



TUGAS AKHIR –RC14-1501

**PERBAIKAN KELONGSORAN TANAH PADA TERMINAL
NILAM UTARA PT. AKR CORPORINDO TBK PELABUHAN
TANJUNG PERAK SURABAYA**

MUHAMMAD RAJIB NAILA NAJA
NRP 3114 106 035

Dosen Pembimbing I
Musta'in Arif, ST.,MT

Dosen Pembimbing II
Prof. Dr. Ir. Herman Wahyudi, DEA

JURUSAN TEKNIK SIPIL
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2017



TUGAS AKHIR –RC14-1501

**PERBAIKAN KELONGSORAN TANAH PADA TERMINAL
NILAM UTARA PT. AKR CORPORINDO TBK PELABUHAN
TANJUNG PERAK SURABAYA**

MUHAMMAD RAJIB NAILA NAJA
NRP 3114 106 035

Dosen Pembimbing I
Musta'in Arif, ST.,MT

Dosen Pembimbing II
Prof. Dr. Ir. Herman Wahyudi, DEA

JURUSAN TEKNIK SIPIL
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2017



FINAL PROJECT–RC14-1501

**LANDSLIDES GROUND IMPROVEMENT IN NORTH
TERMINAL NILAM PT. AKR CORPORINDO TBK PORT
TANJUNG PERAK SURABAYA**

MUHAMMAD RAJIB NAILA NAJA
NRP 3114 106 035

Academic Advisor
Musta'in Arif, ST.,MT

Co Academic Advisor
Prof. Dr. Ir. Herman Wahyudi, DEA

DEPARTEMENT OF CIVIL ENGINEERING
Faculty of Civil Engineering and Planning
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2017

**PERBAIKAN KELONGSORAN TANAH PADA
TERMINAL NILAM UTARA PT. AKR CORPORINDO
TBK PELABUHAN TANJUNG PERAK SURABAYA**

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada
Bidang Studi Geoteknik
Program Studi S-1 Lintas Jalur Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

MUHAMMAD RAJIB NAILA NAJA
NRP. 3114 106 035

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir:

Pembimbing I

1. Musta'in Arif, ST., MT

Pembimbing II

2. Prof. Dr. Ir. Herman Wahyudi, DEA



**SURABAYA
JANUARI, 2017**

**PERBAIKAN KELONGSORAN TANAH PADA
TERMINAL NILAM UTARA PT. AKR CORPORINDO
TBK PELABUHAN TANJUNG PERAK SURABAYA**

Nama Mahasiswa : **Muhammad Rajib Naila Naja**
NRP : **3114 106 035**
Jurusan : **Teknik Sipil FTSP ITS**
Dosen Pembimbing : **Musta'in Arif, ST, MT**
Prof. Df. Ir. Herman Wahyudi, DEA

ABSTRAK

PT. Aneka Kimia Raya (AKR) merupakan perusahaan swasta yang ruang lingkup kegiatannya meliputi bidang industri barang kimia, perdagangan umum dan distribusi terutama bahan kimia dan bahan bakar minyak (BBM) dan gas, menjalankan usaha dalam bidang logistik, pengangkutan (termasuk untuk pemakaian sendiri dan mengoperasikan transportasi baik melalui darat maupun laut). Saat ini, AKR Corporindo Tbk bergerak dalam bidang distribusi produk bahan bakar minyak (BBM) ke pasar industri, distribusi dan perdagangan bahan kimia (seperti caustic soda, sodium sulfat, PVC resin dan soda ash) yang digunakan oleh berbagai industri di Indonesia sesuai dengan perjanjian distribusi dengan produsen asing dan lokal, penyewaan gudang, kendaraan angkutan, tangki dan jasa logistik lainnya.

Pada tahun 2014 Perusahaan PT. AKR mempunyai sebuah masalah yang terjadi pada pondasi penyangga pipa, dikarenakan korosi dan gelombang air laut yang sudah puluhan tahun menghantam talud tersebut sehingga menyebabkan gerusan, akibatnya terjadi kelongsoran. Untuk membantu mencegah terjadi kelongsoran dibutuhkan sebuah metode yaitu metode perbaikan talud, berupa turap, dan geotextile non woven dan *armor layer*.

Dari hasil perhitungan di dapatkan tinggi gelombang $H_s=0,25m$, $D=1jam$. Berat batuan sebesar 96 kg yang dipasang secara disusun antar batumannya dengan ketebalan lapisan 70cm. Untuk perhitungan *steel sheet pile* dengan profil *Z-Section* tipe AZ 50-700. dengan $W = 4955 \text{ cm}^3$. Metode pelaksanaan yang digunakan adalah perbaikan melalui jalur laut. Untuk tahap awal dilakukan pembersihan lahan, kemudian pemancangan turap, setelah itu baru dilakukan pengecoran perbaikan pondasi, tahap akhir untuk mencegah agar material tidak terbawa arus dari gelombang laut akan dibangun tanggul penahan (*berm*) terlebih dahulu secara trapesium, sehingga perbaikan talud menggunakan batu kosongan dapat dilaksanakan dengan baik

Biaya yang dibutuhkan untuk pekerjaan perbaikan kelongsoran talud adalah sebesar Rp 29.061.680.000,00- (*Duapuluh Sembilan Milyar Enampuluh Satu Juta Enam Ratus Delapanpuluh Ribu Rupiah*)

Kata Kunci: Kelongsoran, PT. AKR Corporindo Tbk, *Armor layer*, *Steel sheet pile*.

**SOIL FAILURE IMPROVEMENT IN TERMINAL NILAM
UTARA PT. AKR CORPORINDO TBK TANJUNG PERAK
PORT SURABAYA**

Nama Mahasiswa : Muhammad Rajib Naila Naja
NRP : 3114 106 035
Jurusan : Teknik Sipil FTSP ITS
Dosen Pembimbing : Musta'in Arif, ST, MT
Prof. Df. Ir. Herman Wahyudi, DEA

ABSTRACT

PT. Aneka Kimia Raya is a private sector distributor of basic chemicals, Petroleum, logistics and supply chain solutions especially chemical basic and petroleum and gas, running business in logistic sector, transportation (include personal usage and operating transportation by land and sea). Today, AKR Corporindo Tbk expanded its business area to distribution of Petroleum products to industrial market, distribution of basic chemical (like caustic soda, sodium sulfat, PVC resin, and soda ash) that used by variuos industry in Indonesia appropriate with distribution agreement with international and local manufacturer, warehouse rental, cargo vehicle, tank and other logistics service.

In 2014 the company has a problem in foundation support, because of corotion and waves that happens in 10 years hit againts slope causing scoure that make slope erosive. To prevent eroded of slope its need a method that is slope improvement method like sheet pile, non woven geotextile and armor layer.

From result of calculation the waves height $H_s = 0.25m$, $D = 1hour$. Weight of rock is 96 kg that installed and stack side to side with depth 70 cm. For steel sheet pile calculation with Z-Section profile type AZ 50-700 with $W = 4955 cm^3$. The

installation is from sea side. For early stage is land clearing, than sheetpile driven, after that is casting repaired concrete, final stage is to prevent material not taken by the sea waves, berm will be build trapesium shape first, so that slope repairing that use rock can be done.

The cost for repairing slope is Rp.29.061.680.000,00.

Keyword : Slope failure, PT.AKR Corporindo Tbk, Armor layer, Steel sheet pile

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah SWT, atas petunjuk dan kemudahan-Nya, Penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “Perbaikan Kelongsoran Tanah Pada Terminal Nilam Utara PT. AKR Corporindo Tbk Pelabuhan Tanjung Perak Surabaya”, maka dari itu ucapan terima kasih saya sampaikan kepada:

1. Allah SWT atas segala rahmat dan hidayahnya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Musta’in Arief ST., MT dan Prof. Dr. Ir. Herman Wahyudi, DEA. selaku dosen pembimbing yang telah banyak memberikan bimbingan dan arahan dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
3. Heppy Kristijanto, Ir., Ms. selaku dosen wali.
4. Seluruh dosen pengajar dan staff Jurusan Teknik Sipil FTSP-ITS, terima kasih atas ilmu yang telah diberikan.
5. Kedua Orangtua serta adek saya yang selalu mendukung dan mendoakan saya.
6. Teman – teman mahasiswa/i Jurusan Teknik Sipil FTSP Lintas Jalur ITS yang bersedia memberi masukan, bantuan dan dukungan.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan. Penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan Tugas Akhir ini. Akhir kata semoga Tugas Akhir ini bermanfaat.

