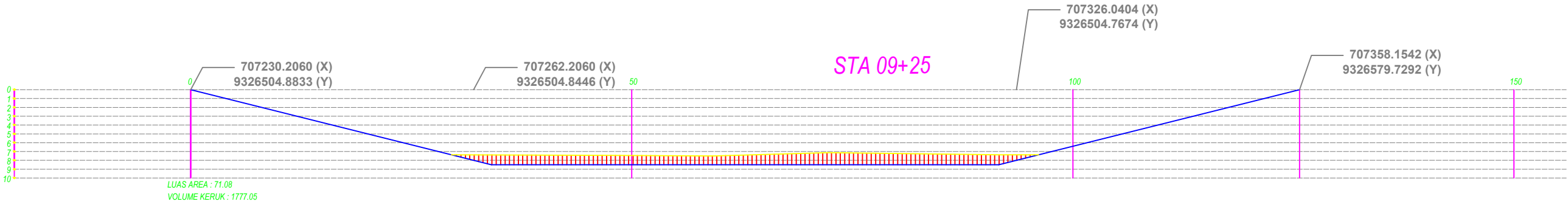
Konsultan Perencana:  
**REKA PRIMA**  
PT. REKA PRIMA CONSULTANS  
Direktur Utama  
  
Fachrudin Sidik, S.Sos., MM  
Team Leader  
  
Fauzia M, ST

Diperiksa oleh  
Kasubdisfaskon  
  
Edhi Prasetya, S.T., M.M  
Kolonel Laut (T) NRP 10371/P  
Kasubdisfasdukmat

Hendri Kitris Merisa, S.T.  
Kolonel Laut (T) NRP 13323/P  
Disetujui oleh  
Kepala Disfaslanal  
Selaku PPK  
  
ttd  
Agus Santoso, S.E.  
Laksamana Pertama TNI

Judul Gambar:  
**DETAIL SECTION**  

| SKALA   | NO. GAMBAR | KODE |
|---------|------------|------|
| 1 : 100 |            |      |



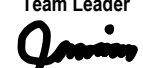


MARKAS BESAR ANGKATAN LAUT  
DINAS FASILITAS PANGKALAN

Kegiatan:  
**PERENCANAAN KONSTRUKSI  
PENGERUKAN KOLAM DERMAGA  
PONDOK DAYUNG**

Keterangan:  
TOTAL KARANG = 25.485,62 m3  
TOTAL LUMPUR = 294.604,94 m3  
TOTAL VOLUME KERUK = 320.090,94 m3

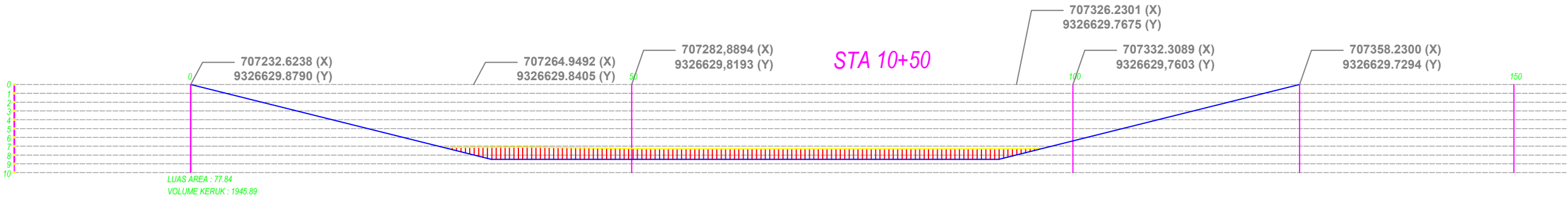
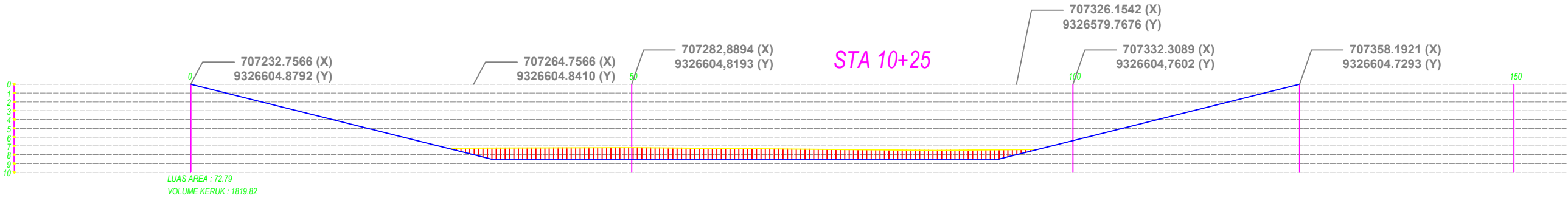
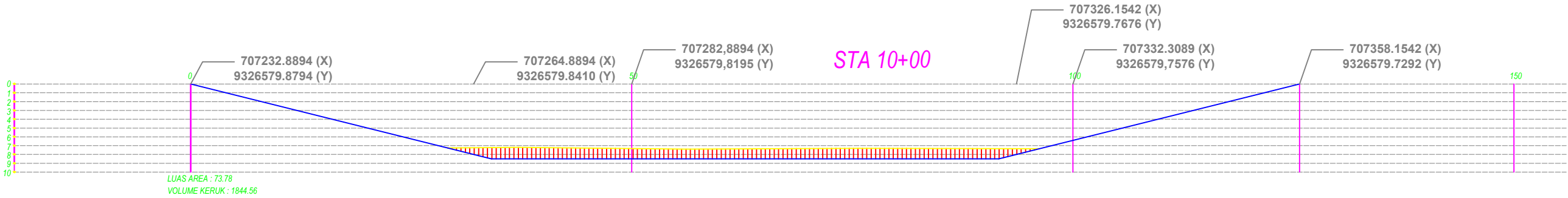
PARAMETER GEODETIK  
MAP PROJECTION : UTM (ZONE 48 South)  
SPHEROID : WGS 84

Konsultan Perencana:  
**REKA PRIMA**  
PT. REKA PRIMA CONSULTANS  
Direktur Utama  
  
Fachrudin Sidik, S.Sos., MM  
Team Leader  
  
Fauzia M, ST

Diperiksa oleh  
Kasubdisfaskon  
  
Edhi Prasetya, S.T., M.M  
Kolonel Laut (T) NRP 10371/P  
Kasubdisfasdukmat

Hendri Kitris Merisa, S.T.  
Kolonel Laut (T) NRP 13323/P  
Disetujui oleh  
Kepala Disfaslanal  
Selaku PPK  
  
ttd  
Agus Santoso, S.E.  
Laksamana Pertama TNI

Judul Gambar:  
**DETAIL SECTION**  
SKALA NO. GAMBAR KODE  
1 : 100





MARKAS BESAR ANGKATAN LAUT  
DINAS FASILITAS PANGKALAN

Kegiatan:  
**PERENCANAAN KONSTRUKSI  
PENGERUKAN KOLAM DERMAGA  
PONDOK DAYUNG**

Keterangan:  
TOTAL KARANG = 25.485,62 m3  
TOTAL LUMPUR = 294.604,94 m3  
TOTAL VOLUME KERUK = 320.090,94 m3