Surabaya, Januari 2017

Muhammad Rajib Naila Naja

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR ISI

| | |
|-----------------------------|-----|
| ABSTRAK | i |
| KATA PENGANTAR | iii |
| DAFTAR ISI | v |
| DAFTAR GAMBAR | ix |
| DAFTAR TABEL | xi |

BAB I PENDAHULUAN

| | |
|-------------------------------|---|
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Perumusan Masalah..... | 8 |
| 1.3 Tujuan Tugas Akhir | 9 |
| 1.4 Batasan Masalah..... | 9 |
| 1.5 Manfaat Tugas Akhir | 9 |

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

| | |
|--|----|
| 2.1 Tanah dan Batuan..... | 11 |
| 2.1.1 Siklus Batuan dan Asal Usul Tanah | 11 |
| 2.1.2 Partikel Tanah..... | 11 |
| 2.1.3 Berat Spesifik | 12 |
| 2.1.4 Analisa Mekanis dari Tanah | 12 |
| 2.2 Komposisi Tanah..... | 13 |
| 2.2.1 Hubungan Antara Berat Volume dan Berat Spesifik | 13 |
| 2.2.2 Konsistensi Tanah..... | 14 |
| 2.2.3 Korelasi Parameter Tanah..... | 14 |
| 2.2.3.1 Korelasi Sand Penetration Test..... | 15 |
| 2.2.4 Struktur Tanah | 16 |
| 2.3 Metode Perkuatan Tanah..... | 17 |
| 2.3.1 Dinding Penahan Tanah | 17 |
| 2.3.2 Jenis-Jenis Dinding Penahan Tanah..... | 17 |
| 2.3.3 Tekanan Tanah Lateral..... | 18 |
| 2.3.3.1 Tekanan Tanah Aktif..... | 19 |
| 2.3.3.2 Tekanan Tanah Pasif | 20 |
| 2.3.3.3 Tekanan Tanah Dalam Keadaan Diam | 20 |

| | | |
|---------|--|----|
| 2.3.4 | Analisa Stabilitas Dinding | 21 |
| 2.3.5 | Perhitungan Displacement | 21 |
| 2.3.5.1 | Metoda Broms..... | 21 |
| 2.3.6 | Metode Bishop..... | 24 |
| 2.4 | Dinding Penahan Tanah Turap | 25 |
| 2.4.1 | Perancangan Dinding Turap | 26 |
| 2.5 | Metode Pelaksanaan Pekerjaan..... | 28 |
| 2.5.1 | Pengertian <i>Sheet Pile</i> dan <i>Pile Guide</i> | 28 |

BAB III METODOLOGI

| | | |
|-------|--|----|
| 3.1 | Bagan Alur | 31 |
| 3.2 | Rangkaian Kegiatan Perencanaan | 33 |
| 3.2.1 | Identifikasi Masalah..... | 33 |
| 3.2.2 | Studi Literatur | 33 |
| 3.2.3 | Pengumpulan dan Analisa Data Sekunder | 33 |
| 3.2.4 | Perencanaan Geoteknik..... | 37 |
| 3.2.5 | Perencanaan Konstruksi <i>shore protection</i> | 37 |
| 3.3 | Kontrol perhitungan Stabilitas..... | 37 |
| 3.4 | Metode Pelaksanaan | 37 |
| 3.5 | Analisa Biaya | 38 |
| 3.6 | Kesimpulan..... | 38 |

BAB IV ANALISA PARAMETER TANAH

| | | |
|-------|---|----|
| 4.1 | Umum..... | 39 |
| 4.2 | Data Tanah Dasar | 39 |
| 4.2.1 | Lokasi Pengambilan Data Tanah | 39 |
| 4.2.2 | Data <i>Standard Penetration Test</i> (SPT) | 39 |
| 4.2.3 | Penentuan Parameter Tanah..... | 41 |
| 4.2.4 | Penentuan Poisson Ratio..... | 41 |
| 4.2.5 | Permeabilitas..... | 42 |
| 4.3 | Stabilitas Terhadap Keruntuhan Talud..... | 42 |
| 4.4 | Data Spesifikasi Bahan..... | 46 |
| 4.4.1 | Sheet Pile | 46 |
| 4.4.2 | Data Pembebanan..... | 47 |

BAB V PERENCANAAN PERBAIKAN KELONGSORAN

| | | |
|---------|--|----|
| 5.1 | Umum..... | 49 |
| 5.2 | Perencanaan <i>Shore Protection</i> | 49 |
| 5.2.1 | Lokasi Perencanaan <i>Shore Protection</i> | 49 |
| 5.2.2 | Prediksi Tinggi Gelombang | 50 |
| 5.2.3 | Perencanaan Armor Layer..... | 54 |
| 5.2.4 | Perencanaan Turap (<i>Sheet Pile</i>) | 60 |
| 5.2.4.1 | Menentukan kedalaman pemancangan | 60 |
| 5.2.4.2 | Menentukan profil turap | 65 |
| 5.2.4.3 | Analisa Stabilitas dengan Menggunakan Program Plaxis | 66 |

BAB VI METODE PELAKSANAAN

| | | |
|-------|---|----|
| 6.1 | Tinjauan Umum..... | 69 |
| 6.2 | Bagan Alur Metode Pelaksanaan Pekerjaan <i>Shore Protection</i> | 69 |
| 6.2.1 | Pekerjaan Persiapan..... | 71 |
| 6.2.2 | Pekerjaan Pemancangan Turap | 73 |
| 6.2.3 | Pekerjaan Pengcoran Pondasi | 77 |
| 6.2.4 | Pekerjaan galian tanah talud..... | 78 |
| 6.2.5 | Pemasangan Tanggul Bawah | 79 |
| 6.2.6 | Pekerjaan geotextile non woven..... | 80 |
| 6.2.7 | Pekerjaan Pemasangan <i>Armor Layer</i> | 81 |
| 6.3 | Rencana Anggaran Biaya | 84 |

BAB VII PENUTUP

| | | |
|-----|------------------|----|
| 7.1 | Umum..... | 87 |
| 7.2 | Kesimpulan | 87 |
| 7.3 | Saran..... | 88 |

DAFTAR PUSTAKA

GAMBAR

LAMPIRAN

“Halaman Sengaja di Kosongkan”

DAFTAR GAMBAR

| | | |
|--------------------|--|----|
| Gambar 1.1 | Lokasi PT. AKR Nilam Corporindo Tbk..... | 3 |
| Gambar 1.2 | Kondisi sekitar pondasi..... | 3 |
| Gambar 1.3 | Site Plan Topography..... | 4 |
| Gambar 1.4 | Section A dan B | 5 |
| Gambar 1.5 | Section C dan D | 5 |
| Gambar 1.6 | Section E dan F | 6 |
| Gambar 1.7 | Section G dan H..... | 6 |
| Gambar 1.8 | Section I dan J..... | 7 |
| Gambar 1.9 | Section K dan L | 7 |
| Gambar 1.10 | Section M..... | 8 |
| Gambar 2.1 | Distribusi Tekanan Tanah Lateral..... | 20 |
| Gambar 2.2 | Diagram Menentukan Bilai Mi | 25 |
| Gambar 2.3 | Turap baja | 26 |
| Gambar 2.4 | Distribusi tekanan pada konstruksi turap | 28 |
| Gambar 3.1 | Diagram Alir Metodologi | 32 |
| Gambar 4.1 | Grafik Butir hasil N-SPT lapangan..... | 40 |
| Gambar 4.2 | Hasil slope pada talud kemiringan 1:1 | 43 |
| Gambar 4.3 | Hasil slope pada talud kemiringan 1:2 | 44 |
| Gambar 4.4 | Hasil slope pada talud kemiringan 1:3 | 45 |
| Gambar 4.5 | <i>Sheet Pile Tipe AZ 50-700</i> | 46 |
| Gambar 5.1 | Lokasi perencanaan <i>shore protection</i> | 50 |
| Gambar 5.2 | Panjang gelombang arah utara | 50 |
| Gambar 5.3 | Panjang gelombang arah timur laut | 51 |
| Gambar 5.4 | Panjang gelombang arah tenggara | 51 |
| Gambar 5.5 | Nomogram prediksi tinggi signifikan | 53 |
| Gambar 5.6 | Grafik perhitungan wave runup | 56 |
| Gambar 5.7 | Grafik indeks ketinggian pecah gelombang | 57 |
| Gambar 5.8 | Grafik Hubungan antara tinggi wave set up dengan indeks gelombang pecah | 58 |
| Gambar 5.9 | Perkiraan Kenaikan muka air laut karena pemanasan global | 59 |
| Gambar 5.10 | Sketsa struktur turap | 60 |
| Gambar 5.11 | Diagram tegangan akibat tekanan tanah | 61 |