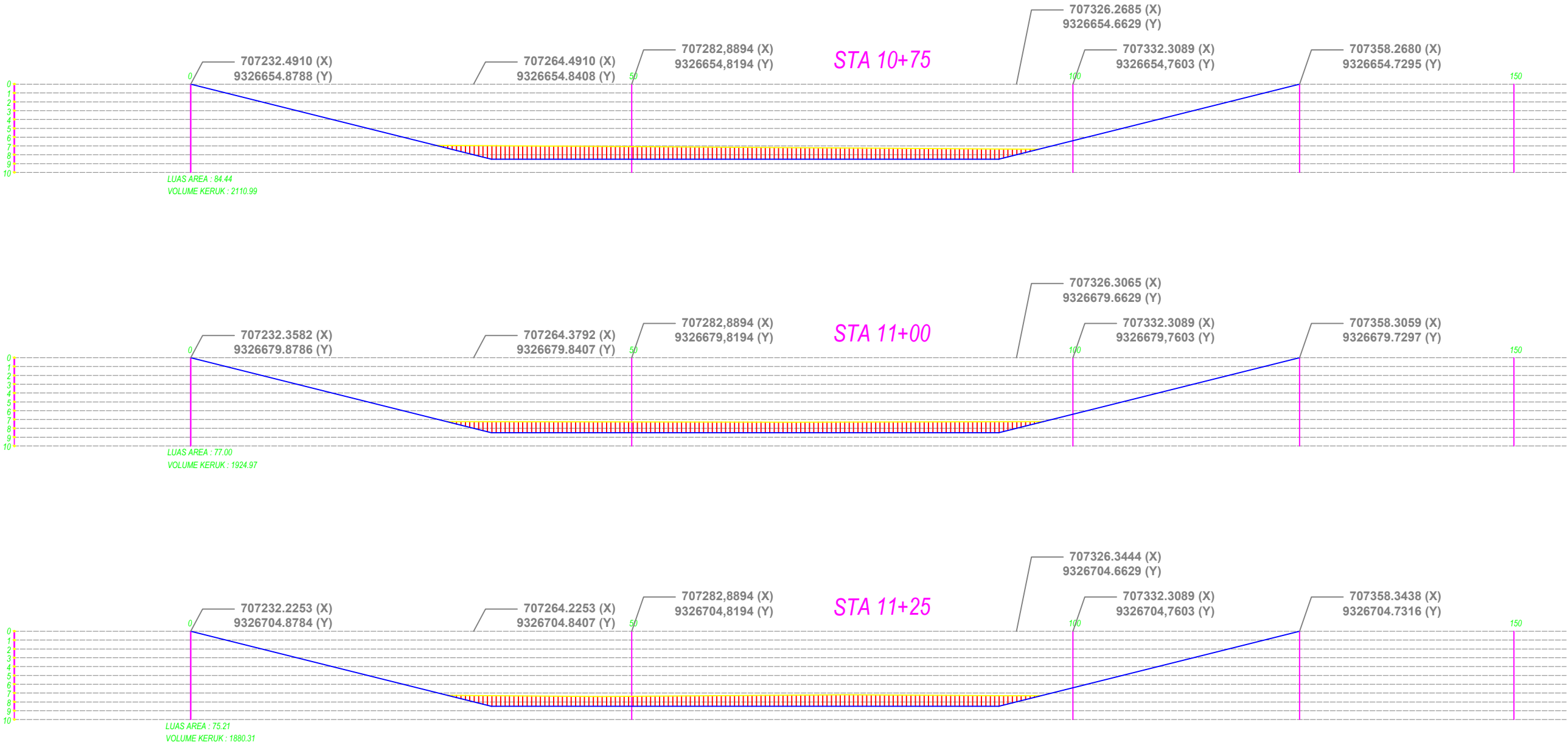
PARAMETER GEODETIK  
MAP PROJECTION : UTM (ZONE 48 South)  
SPHEROID : WGS 84

Konsultan Perencana:  
**REKA PRIMA**  
PT. REKA PRIMA CONSULTANS  
Direktur Utama  
  
Fachrudin Sidik, S.Sos., MM  
Team Leader  
  
Fauzia M, ST

Diperiksa oleh  
Kasubdisfaskon  
  
Edhi Prasetya, S.T., M.M  
Kolonel Laut (T) NRP 10371/P  
Kasubdisfasdukmat

Hendri Kitris Merisa, S.T.  
Kolonel Laut (T) NRP 13323/P  
Disetujui oleh  
Kepala Disfaslanal  
Selaku PPK  
  
ttd  
Agus Santoso, S.E.  
Laksamana Pertama TNI

Judul Gambar:  
**DETAIL SECTION**  
SKALA NO. GAMBAR KODE  
1 : 100





MARKAS BESAR ANGKATAN LAUT  
DINAS FASILITAS PANGKALAN

Kegiatan:  
PERENCANAAN KONSTRUKSI  
PENGGERUKAN KOLAM DERMAGA  
PONDOK DAYUNG

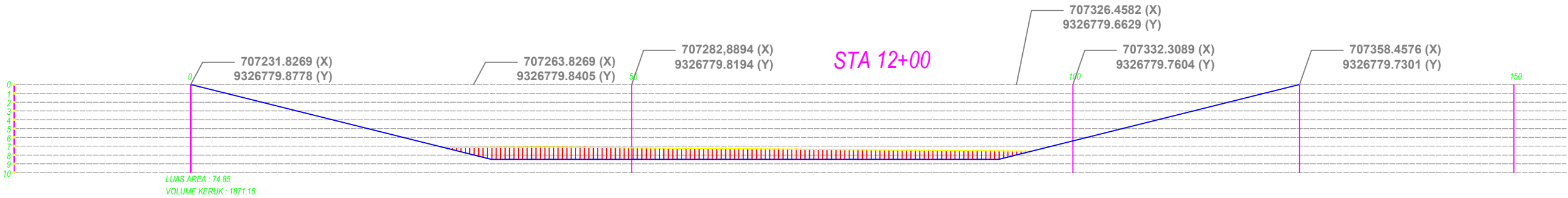
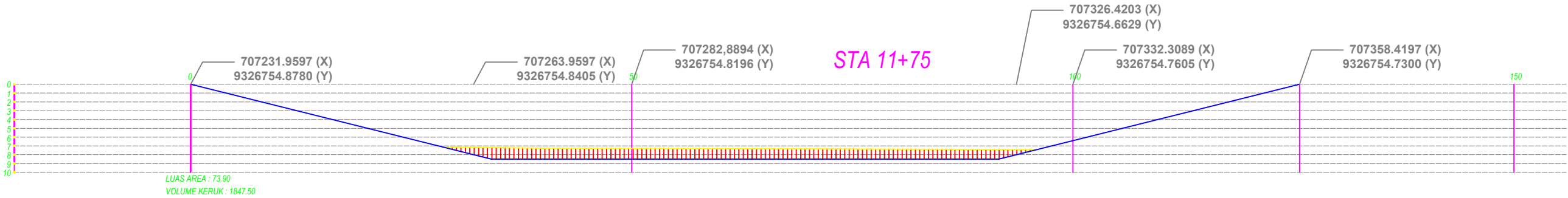
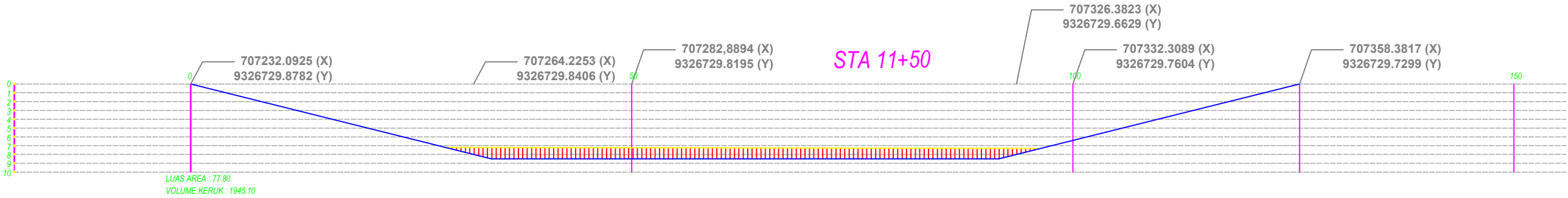
Keterangan:  
TOTAL KARANG = 25.485,62 m3  
TOTAL LUMPUR = 294.604,94 m3  
TOTAL VOLUME KERUK = 320.090,94 m3

PARAMETER GEODETIK  
MAP PROJECTION : UTM (ZONE 48 South)  
SPHEROID : WGS 84

Konsultan Perencana:  
**REKA PRIMA**  
PT. REKA PRIMA CONSULTANS  
Direktur Utama  
Fachrudin Sidik, S.Sos., MM  
Team Leader  
Fauzia M, ST

Diperiksa oleh  
Kasubdisfaskon  
Edhi Prasetya, S.T., M.M  
Kolonel Laut (T) NRP 10371/P  
Kasubdisfasdukmat  
Hendri Kitris Merisa, S.T.  
Kolonel Laut (T) NRP 13323/P  
Disetujui oleh  
Kepala Disfaslanal  
Selaku PPK  
ttd  
Agus Santoso, S.E.  
Laksamana Pertama TNI

Judul Gambar:  
**DETAIL SECTION**  
SKALA NO. GAMBAR KODE  
1 : 100





MARKAS BESAR ANGKATAN LAUT  
DINAS FASILITAS PANGKALAN

Kegiatan:  
**PERENCANAAN KONSTRUKSI  
PENGERUKAN KOLAM DERMAGA  
PONDOK DAYUNG**

Keterangan:  
TOTAL KARANG = 25.485,62 m3  
TOTAL LUMPUR = 294.604,94 m3  
TOTAL VOLUME KERUK = 320.090,94 m3

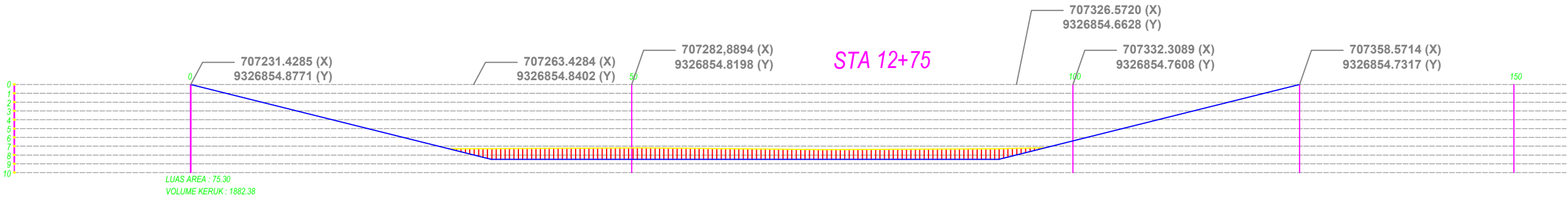
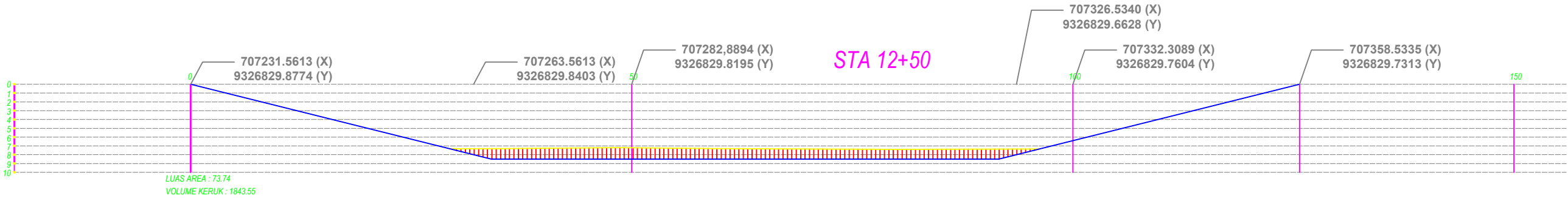
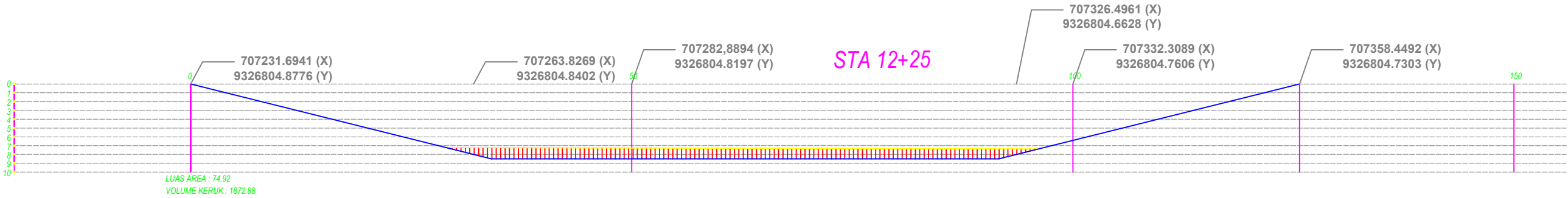
PARAMETER GEODETIK  
MAP PROJECTION : UTM (ZONE 48 South)  
SPHEROID : WGS 84

Konsultan Perencana:  
**REKA PRIMA**  
PT. REKA PRIMA CONSULTANS  
Direktur Utama  
  
Fachrudin Sidik, S.Sos., MM  
Team Leader  
  
Fauzia M, ST

Diperiksa oleh  
Kasubdisfaskon  
  
Edhi Prasetya, S.T., M.M  
Kolonel Laut (T) NRP 10371/P  
Kasubdisfasdukmat

Hendri Kitris Merisa, S.T.  
Kolonel Laut (T) NRP 13323/P  
Disetujui oleh  
Kepala Disfaslanal  
Selaku PPK  
  
ttd  
Agus Santoso, S.E.  
Laksamana Pertama TNI

Judul Gambar:  
**DETAIL SECTION**  
SKALA NO. GAMBAR KODE  
1 : 100



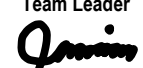


MARKAS BESAR ANGKATAN LAUT  
DINAS FASILITAS PANGKALAN

Kegiatan:  
**PERENCANAAN KONSTRUKSI  
PENGERUKAN KOLAM DERMAGA  
PONDOK DAYUNG**

Keterangan:  
TOTAL KARANG = 25.485,62 m3  
TOTAL LUMPUR = 294.604,94 m3  
TOTAL VOLUME KERUK = 320.090,94 m3