| | | |
|--------------------|--|----|
| Gambar 5.12 | Profil <i>sheet pile</i> | 65 |
| Gambar 5.13 | Data Material Plat Baja | 66 |
| Gambar 5.14 | Deformasi yang terjadi pada turap | 67 |
| Gambar 5.15 | Hasil dari plaxis | 67 |
| Gambar 6.1 | Diagram Alur Pelaksanaan Pekerjaan | 70 |
| Gambar 6.2 | Sisa pecahan Beton yang Berserakan | 72 |
| Gambar 6.3 | Batu Pecah Sisa | 72 |
| Gambar 6.4 | Contoh <i>Construction Drawing</i> | 73 |
| Gambar 6.5 | Sketsa Pematokan Titik pancang | 74 |
| Gambar 6.6 | Sketsa Pelaksanaan Pekerjaan <i>steel sheet pile</i> | 75 |
| Gambar 6.7 | Sketsa Tampak Samping Pelaksanaan Turap | 75 |
| Gambar 6.8 | Sketsa Tampak Depan Pelaksanaan Turap | 76 |
| Gambar 6.9 | Contoh Pekerjaan pengecoran Pondasi | 78 |
| Gambar 6.10 | Contoh Pengukuran Menggunakan Theodolit | 79 |
| Gambar 6.11 | Sketsa Tanggul Bawah (<i>Berm</i>) | 80 |
| Gambar 6.12 | Contoh Pekerjaan Pemasangan Geotextile | 81 |
| Gambar 6.13 | Sketsa Pemasangan <i>Armor Layer</i> | 82 |
| Gambar 6.14 | Pelaksanaan Pemasangan <i>Armor Layer</i> | 83 |
| Gambar 6.15 | Sketsa Penyusunan <i>Armor Layer</i> | 83 |

DAFTAR TABEL

| | |
|--|----|
| Tabel 2.1 Korelasi Nilai N pada tanah <i>Cohesionless</i> | 15 |
| Tabel 2.2 Korelasi Nilai N pada tanah <i>Cohesive</i> | 15 |
| Tabel 2.3 Nilai n_h untuk tanah granuler | 22 |
| Tabel 3.1 Parameter data tanah untuk perhitungan..... | 34 |
| Tabel 3.2 Bor dan SPT..... | 35 |
| Tabel 3.2 Lanjutan | 36 |
| Tabel 4.1 Parameter tanah kelepungan | 41 |
| Tabel 4.2 Hubungan antara jenis tanah dan poisson ratio | 41 |
| Tabel 4.3 Nilai permeabilitas K..... | 42 |
| Tabel 5.1 Hasil rekap nilai fetch efektif | 52 |
| Tabel 5.2 Hasil rekap dimensi <i>armor layer</i> | 55 |
| Tabel 5.3 Rekap Hasil Gaya | 63 |
| Tabel 6.1 Rencana Anggaran Biaya | 84 |
| Tabel 6.2 Daftar Harga Satuan Pekerjaan Pokok | 85 |

“Halaman Sengaja di Kosongkan”

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara dengan populasi penduduk terbesar dan terpadat nomor empat di dunia dengan jumlah sekitar 250 juta penduduk dan angka pertumbuhan penduduk rata-rata adalah sekitar 1,4 persen per tahun (data Badan Pusat Statistik tahun 2010-2014). Dengan semakin meningkatnya populasi penduduk ini, maka kebutuhan akan bahan bakar minyak dan gas harus terpenuhi untuk kehidupan sehari-hari. Menyadari akan hal ini maka diperlukan suatu badan usaha tambahan dari pihak swasta seperti PT. AKR Corporindo TBK.

PT. AKR merupakan sebuah perusahaan multinasional yang berada di Jakarta, Indonesia. Perusahaan ini menghasilkan berbagai macam produk bahan bakar minyak dan gas alam. PT. AKR memiliki Anak usaha yaitu, PT AKR Sea Transport Indonesia, beroperasi pada logistik laut untuk servis distribusi bahan bakar dan PT AKR Transportasi Indonesia mengoperasikan transportasi darat. PT AKR Corporindo Tbk akan membangun satu terminal bahan bakar minyak (BBM) di Tanjung Perak Surabaya.

Pelabuhan Tanjung Perak merupakan pelabuhan kedua terbesar di Indonesia yang sangat potensial, karena letaknya yang strategis maka pelabuhan tanjung perak dijadikan pusat pelayaran kawasan timur Indonesia. Karena perkembangan lalu lintas perdagangan dan peningkatan arus barang serta bertambahnya arus transportasi terutama bongkar muat minyak maka PT. Berlian Jasa Terminal Indonesia (BJTI) mempunyai rencana untuk melakukan pengembangan tanjung perak dengan penambahan lahan terutama bungerk bahan bakar minyak kapal,

PT. BJTI merintis kerjasama dengan PT. AKR, yang merupakan perusahaan Indonesia pertama yang memegang lisensi tetap untuk penjualan minyak. Pada sisi lain, PT. AKR mempunyai masalah terhadap kelongsoran yang berimbas ke pondasi sebagai penyangga pipa yang menghubungkan ke tangki utama. Penyebab terjadinya kelongsoran dikarenakan pondasi yang mengalami korosi, faktor usia, dan gelombang laut, sehingga tanah yang mengikat pondasi mengalami gerusan.

Studi kasus dan alternatif solusi untuk tugas akhir ini perlu dilakukan, untuk membantu mencegah terjadi longsor terhadap gangguan atau beban yang ditumpu oleh pipa. Adapun gangguan yang mungkin timbul karena berbagai faktor, seperti gelombang laut yang menyebabkan terbenturnya air laut ke muka tanah, sehingga menyebabkan kelongsoran. Dan juga faktor usia pondasi, sehingga perlu penanganan, perawatan dan perbaikan, agar pondasi yang menumpu beban pipa tersebut masih bisa digunakan, dan pipa masih bias beroperasi. Atas dasar itu dibutuhkan beberapa metode perbaikan tanah dan metode pelaksanaan tanah, dengan merencanakan perhitungan *shore protection* berupa *armor layer* dan menggunakan *steel sheet pile* untuk penahan tambahan perkuatan.

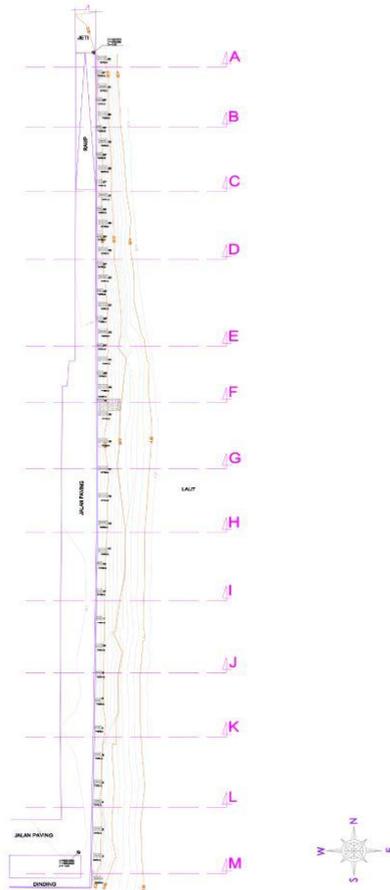


Gambar 1.1 Lokasi PT. AKR NILAM Corporindo Tbk

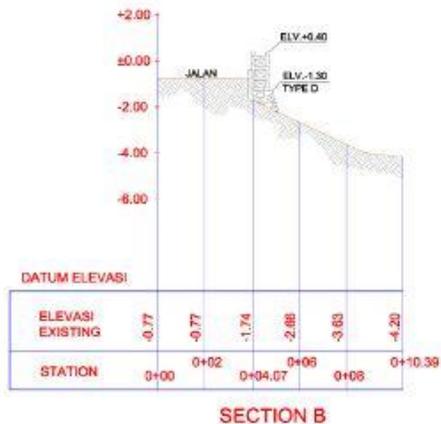
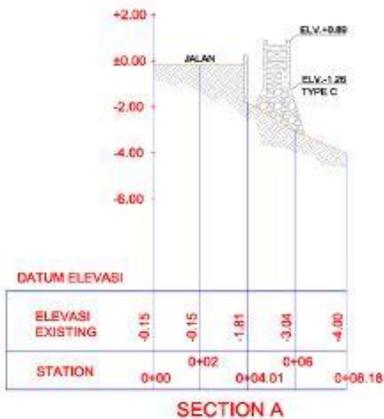


Gambar 1.2 Kondisi sekitar pondasi

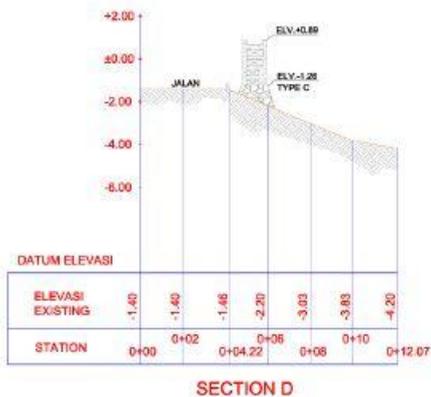
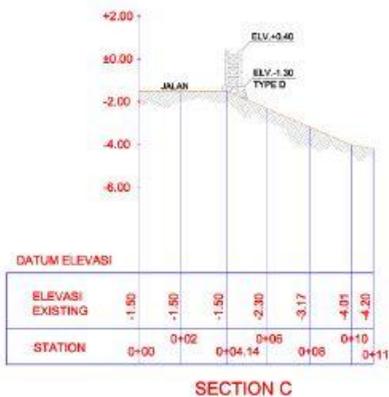
Dari Gambar 1.2 tampak bahwa terjadi kerusakan pada pondasi yang menyangga pipa, terjadi akibat gerusan gelombang air laut yang mengakibatkan kelongsoran. Apabila tidak ditangani segera pondasi penyangga pipa akan runtuh menyebabkan kerugian yang besar.