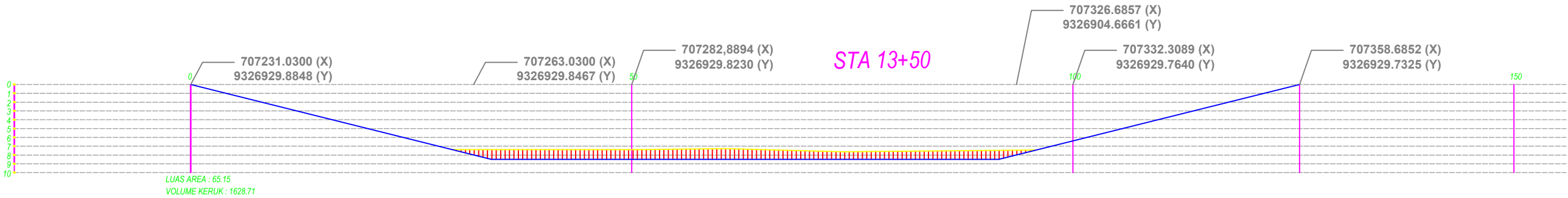
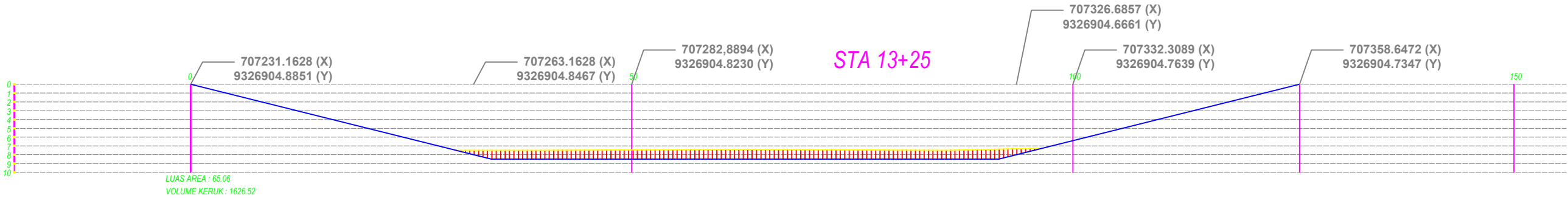
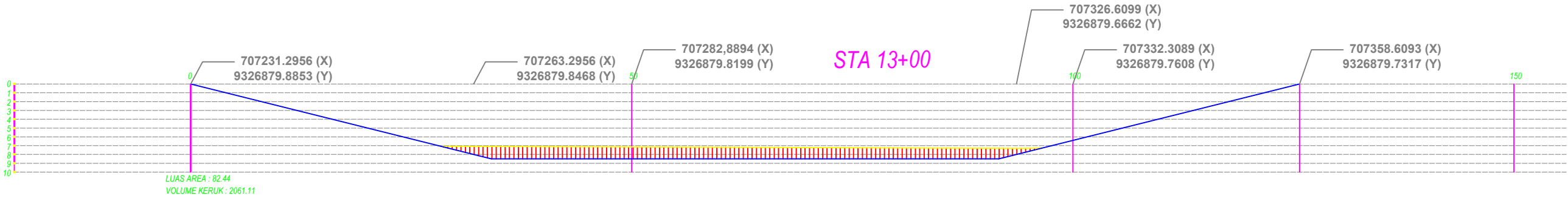
PARAMETER GEODETIK  
MAP PROJECTION : UTM (ZONE 48 South)  
SPHEROID : WGS 84

Konsultan Perencana:  
**REKA PRIMA**  
PT. REKA PRIMA CONSULTANS  
Direktur Utama  
  
Fachrudin Sidik, S.Sos., MM  
Team Leader  
  
Fauzia M, ST

Diperiksa oleh  
Kasubdisfaskon  
  
Edhi Prasetya, S.T., M.M  
Kolonel Laut (T) NRP 10371/P  
Kasubdisfasdukmat

Hendri Kitris Merisa, S.T.  
Kolonel Laut (T) NRP 13323/P  
Disetujui oleh  
Kepala Disfaslanal  
Selaku PPK  
  
ttd  
Agus Santoso, S.E.  
Laksamana Pertama TNI

Judul Gambar:  
**DETAIL SECTION**  
SKALA NO. GAMBAR KODE  
1 : 100





MARKAS BESAR ANGKATAN LAUT  
DINAS FASILITAS PANGKALAN

Kegiatan:  
**PERENCANAAN KONSTRUKSI  
PENGERUKAN KOLAM DERMAGA  
PONDOK DAYUNG**

Keterangan:  
TOTAL KARANG = 25.485,62 m3  
TOTAL LUMPUR = 294.604,94 m3  
TOTAL VOLUME KERUK = 320.090,94 m3

PARAMETER GEODETIK  
MAP PROJECTION : UTM (ZONE 48 South)  
SPHEROID : WGS 84

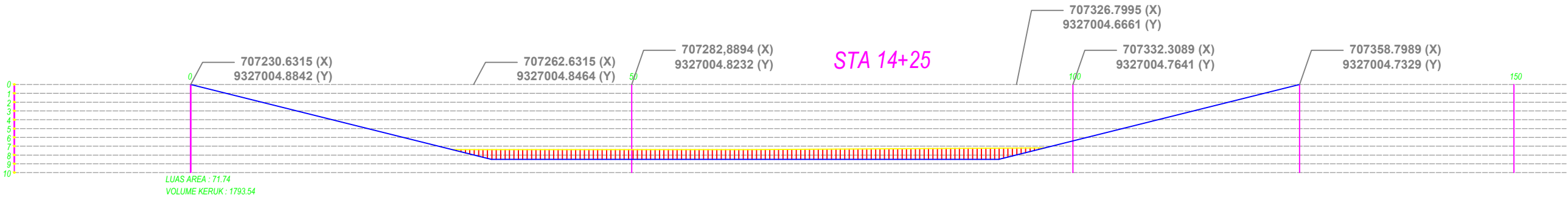
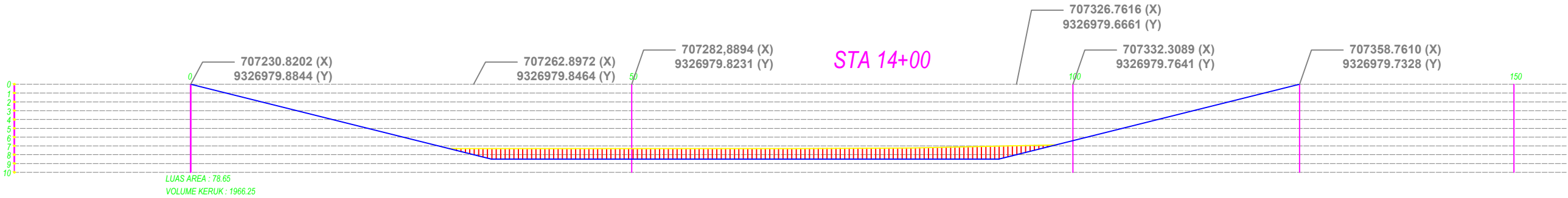
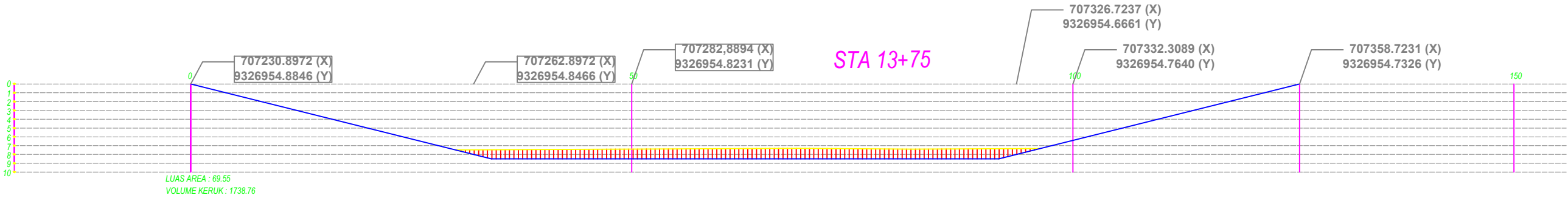
Konsultan Perencana:  
**REKA PRIMA**  
PT. REKA PRIMA CONSULTANS  
Direktur Utama  
*[Signature]*  
Fachrudin Sidik, S.Sos., MM  
Team Leader  
*[Signature]*  
Fauzia M, ST

Diperiksa oleh  
Kasubdisfaskon  
  
Edhi Prasetya, S.T., M.M  
Kolonel Laut (T) NRP 10371/P  
Kasubdisfasdukmat

Hendri Kitris Merisa, S.T.  
Kolonel Laut (T) NRP 13323/P  
Disetujui oleh  
Kepala Disfaslanal  
Selaku PPK  
  
ttd  
Agus Santoso, S.E.  
Laksamana Pertama TNI

Judul Gambar:  
**DETAIL SECTION**  

| SKALA   | NO. GAMBAR | KODE |
|---------|------------|------|
| 1 : 100 |            |      |





MARKAS BESAR ANGKATAN LAUT  
DINAS FASILITAS PANGKALAN

Kegiatan:  
**PERENCANAAN KONSTRUKSI  
PENGERUKAN KOLAM DERMAGA  
PONDOK DAYUNG**

Keterangan:  
TOTAL KARANG = 25.485,62 m3  
TOTAL LUMPUR = 294.604,94 m3  
TOTAL VOLUME KERUK = 320.090,94 m3