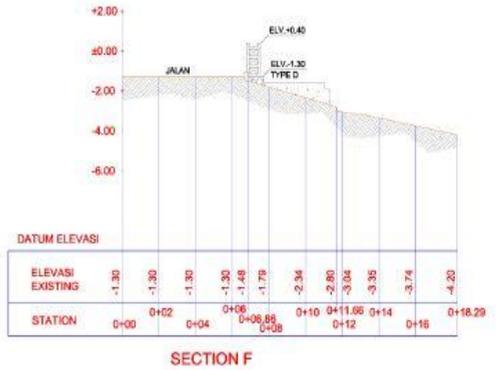
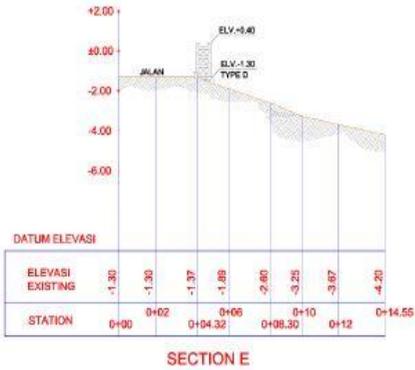
Gambar 1.3 Site Plan Topography



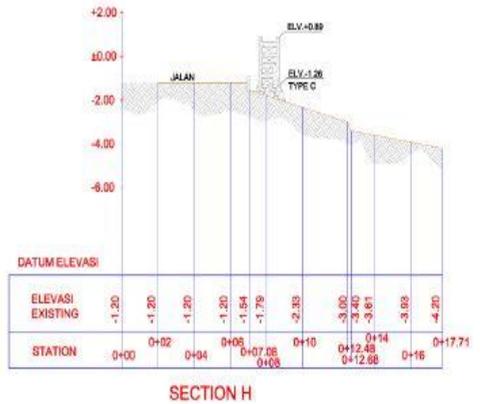
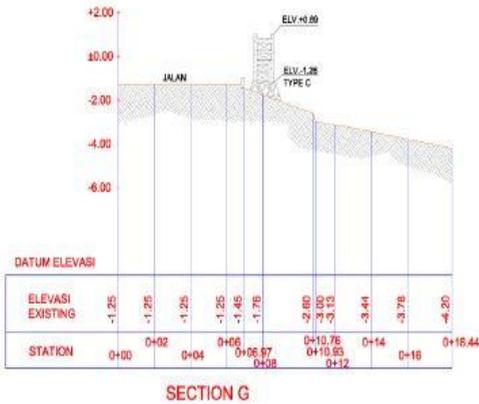
Gambar 1.4 Section A & B (Utara)



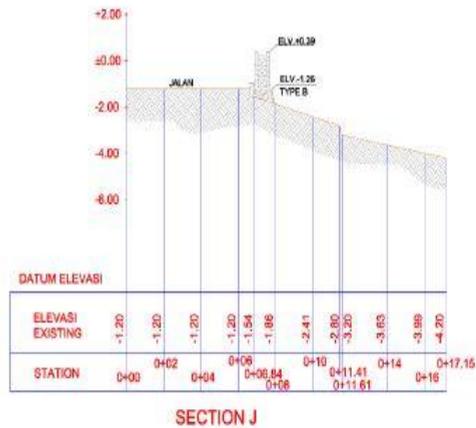
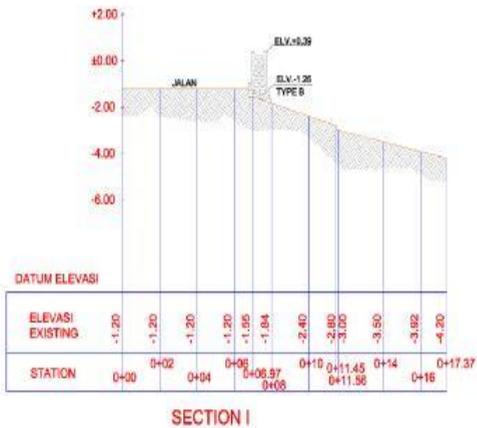
Gambar 1.5 Section C & D



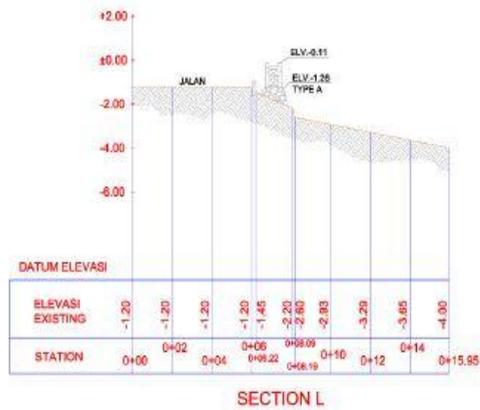
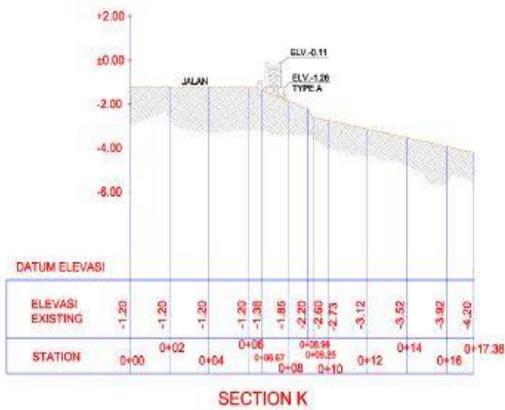
Gambar 1.6 Section E & F



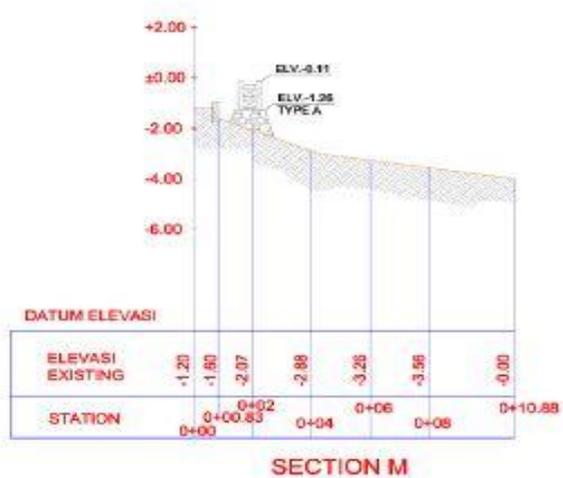
Gambar 1.7 Section G & H



Gambar 1.8 Section I & J



Gambar 1.9 Section K & L



Gambar 1.10 Section M (Selatan)

Gambar 1.3 merupakan tampak atas yang membentang sejauh 184 meter, akan di bagi per section. Seperti yang terlihat digambar 1.4 sampai 1.10.

1.2 Perumusan Masalah

Permasalahan yang akan dibahas dalam Tugas Akhir ini adalah :

1. Bagaimana menganalisa penggunaan geospoe pada konstruksi *shore protection* ?
2. Bagaimana merencanakan konstruksi *shore protection* yang menggunakan kombinasi *armor layer* dan turap.
3. Bagaimana metode pelaksanaan pekerjaan *shore protection* yang menggunakan kombinasi konstruksi *armor layer* dan turap.
4. Berapa total biaya yang dibutuhkan dalam merencanakan konstruksi *shore protection*?

1.3 Tujuan Tugas Akhir

Tujuan yang ingin dicapai dalam Tugas Akhir ini adalah untuk merencanakan perkuatan tanah dan perbaikan tanah pada PT. AKR Corporindo Tbk agar tidak longsor.