PARAMETER GEODETIK  
MAP PROJECTION : UTM (ZONE 48 South)  
SPHEROID : WGS 84

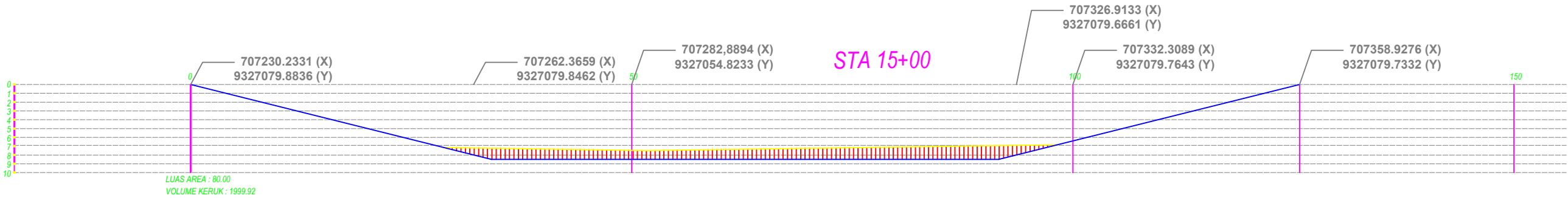
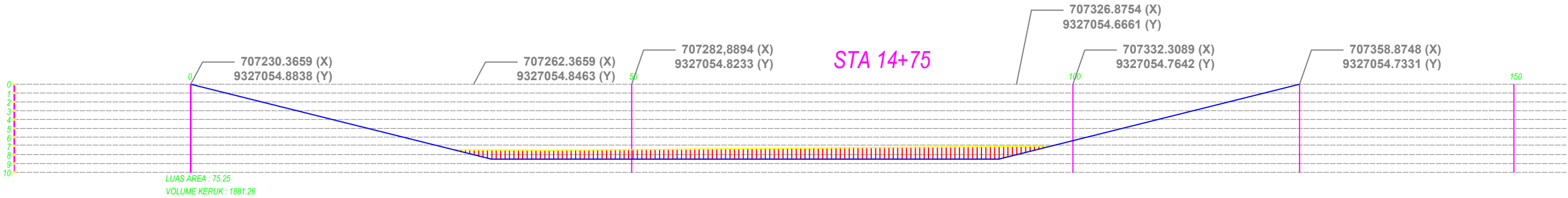
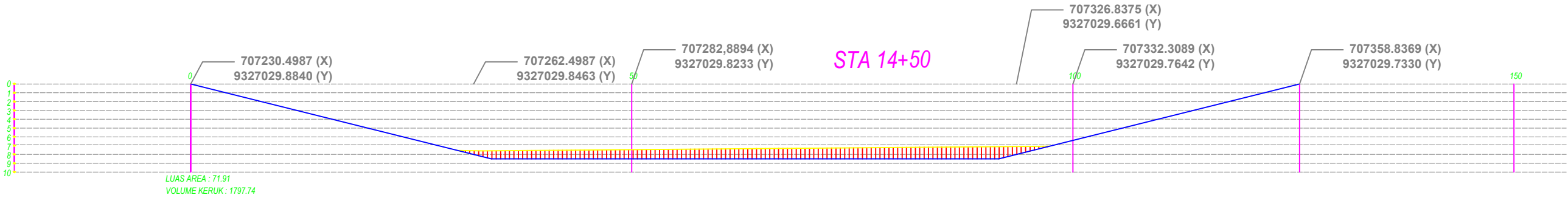
Konsultan Perencana:  
**REKA PRIMA**  
PT. REKA PRIMA CONSULTANS  
Direktur Utama  
  
Fachrudin Sidik, S.Sos., MM  
Team Leader  
  
Fauzia M, ST

Diperiksa oleh  
Kasubdisfaskon  
  
Edhi Prasetya, S.T., M.M  
Kolonel Laut (T) NRP 10371/P  
Kasubdisfasdukmat

Hendri Kitris Merisa, S.T.  
Kolonel Laut (T) NRP 13323/P  
Disetujui oleh  
Kepala Disfaslanal  
Selaku PPK  
  
ttd  
Agus Santoso, S.E.  
Laksamana Pertama TNI

Judul Gambar:  
**DETAIL SECTION**  

| SKALA   | NO. GAMBAR | KODE |
|---------|------------|------|
| 1 : 100 |            |      |





MARKAS BESAR ANGKATAN LAUT  
DINAS FASILITAS PANGKALAN

Kegiatan:  
**PERENCANAAN KONSTRUKSI  
PENGURUKAN KOLAM DERMAGA  
PONDOK DAYUNG**

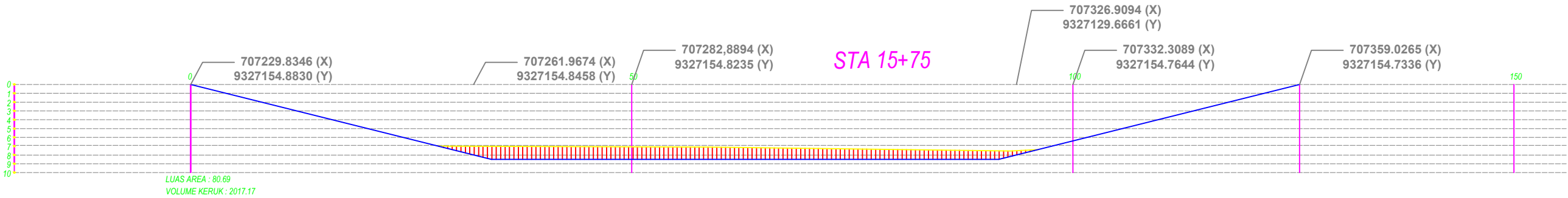
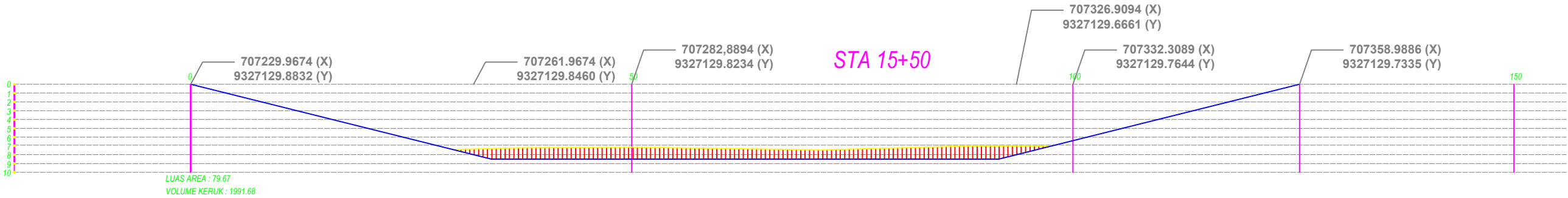
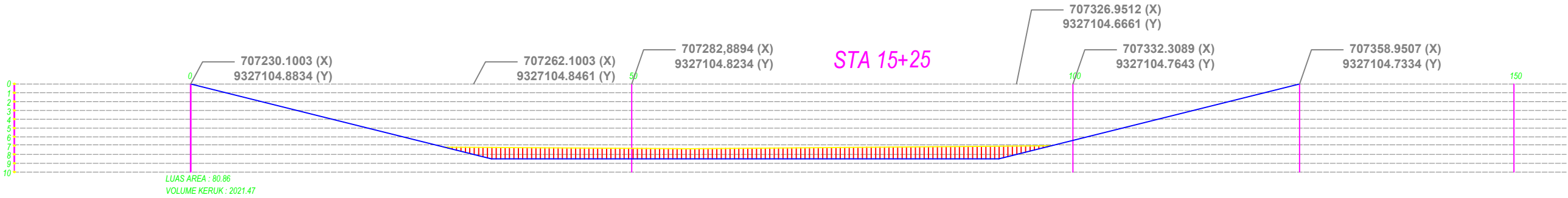
Keterangan:  
TOTAL KARANG = 25.485,62 m3  
TOTAL LUMPUR = 294.604,94 m3  
TOTAL VOLUME KERUK = 320.090,94 m3