1.4 Batasan Masalah

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini permasalahan dibatasi sampai dengan batasan-batasan sebagai berikut :

1. Layout dan data tanah pekerjaan perbaikan shore protection menggunakan layout dan data tanah eksisting yang sudah ada sebelumnya.
2. Tidak menghitung ulang perencanaan pondasi penyangga pipa eksisting.
3. Pada metode pelaksanaan tidak akan membahas analisa-analisa akibat pelaksanaan konstruksi *shore protection*.

1.5 Manfaat Tugas Akhir

Manfaat dari perencanaan ini adalah untuk mengetahui kekuatan tanah, metode pelaksanaannya, dan dapat menentukan jenis alternatif perkuatan tanah yang paling tepat digunakan dalam mencegah kelongsoran tanah pada proyek PT. AKR Corporindo Tbk.

“Halaman Sengaja Di Kosongkan”

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanah dan Batuan

2.1.1 Siklus Batuan dan Asal Usul Tanah

Tanah berasal dari pelapukan batuan dengan bantuan organisme, membentuk tubuh unik yang menutupi batuan. Proses pembentukan tanah dikenal sebagai *pedogenesis*. Proses yang unik ini membentuk tanah sebagai tubuh alam yang terdiri atas lapisan-lapisan atau disebut sebagai horizon tanah. Berdasarkan asal-usulnya, batuan dapat dibagi menjadi tiga tipe dasar yaitu: batuan beku, batuan sedimen, dan batuan metamorf. Batuan beku Batuan ini terbentuk dari magma mendingin. Magma batu mencair jauh di dalam bumi. Magma di kerak bumi disebut lava. Batuan sedimen dibentuk sebagai didorong bersama-sama atau disemen oleh berat air dan lapisan-lapisan sedimen di atasnya. Proses penyelesaian ke lapisan bawah terjadi selama ribuan tahun. Batuan metamorf adalah batuan yang berasal dari batuan yang sudah ada, seperti batuan beku atau batuan sedimen, kemudian mengalami perubahan fisik dan kimia sehingga berbeda sifat dengan sifat batuan induk (asal)nya. Perubahan fisik meliputi penghancuran butir-butir batuan, bertambah besarnya butir-butir mineral penyusun batuan, pemipihan butir-butir mineral penyusun batuan, dan sebagainya. Perubahan kimia berkaitan dengan munculnya mineral baru sebagai akibat rekristalisasi atau karena adanya tambahan/pengurangan senyawa kimia tertentu.

2.1.2 Partikel Tanah

Ukuran dari partikel tanah adalah sangat beragam dengan variasi yang cukup besar. Tanah umumnya dapat disebut sebagai kerikil, pasir, lanau, lempung, tergantung pada ukuran partikel yang paling dominan pada tanah tersebut. Untuk menerangkan tentang tanah berdasarkan ukuran-ukuran partikelnya, beberapa

organisasi telah mengembangkan batasan-batasan ukuran jenis tanah yang telah dikembangkan oleh MIT, USDA, AASHTO dan *U.S Army Corps of Engineers*.

Kerikil adalah kepingan-kepingan dari batuan yang kadang-kadang juga mengandung partikel-partikel mineral quartz, feldspar, dan mineral-mineral lain.

Pasir adalah besar terdiri dari mineral quartz dan feldspar. Butiran dari mineral yang lain mungkin juga masih ada pada golongan ini.

Lanau sebagian besar merupakan fraksi mikroskopis dari tanah yang terdiri dari butiran-butiran quartz yang sangat halus, dan sejumlah partikel berbentuk lempengan-lempengan pipih yang merupakan pecahan dari mineral-mineral mika.

Lempung sebagian besar terdiri dari partikel mikroskopis dan submikroskopis yang berbentuk lempengan-lempengan pipih dan merupakan partikel-partikel dari mika, mineral-mineral lempung, dan mineral-mineral yang sangat halus lain.

2.1.3 Berat Spesifik

Harga berat spesifik dari butiran tanah (bagian padat) sering dibutuhkan dalam bermacam-macam keperluan perhitungan dalam mekanika tanah. Harga-harga itu dapat ditentukan secara akurat di laboratorium. Sebagian besar dari mineral-mineral tersebut mempunyai berat spesifik berkisar antara 2,6 sampai dengan 2,9. Berat spesifik dari bagian padat tanah pasir yang berwarna terang, dapat diperkirakan sebesar 2,65, untuk tanah berlempung atau berlanau, harga tersebut berkisar antara 2,6 sampai 2,9.

2.1.4 Analisis Mekanis dari Tanah

Analisis mekanis dari tanah adalah penentuan variasi ukuran-ukuran partikel-partikel yang ada pada tanah. Variasi tersebut dinyatakan dalam persentase dari berat kering total. Ada dua cara yang umum digunakan untuk mendapat distribusi ukuran partikel-partikel tanah, yaitu: analisis ayakan (untuk ukuran

partikel-partikel berdiameter lebih besar dari 0,075mm), dan analisis hidrometer (untuk ukuran partikel-partikel berdiameter lebih kecil 0,075mm. Hasil dari analisis mekanik (analisis ayakan dan hidrometer) umumnya digambarkan dalam kertas semilogaritmik yang dikenal sebagai kurva distribusi ukuran butiran. Diameter partikel digambarkan dalam skala logaritmik, dan persentase dari butiran yang lolos ayakan digambarkan dalam skala hitung biasa.

2.2 Komposisi Tanah

2.2.1 Hubungan Antara Berat Volume dan Berat Spesifik

Untuk mendapatkan hubungan antara berat volume, angka pori, dan kadar air, perhatikan suatu elemen tanah dimana volume butiran padatnya adalah satu. Karena volume dari butiran padat adalah 1, maka volume dari pori adalah sama dengan angka pori. Berat dari butiran padat dan air dapat dinyatakan sebagai:

$$W_s = G_s \times V_w \quad \text{dan} \quad W_w = w \times W_s = w \times G_s \times V_w$$

Dimana:

G_s = berat spesifik butiran padat

w = kadar air

V_w = berat volume air

Dasar sistem Inggris, berat volume air adalah 62,41b/ft³; dalam SI, berat volume air adalah 98,1 kN/m³.

Apabila contoh tanah adalah jenuh air yaitu ruang pori terisi penuh oleh air, berat volume tanah yang jenuh dapat ditentukan dengan cara yang sama seperti diatas, yaitu:

Dimana:

V_{sat} = berat volume tanah yang tak jenuh air

2.2.2 Konsistensi Tanah

Apabila tanah berbutir halus mengandung mineral lempung, maka tanah tersebut dapat diremas-remas tanpa menimbulkan retakan. Sifat kohesi ini disebabkan karena adanya air yang terserap di sekeliling permukaan dari pertikel lempung. Bilamana kadar airnya sangat tinggi, campuran tanah dan air akan menjadi sangat lembek seperti cairan. Oleh karena itu, atas dasar air yang dikandung tanah, tanah dapat dipisahkan dalam empat keadaan dasar, yaitu: padat, semi padat, plastis dan cair.

Kadar air dinyatakan dalam persen, dimana terjadi transisi dari keadaan padat ke dalam keadaan semi padat didefinisikan sebagai batas susut. Kadar air dimana transisi dari keadaan semi padat ke dalam keadaan plastis terjadi dinamakan batas plastis, dan dari keadaan plastis ke keadaan cair dinamakan batas cair. Batas-batas ini dikenal juga sebagai batas-batas atterberg.

2.2.3 Korelasi Parameter Tanah

Penyelidikan Tanah dilapangan bertujuan untuk mengetahui kondisi tanah dan jenis lapisannya.

Penyelidikan tanah ini dilakukan dengan berbagai cara, seperti:

1. Sondir

Test sondir dilakukan dengan menggunakan alat sondir yang dapat mengukur nitai perlawanan konus (*Cone Resistance*) dan hambatan tekat (*Local Friction*) secara langsung di lapangan.

Hasil penyondiran disajikan dalam bentuk diagram sondir yang memperlihatkan hubungan antara kedalaman sondir di bawah muka tanah dan besarnya nitai perlawanan konus (q_c) serta jumlah hambatan petekat (TF).

2. *Standard Penetration Test*

Standard Penetration Test dilaksanakan pada lubang bor setelah pengambilan contoh tanah pada setiap beberapa interval kedalaman. Cara uji dilakukan untuk memperoleh parameter pertawanan penetrasi lapisan tanah di lapangan.

Parameter tersebut diperoleh dari jumlah pukulan terhadap penetrasi konus, yang dapat dipergunakan untuk mengidentifikasi pertapisan tanah.