PARAMETER GEODETIK  
MAP PROJECTION : UTM (ZONE 48 South)  
SPHEROID : WGS 84

Konsultan Perencana:  
**REKA PRIMA**  
PT. REKA PRIMA CONSULTANS  
Direktur Utama  
  
Fachrudin Sidik, S.Sos., MM  
Team Leader  
  
Fauzia M, ST

Diperiksa oleh  
Kasubdisfaskon  
  
Edhi Prasetya, S.T., M.M  
Kolonel Laut (T) NRP 10371/P  
Kasubdisfasdukmat  
  
Hendri Kitris Merisa, S.T.  
Kolonel Laut (T) NRP 13323/P  
Disetujui oleh  
Kepala Disfaslanal  
Selaku PPK  
  
ttd  
Agus Santoso, S.E.  
Laksamana Pertama TNI

Judul Gambar:  
**DETAIL SECTION**  
SKALA NO. GAMBAR KODE  
1 : 100



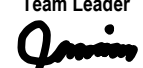


MARKAS BESAR ANGKATAN LAUT  
DINAS FASILITAS PANGKALAN

Kegiatan:  
**PERENCANAAN KONSTRUKSI  
PENGURUKAN KOLAM DERMAGA  
PONDOK DAYUNG**

Keterangan:  
TOTAL KARANG = 25.485,62 m3  
TOTAL LUMPUR = 294.604,94 m3  
TOTAL VOLUME KERUK = 320.090,94 m3

PARAMETER GEODETIK  
MAP PROJECTION : UTM (ZONE 48 South)  
SPHEROID : WGS 84

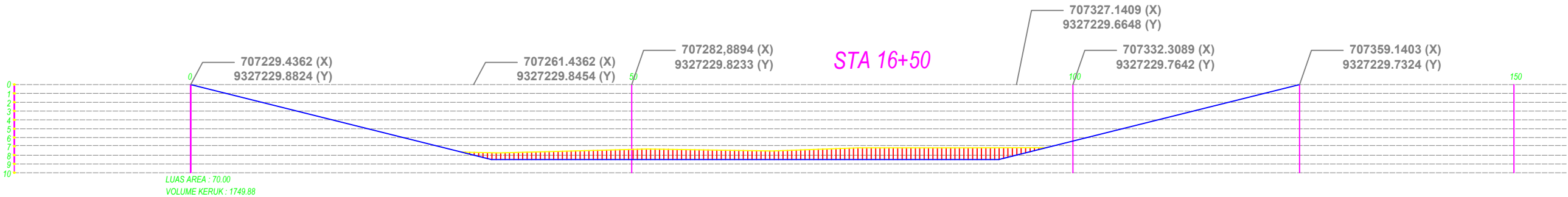
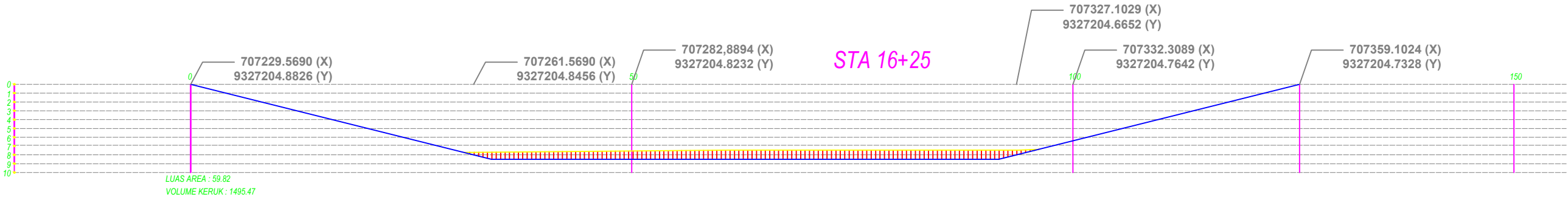
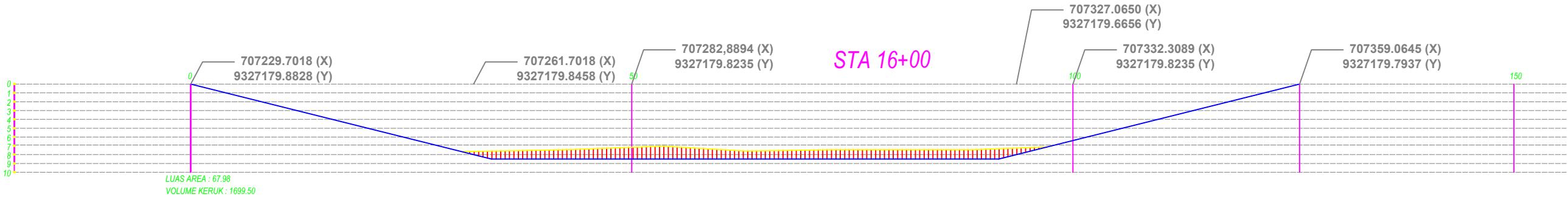
Konsultan Perencana:  
**REKA PRIMA**  
PT. REKA PRIMA CONSULTANS  
Direktur Utama  
  
Fachrudin Sidik, S.Sos., MM  
Team Leader  
  
Fauzia M, ST

Diperiksa oleh  
Kasubdisfaskon  
  
Edhi Prasetya, S.T., M.M  
Kolonel Laut (T) NRP 10371/P  
Kasubdisfasdukmat

Hendri Kitris Merisa, S.T.  
Kolonel Laut (T) NRP 13323/P  
Disetujui oleh  
Kepala Disfaslanal  
Selaku PPK  
  
ttd  
Agus Santoso, S.E.  
Laksamana Pertama TNI

Judul Gambar:  
**DETAIL SECTION**  

| SKALA   | NO. GAMBAR | KODE |
|---------|------------|------|
| 1 : 100 |            |      |





MARKAS BESAR ANGKATAN LAUT  
DINAS FASILITAS PANGKALAN

Kegiatan:  
**PERENCANAAN KONSTRUKSI  
PENGERUKAN KOLAM DERMAGA  
PONDOK DAYUNG**

Keterangan:  
TOTAL KARANG = 25.485,62 m3  
TOTAL LUMPUR = 294.604,94 m3  
TOTAL VOLUME KERUK = 320.090,94 m3