Dalam proyek gedung parkir ini yang menjadi rujukan untuk pengerjaan tugas akhir ini, data tanah yang didapatkan adalah dari hasil tes SPT. Setelah mengadakan penyelidikan tanah, maka selanjutnya dipilih jenis pondasi yang digunakan.

2.2.3.1 Korelasi *Sand Penetration Test* (SPT)

Korelasi SPT digunakan pada tugas akhir ini karena data tanah yang didapat adalah hasil dari SPT. Bowles (1983) dalam Wahyudi (1999) mengemukakan bahwa ada korelasi antara nilai pukulan (N) pada SPT dengan parameter tanah lainnya, terlihat pada Tabel 2.1 dan Tabel 2.2 dibawah ini:

Tabel 2.1 Korelasi Nilai N pada tanah *Cohesionless*

| | | | | | |
|-------------------------------|-------------------|--------------|---------------|--------------|-------------------|
| N | 0-3 | 4-10 | 11-30 | 31-50 | >50 |
| γ (kN/m ³) | - | 16-25 | 14-18 | 16-20 | 18-23 |
| ϕ | 0 | 25-32 | 28-36 | 30-40 | >33 |
| State | <i>Very Loose</i> | <i>Loose</i> | <i>Medium</i> | <i>Dense</i> | <i>Very Dense</i> |
| Dr (%) | 0-15 | 15-35 | 35-65 | 65-85 | 85-100 |

Sumber: Bowles (1983)

Tabel 2.2 Korelasi Nilai N pada tanah *Cohesive*

| | | | | | |
|-------------------------------|------------------|-------------|---------------|--------------|-------------|
| N | < 4 | 4-6 | 6-15 | 16-25 | >25 |
| γ (kN/m ³) | 14-16 | 16-18 | 16-18 | 16-20 | 18-23 |
| qu (kPa) | < 25 | 20-50 | 30-60 | 40-200 | >100 |
| Consistency | <i>Very soft</i> | <i>Soft</i> | <i>Medium</i> | <i>Stiff</i> | <i>Hard</i> |

Sumber: Bowles (1983)

2.2.4 Struktur Tanah

Struktur tanah didefinisikan sebagai susunan geometrik butiran tanah. Diantara faktor-faktor yang mempengaruhi struktur tanah adalah bentuk, ukuran, dan komposisi mineral dari butiran tanah serta sifat dan komposisi dari air tanah. Secara umum, tanah dapat dimasukkan ke dalam dua kelompok yaitu: tanah tak berkohesi dan tanah kohesif. Struktur tanah untuk tiap-tiap kelompok akan diterangkan dibawah ini.

Struktur tanah tak berkohesi pada umumnya dapat dibagi dalam dua katagori pokok: struktur butir tunggal dan struktur sarang lebah. Pada struktur butir tunggal, butiran tanah berada dalam posisi stabil dan tiap-tiap butir bersentuhan satu terhadap yang lain. Bentuk dan pembagian ukuran butiran tanah serta kedudukannya mempengaruhi sifat kepadatan tanah. Untuk suatu susunan dalam keadaan yang sangat lepas, angka pori adalah 0,91. Tetapi, angka pori berkurang menjadi 0,35 bilamana butiran bulat dengan ukuran sama tersebut diatur sedemikian rupa hingga susunan menjadi sangat padat. Keadaan tanah asli berbeda dengan model diatas karena butiran tanah asli tidak mempunyai bentuk dan ukuran yang sama. Pada tanah asli, butiran dengan ukuran terkecil menempati rongga diantara butiran besar. Keadaan ini menunjukkan kecenderungan terhadap pengurangan angka pori tanah. Tetapi, ketidakrataan bentuk butiran pada umumnya menyebabkan adanya kecenderungan terhadap penambahan angka pori dari tanah. Sebagai akibat dari dua faktor tersebut di atas, maka angka pori tanah asli kira-kira masuk dalam rentang yang sama seperti angka pori yang didapat dari model tanah dimana bentuk dan ukuran butiran adalah sama.

Pada struktur sarang lebah, pasir halus dan lanau membantu lengkung-lengkungan kecil hingga merupakan rantai butiran. Tanah yang mempunyai struktur sarang lebah mempunyai angka pori besar dan biasanya dapat mamikul beban statis yang tak begitu besar. Tetapi, apabila stuktur tersebut dikenai beban berat atau apabila dikenai beban getar, struktur tanah akan rusak dan menyebabkan penurunan yang besar.

2.3 Metode Perkuatan Tanah

Perkuatan tanggul dermaga ini dapat dilakukan dengan cara mengurangi gaya yang meruntuhkan yang bekerja menabah kekuatan geser tanah atau kombinasi keduanya. Metode yang digunakan untuk perkuatan/stabilisasi yang biasa digunakan adalah dinding penahan tanah.

2.3.1 Dinding Penahan Tanah

Dinding penahan tanah adalah suatu konstruksi yang berfungsi untuk menahan tanah lepas atau alami dan mencegah keruntuhan tanah yang miring atau lereng yang kemantapannya tidak dapat dijamin oleh lereng tanah itu sendiri. Tanah yang tertahan memberikan dorongan secara aktif pada struktur dinding sehingga struktur cenderung akan terguling atau akan tergeser. Sebagian besar bentuk konstruksi dinding penahan tanah adalah tegak (vertikal) atau hampir tegak kecuali pada keadaan tertentu yang memakai dinding penahan tanah dibuat condong kearah urugan.

2.3.2 Jenis-Jenis Dinding Penahan Tanah

a. Dinding Gravitasi (*Gravity Wall*)

Dinding ini biasanya dibuat dari beton murni (tanpa tulangan) atau dari pasangan batu kali. Stabilitas-stabilitasnya konstruksinya diperoleh hanya dengan mengandalkan berat sendiri konstruksinya. Biasanya tinggi dinding tidak lebih dari 4 m (empat meter).

b. Dinding Penahan Kantilevert (*Cantilever Retaining Wall*)

Dinding ini terbuat dari beton bertulang yang tersusun dari suatu dinding vertikal dan tapak lantai. Masing-masing berperan sebagai balok atau plat kantiliever. Stabilitas konstruksinya diperoleh dari berat sendiri dinding penahan dan berat tanah diatas tumit tapak(*hell*). Terdapat 3 bagian struktur yang berfungsi sebagai kantilever, yaitu bagian dinding vertikal (*steem*) tumit tapak dan ujung kaki tapak (*toe*) tumit tapak dan ujung kaki tapak (*toe*). Biasanya ketinggian dinding ini tidak lebih dari 6-7 meter.

c. Dinding Kontrafort (*Countefort Wall*)

Kontrafort berfungsi sebagai pengikat tarik dinding vertikal dan ditempatkan pada bagian timbunan dengan interval jarak tertentu. Dinding kontrafort akan lebih ekonomis digunakan bila ketinggian dinding lebih dari 7 m (tujuh meter).

d. Dinding Butters (*Butters Wall*)

Dinding ini hampir sama dengan dinding kontrafort, hanya bedanya bagian kontrafort diletakkan di depan dinding. Dalam hal ini, struktur kontrafort berfungsi memikul tegangan tekanan pada dinding ini, bagian tumit lebih pendek dari pada bagian kaki stabilitas konstruksinya diperoleh dari berat sendiri dinding penahan dan berat tanah diatas tumit tapak. Dinding ini lebih ekonomis untuk ketinggian lebih dari 7 m (tujuh meter).

2.3.3 Tekanan Tanah Lateral

Tekanan tanah lateral adalah sebuah parameter perencanaan yang penting di dalam sejumlah persoalan teknik pondasi. Dinding penahan dan dinding turap (*sheet pile wall*), galian yang diperkokoh (*braced excavation*) dan galian tidak diperkokoh (*unbraced excavation*), tekanan tanah (*grain pressure*) pada dinding diafragma, dan lain-lain. Semuanya ini memerlukan perkiraan tekanan lateral secara kuantitatif pada pekerjaan konstruksi, baik untuk analisa perencanaan maupun analisa stabilitas (Joseph E. Bowles, 1988). Tekanan tanah lateral dapat dibagi menjadi tiga jenis, yaitu :

- a. Jika dinding tidak bergerak K menjadi koefisien tekanan tanah diam (K_0)
- b. Jika dinding bergerak menekan ke arah tanah hingga runtuh, koefisien K mencapai nilai maksimum yang disebut tekanan tanah pasif (K_p)
- c. Jika dinding menjauhi tanah, hingga terjadi keruntuhan, maka nilai K mencapai minimum yang disebut tekanan tanah aktif (K_a)

Menurut Teori Rankine (1987)

Teori Rankine berasumsi bahwa :

- a. Tidak ada adhesi atau friksi antar dinding dengan tanah (friksi sangat kecil sehingga diabaikan)
- b. Tekanan lateral terbatas hanya untuk dinding vertikal 90° .
- c. Kelongsoran terjadi sebagai akibat dari pergeseran tanah yang ditentukan oleh sudut geser tanah (\emptyset).
- d. Tekanan lateral bervariasi linier terhadap kedalaman dan resultan tekanan yang berada pada sepertiga tinggi dinding, diukur dari dasar dinding
- e. Resultan gaya bersifat paralel terhadap permukaan urugan.