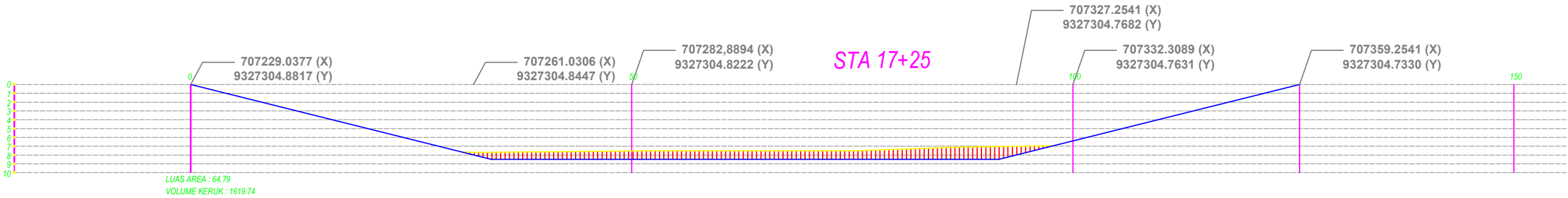
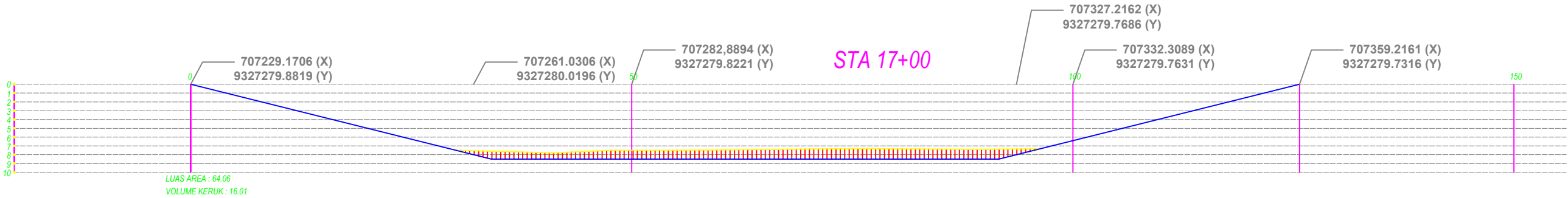
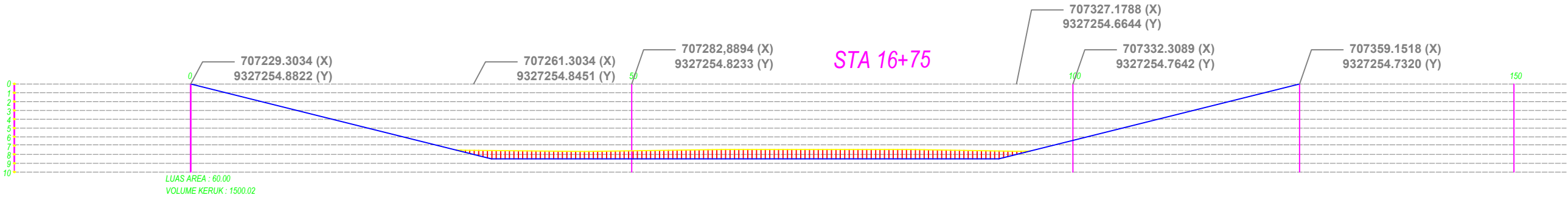
PARAMETER GEODETIK  
MAP PROJECTION : UTM (ZONE 48 South)  
SPHEROID : WGS 84

Konsultan Perencana:  
**REKA PRIMA**  
PT. REKA PRIMA CONSULTANS  
Direktur Utama  
  
Fachrudin Sidik, S.Sos., MM  
Team Leader  
  
Fauzia M, ST

Diperiksa oleh  
Kasubdisfaskon  
  
Edhi Prasetya, S.T., M.M  
Kolonel Laut (T) NRP 10371/P  
Kasubdisfasdukmat

Hendri Kitris Merisa, S.T.  
Kolonel Laut (T) NRP 13323/P  
Disetujui oleh  
Kepala Disfaslanal  
Selaku PPK  
  
ttd  
Agus Santoso, S.E.  
Laksamana Pertama TNI

Judul Gambar:  
**DETAIL SECTION**  
SKALA NO. GAMBAR KODE  
1 : 100



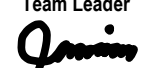


MARKAS BESAR ANGKATAN LAUT  
DINAS FASILITAS PANGKALAN

Kegiatan:  
**PERENCANAAN KONSTRUKSI  
PENGGERUKAN KOLAM DERMAGA  
PONDOK DAYUNG**

Keterangan:  
TOTAL KARANG = 25.485,62 m3  
TOTAL LUMPUR = 294.604,94 m3  
TOTAL VOLUME KERUK = 320.090,94 m3

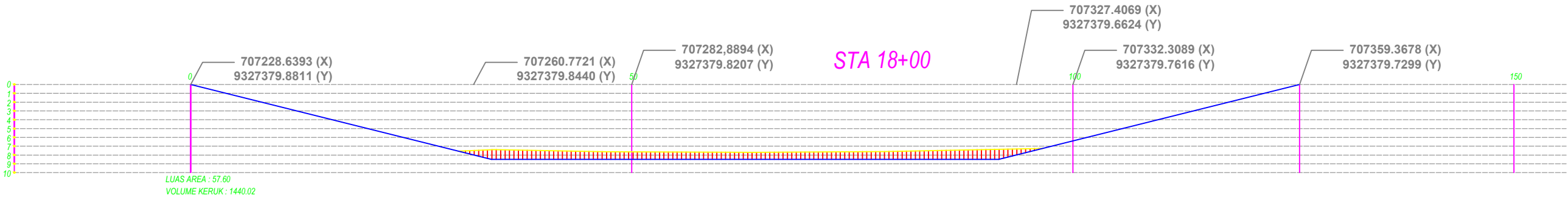
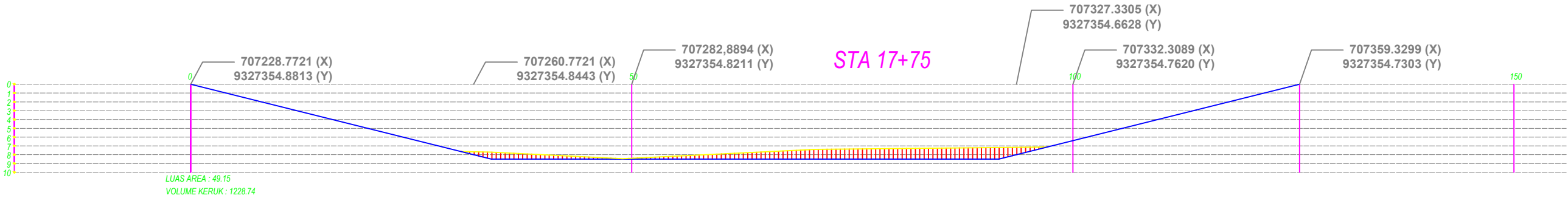
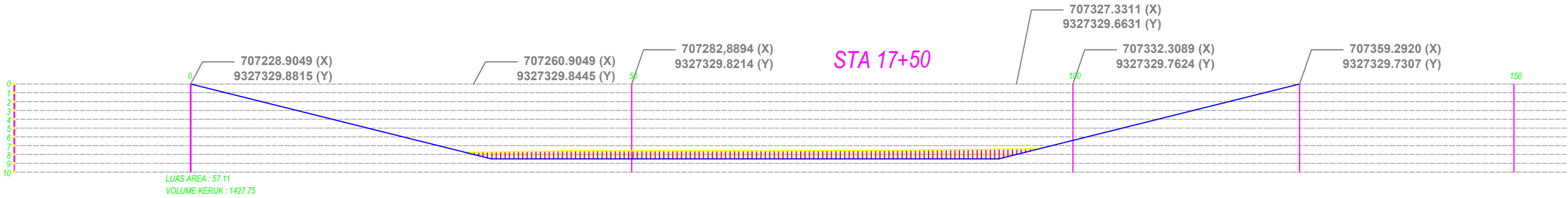
PARAMETER GEODETIK  
MAP PROJECTION : UTM (ZONE 48 South)  
SPHEROID : WGS 84

Konsultan Perencana:  
**REKA PRIMA**  
PT. REKA PRIMA CONSULTANS  
Direktur Utama  
  