2.3.3.1 Tekanan Tanah Aktif (K_a) (dengan kohesi nol, $C=0$)

Suatu dinding penahan tanah dalam keseimbangan menahan tekanan tanah horizontal, tekanan tanah dapat dievaluasi dengan menggunakan koefisien tekanan tanah K_a .

Untuk mendapatkan tekanan tanah horizontal K_a adalah konstanta yang fungsinya mengubah tekanan vertical tersebut menjadi tekanan horizontal. Oleh karena itu tekanan horizontal dapat dituliskan sebagai berikut :

$$Pa = \frac{1}{2} K_a \gamma H^2 \quad (2.1)$$

Dimana harga K_a

Untuk tanah datar adalah :

$$K_a = \frac{1 - \sin \emptyset}{1 + \sin \emptyset} = \tan^2 \left(45 - \frac{\emptyset}{2} \right) \quad (2.2)$$

Tekanan tanah aktif berkohesi

Kohesi (kelekatan tanah) mempunyai pengaruh mengurangi tekanan aktif tanah sebesar $2c\sqrt{K_a}$. Jadi dapat dirumuskan menjadi seperti berikut ini :

$$Pa = K_a \gamma H^2 - 2c\sqrt{K_a} \quad (2.3)$$

2.3.3.2 Tekanan Tanah Pasif (K_p) Menurut Rankine

Pada dinding penahan tanah menerima tekanan tanah pasif yang dapat menahan tekanan tanah aktif. Tekanan tanah pasif (K_p) yang besarnya sebagai berikut :

$$K_p = \frac{1 - \sin \phi}{1 + \sin \phi} = \tan^2 \left(45 + \frac{\phi}{2} \right) \quad (2.4)$$

Maka tahanan pasif suatu tanah datar tanpa kohesi ($C=0$)

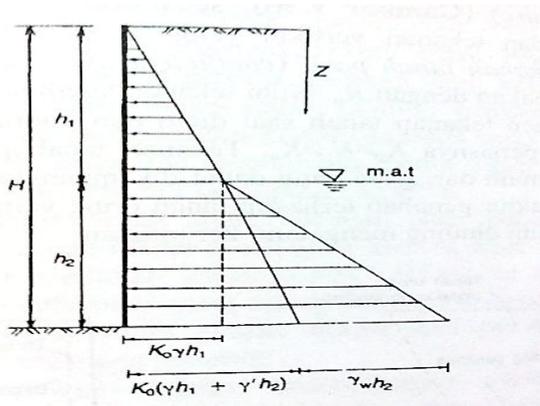
$$P_p = \frac{1}{2} K_p \gamma H^2 \quad (2.5)$$

Tahanan pasif suatu tanah datar dengan kohesi

$$P_p = \frac{1}{2} K_p \gamma H^2 - 2c\sqrt{K_p} \quad (2.6)$$

2.3.3.3 Tekanan Tanah dalam keadaan diam (K_0)

Pada saat dinding penahan tanah dalam keadaan diam, yaitu saat dinding tidak bergerak kesalah satu arah horizontal, maka massa tanah berada dalam keadaan keseimbangan elastis (*elastic equilibrium*). Rasio tekanan arah horizontal dan vertical dinamakan “koefisien tanah dalam keadaan tanah diam (*coefficient of earth preasure at rest*), K_0 , atau



Gambar 2.1 Distribusi Tekanan Tanah Lateral
(Sumber Hardiyatmo 2007)

$$K_0 = \frac{\sigma_h}{\sigma_v} \quad (2.7)$$

Karena $\sigma_v = \gamma Z$, maka $\sigma_h = K_0 \gamma Z$

Untuk tanah berbutir, keadaan tanah dalam keadaan diam dapat dihitung oleh hubungan empiris yang di perkenalkan oleh Jaky (1944).

$$K_0 = 1 - \sin\phi \quad (2.8)$$

Brooker dan Ireland (1965) mengemukakan hubungan empiris untuk menghitung K_0 dari tanah lempung yang terkonsolidasi normal

$$K_0 = 0,95 - \sin\phi \quad (2.9)$$

Untuk tanah lempung yang terkonsolidasi normal, persamaan empiris yang lain untuk K_0 juga di kemukakan oleh Alpan (1967):

$$K_0 = 0,19 + 0,223 \text{ Log } (PI) \quad (2.10)$$

Keterangan : PI = Indeks Plastis

P_a = tekanan tanah aktif total (kN)

P_p = tekanan tanah pasif total (kN)

H = tinggi dinding penahan tanah (m)

γ = berat volume tanah urug (kN/m^2)

2.3.4 Analisa Stabilitas Dinding

Disaat gaya geser suatu titik dalam tanah telah melebihi atau seimbang dengan gaya geser tanah, titik tersebut akan mengalami keruntuhan atau sedang dalam keadaan kritis. Disaat banyak titik runtuh bersatu membentuk suatu bidang, maka bidang keruntuhan akan mengalami *collapse*. Hal ini biasa disebut dengan *overall shear failure*.

2.3.5 Perhitungan Displacement

2.3.5.1 Metoda Broms

Metode broms (1964a) dapat digunakan untuk menghitung defleksi lateral tiang yang berada pada lapisan tanah homogeny dan murni berupa tanah kohesif (lempung jenuh, $\phi = 0$) atau granuler (pasir, $c = 0$).

Untuk tanah kohesif letak jepit maksimum nilai

$$ZF = 1.8 T \quad (2.11)$$

$$\text{Dengan nilai } T = \sqrt[5]{\frac{EI}{n_h}} \quad (2.12)$$

$$\text{Sehingga nilai } H_u = \frac{M_{max}}{Z_f} \quad (2.13)$$

1. Tiang dalam tanah kohesif

Untuk tiang dalam tanah kohesif tiang dikaitkan dengan factor tak berdimensi βL , dengan

$$\beta = \left(\frac{kh d}{4 E_p I_p} \right) \quad (2.14)$$

dengan :

β = faktor

kh = koefisien reaksi subgrade (KN/m³)

kh = nh (z/d)

nh = koefisien reaksi subgrade (KN/m³) tabel 2.5

Dan tabel 2.6

z = kedalaman dari permukaan tanah (m)

d = diameter tiang (m)

E_p = modulus elastis tiang (KN/m²)

I_p = momen inersia dari penampang tiang (m⁴)

Tabel 2.3 Nilai nh untuk tanah granuler (C=0)

(Hardiyatmo, 2010)

| Kerapatan relative (Dr | Tak padat | sedang | Padat |
|---|--------------|---------------|----------------|
| Interval nilai A | 100-300 | 300-1000 | 1000-2000 |
| Nilai A dipakai | 200 | 600 | 1500 |
| Nh, pasir kering atau lembab (terzaghi) (KN/m ³) | 2425 | 7275 | 19400 |
| Nh pasir terendam air (KN/m ³) terzaghi reese et al | 1386 5300 | 4850 16300 | 11779 34000 |

Defleksi ujung tiang di permukaan tanah (y_0) dinyatakan dengan persamaan sebagai berikut :

- a. Tiang ujung bebas berlakukan seperti tiang pendek, bila $\beta L < 1.5$ dengan besarnya defleksi tiang dipermukaan tanah :

$$y_0 = \frac{4 H (1+1.5 e/L)}{k h d l} \quad (2.15)$$

Rotasi tiang (Θ)

$$\Theta = \frac{6 H (1+1.5 e/L)}{k h d L} \quad (2.16)$$

dengan :

H = beban lateral (Kn)

e = jarak beban terhadap muka tanah (kn/m²)

L = Panjang Tiang (m)

- b. Tiang ujung jepit dianggap berkelakuan seperti tiang pendek bila $\beta L < 0.5$.

$$y_0 = \frac{H}{k h d L} \quad (2.17)$$

- c. Tiang ujung bebas dianggap seperti tiang panjang (tidak kaku), bila $\beta L < 2.5$ defleksi tiang dipermukaan tanah :

$$y_0 = \frac{2 H \beta (e\beta+1)}{k h d} \quad (2.18)$$

Rotasi tiang (Θ)

$$\Theta = \frac{2 H \beta^2 (1+2 e \beta)}{k h d} \quad (2.19)$$

- d. Tiang ujung jepit dianggap sebagai tiang panjang (tidak kaku) bila $\beta L < 1.5$, dengan :

$$y_0 = \frac{H \beta}{k h d} \quad (2.20)$$

2. Tanah dalam tanah granuler

Untuk tiang dalam tanah granuler, defleksi tiang akibat beban lateral dikaitkan dengan besaran tak berdimensi ωL dengan :

$$\alpha = \left(\frac{nh}{Ep Ip} \right)^{1/5} \quad (2.21)$$

- a. Tiang ujung bebas dan ujung jepit dianggap sebagai tiang pendek (kaku), bila $\omega L < 2$.