Fachrudin Sidik, S.Sos., MM  
Team Leader  
  
Fauzia M, ST

Diperiksa oleh  
Kasubdisfaskon  
  
Edhi Prasetya, S.T., M.M  
Kolonel Laut (T) NRP 10371/P  
Kasubdisfasdukmat  
  
Hendri Kitris Merisa, S.T.  
Kolonel Laut (T) NRP 13323/P  
Disetujui oleh  
Kepala Disfaslanal  
Selaku PPK  
  
ttd  
Agus Santoso, S.E.  
Laksamana Pertama TNI

Judul Gambar:  
**DETAIL SECTION**  

| SKALA   | NO. GAMBAR | KODE |
|---------|------------|------|
| 1 : 100 |            |      |





MARKAS BESAR ANGKATAN LAUT  
DINAS FASILITAS PANGKALAN

Kegiatan:  
**PERENCANAAN KONSTRUKSI  
PENGERUKAN KOLAM DERMAGA  
PONDOK DAYUNG**

Keterangan:  
TOTAL KARANG = 25.485,62 m3  
TOTAL LUMPUR = 294.604,94 m3  
TOTAL VOLUME KERUK = 320.090,94 m3

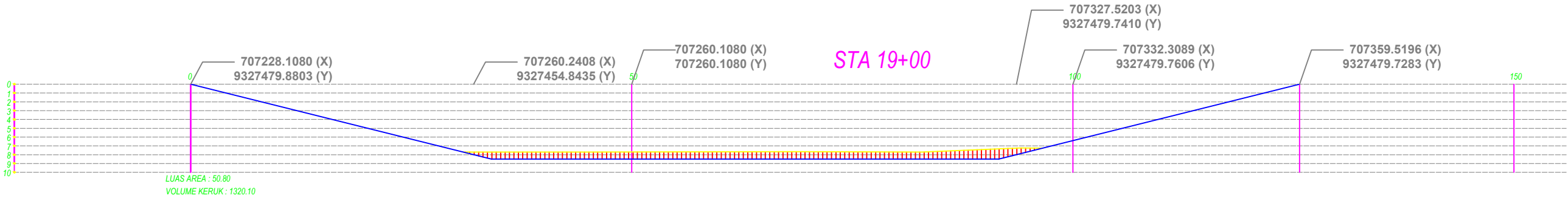
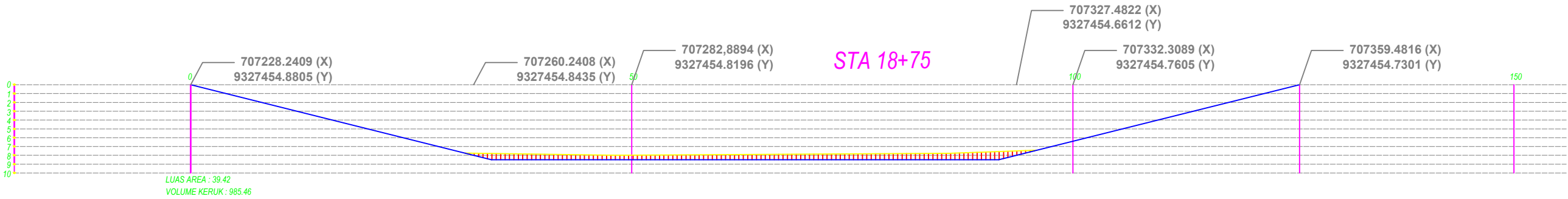
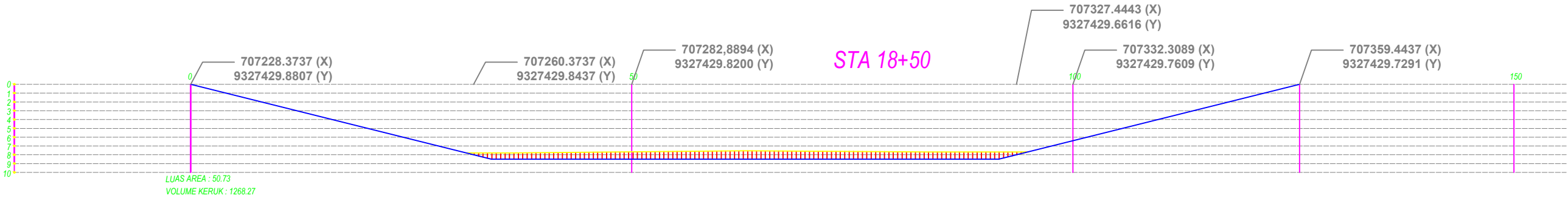
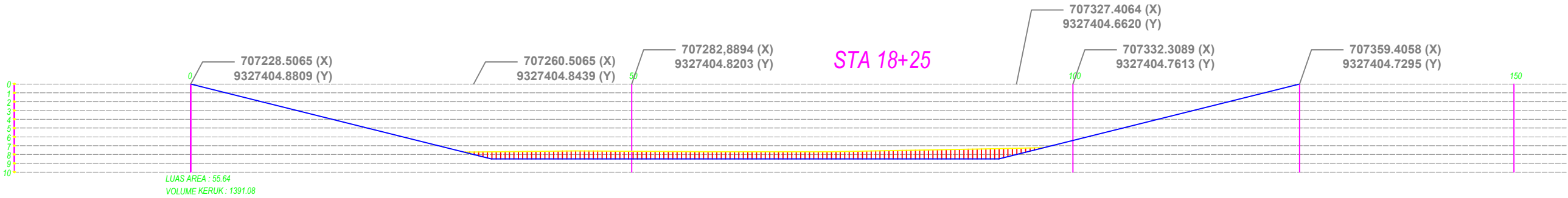
PARAMETER GEODETIK  
MAP PROJECTION : UTM (ZONE 48 South)  
SPHEROID : WGS 84

Konsultan Perencana:  
**REKA PRIMA**  
PT. REKA PRIMA CONSULTANS  
Direktur Utama  
  
Fachrudin Sidik, S.Sos., MM  
Team Leader  
  
Fauzia M, ST

Diperiksa oleh  
Kasubdisfaskon  
  
Edhi Prasetya, S.T., M.M  
Kolonel Laut (T) NRP 10371/P  
Kasubdisfasdukmat

Hendri Kitris Merisa, S.T.  
Kolonel Laut (T) NRP 13323/P  
Disetujui oleh  
Kepala Disfaslanal  
Selaku PPK  
  
ttd  
Agus Santoso, S.E.  
Laksamana Pertama TNI

Judul Gambar:  
**DETAIL SECTION**  
SKALA NO. GAMBAR KODE  
1 : 100



## Surat Keterangan Cek Plagiarisme

Nomor: 225/V/SKCP/USB-YPKP/2025

Sehubungan dengan kewajiban Cek Plagiarisme dengan *similarity check maximal 25%* sebagai salah satu kelengkapan persyaratan administrasi bagi mahasiswa tingkat akhir, dengan ini UPT Perpustakaan Universitas Sangga Buana menerangkan bahwa:

Nama : Faizal Dwi Prasetyo  
NPM : 2112181024  
Program Studi : S1 Teknik Sipil  
Judul Karya Tulis Ilmiah : "ANALISA STRUKTUR PEMBANGUNAN DERMAGA (STUDI KASUS: DERMAGA PONDOK DAYUNG)"  
Tanggal Cek Turnitin : 19 May 2025  
Status : Lulus dengan 20% *Similiraty Check*

Adalah benar telah dilakukan *similarity check* sebagaimana data tersebut diatas, dan surat ini dibuat berdasarkan keadaan yang sebenar benarnya, untuk bisa dipergunakan sebagaimana mestinya.

Bandung, 19 May 2025

Kepala UPT Perpustakaan



Widayanti Prasastiningtyas, S.Sos., M.I.kom.

NIP. 432.200.173