Defleksi lateral tiang ujung bebas dipermukaan tanah

$$y_0 = \frac{18 H (1+1.33e/L)}{L^2 nh} \quad (2.22)$$

Rotasi tiang (Θ)

$$\Theta = \frac{24 H (1+1.5e/L)}{L^3 nh} \quad (2.23)$$

Defleksi lateral tiang ujung jepit

$$y_0 = \frac{2 H}{L^2 nh} \quad (2.24)$$

- b. Tiang ujung bebas dan ujung jepit dianggap sebagai tiang panjang (tidak kaku) bila $\omega L > 4$.

Defleksi lateral tiang ujung bebas (Paulo dan davis, 1980)

$$y_0 = \frac{2.4 H}{(nh)^{3/5} (Ep Ip)^{2/5}} + \frac{1.6 He}{(nh)^{2/5} (Ep Ip)^{3/5}} \quad (2.25)$$

Rotasi tiang (Θ)

$$\Theta = \frac{1.6 H}{(nh)^{2/5} (Ep Ip)^{3/5}} + \frac{1.74 He}{(nh)^{1/5} (Ep Ip)^{4/5}} \quad (2.26)$$

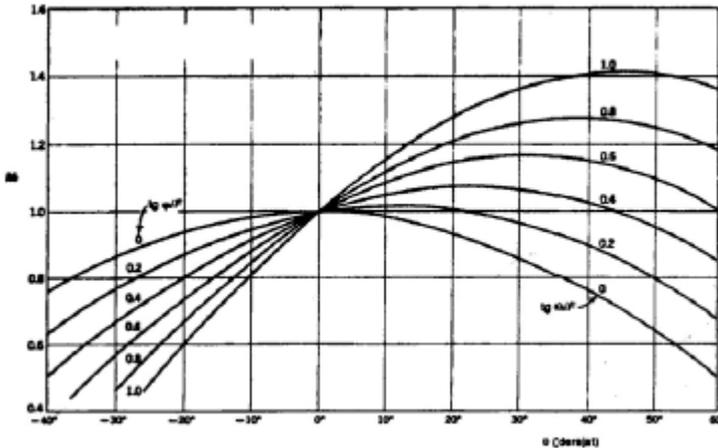
Defleksi lateral tiang ujung jepit

$$y_0 = \frac{0.93H}{(nh)^{3/5} (Ep Ip)^{2/5}} \quad (2.27)$$

2.3.6 Metode Bishop disederhanakan

Metode Bishop ini menggunakan cara coba-coba, tetapi hasil hitungan lebih teliti, untuk memudahkan perhitungan dapat digunakan nilai fungsi M_i , dimana:

$$M_i = \cos \theta_i (1 + \operatorname{tg} \theta_i \operatorname{tg} \varphi' / F)$$



Gambar 2.2 Diagram Menentukan Nilai M_i (Janbu dkk,1956)

Lokasi lingkaran longsor kritis metode bishop(1995), biasanya mendekati hasil lapangan, karena itu metode ini lebih disukai. Cara coba-coba diperlukan untuk menentukan bidang longsor dengan F terkecil.

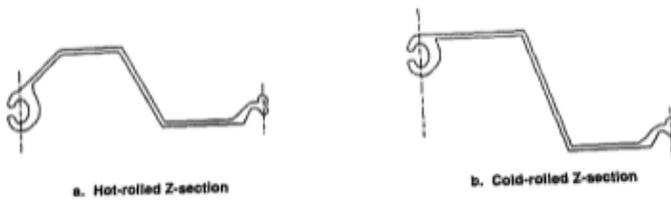
2.4 Dinding Penahan Tanah Turap

Dinding-dinding turap pada umumnya bergantung pada tahanan pasif tanah untuk mempertahankan keseimbangan. Persoalan dengan turap adalah untuk menentukan kedalaman turap yang harus dipancang supaya stabil dan ekonomis. Apabila tanah yang harus ditahan tinggi, maka biasanya akan perlu diikat kebelakang didekat permukaan. Untuk kedalaman-kedalaman yang kecil, turap dapat bekerja sebagai suatu kantilever.

Sheet pile baja sangat umum digunakan karena lebih menguntungkan dan mudah penanganannya, baik digunakan untuk bangunan permanen maupun sementara, turap ini sangat

banyak digunakan, karena turap ini memiliki banyak kelebihan diantaranya:

- Mudah dalam penanganannya.
- Kuat menahan gaya-gaya benturan pada saat pemancangan.
- Bahan ini relative ringan.
- Turap ini dapat digunakan berulang kali.
- Memiliki keawetan yang tinggi.
- Mudah penyambungannya.



Gambar 2.3 Turap Baja

2.4.1 Perancangan Dinding Turap

- **Gaya-gaya yang bekerja pada turap**

Pada sebuah konstruksi turap, gaya-gaya yang bekerja dapat digolongkan menjadi dua, yaitu :

- Tekanan tanah aktif (P_a)

Yang dimaksud dengan tekanan tanah aktif adalah tekanan tanah lateral minimum yang mengakibatkan keruntuhan geser tanah akibat gerakan dinding menjauhi tanah dibelakangnya (Hary Christady, 1996)

- Tekanan tanah pasif (P_p)

Yang dimaksud dengan tekanan tanah pasif adalah tekanan tanah lateral maksimum yang mengakibatkan keruntuhan geser tanah akibat gerakan dinding menekan tanah urug (Hary Christady, 1996)

- **Analisis Gaya yang Bekerja pada Turap**

Seperti yang sudah dijelaskan sebelumnya bahwa turap mengalami gaya-gaya, yaitu tekanan aktif dan tekanan tanah pasif. Gaya-gaya inilah yang selalu bekerja pada sebuah konstruksi turap. Koefisien tekanan tanah dapat dilihat pada rumus dibawah ini

$$K_a = \tan^2\left(45 - \frac{\theta}{2}\right)$$

$$K_p = \frac{1}{K_a}$$

Dimana :

K_a adalah koefisien tekanan tanah aktif

K_p adalah koefisien tekanan tanah pasif

θ adalah sudut geser dalam

Sementara itu tekanan tanah aktif dan tekanan tanah pasif merupakan luasan dari diagram tekanan tanah yang terjadi dikalikan dengan koefisien tekanan tanahnya. Contoh :

- Bila diagram tekanan tanahnya berbentuk segiempat $P_a = \gamma \times H^2 \times K_a$

- Bila diagram tekanan tanahnya berbentuk segitiga $P_a = 0,5 \times \gamma \times H^2 \times K_a$

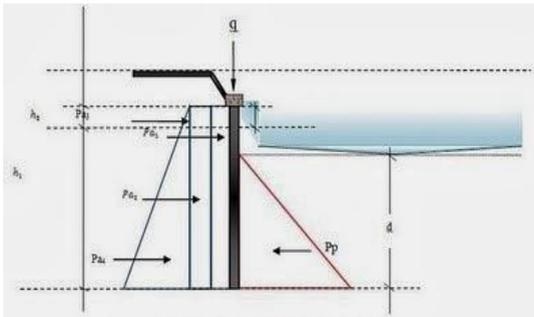
Dimana :

γ adalah berat volume tanah

H adalah kedalaman titik yang ditinjau dari permukaan tanah

K_a adalah koefisien tekanan tanah aktif

Begitu juga dengan rumus untuk menghitung tekanan tanah pasif.
Analogi dengan rumus tekanan tanah pasif.



Gambar 2.4 Distribusi tekanan pada konstruksi turap

2.5 Metode Pelaksanaan Pekerjaan

Metode Pelaksanaan *Sheet Pile* menggunakan alat bantu dalam pemasangan, seperti *pile guide*, *crawler crane*, dan *vibro hammer*.

2.5.1 Pengertian *Sheet Pile* dan *Pile Guide*

Sheet Pile adalah dinding vertikal relatif tipis yang berfungsi untuk menahan tanah dan untuk menahan masuknya air ke dalam lubang galian. Bagian dari struktur yang digunakan untuk menerima dan mentransfer (menyalurkan) beban dari struktur atas ke tanah penunjang yang terletak pada kedalaman tertentu. *Sheet Pile* bentuknya panjang dan langsing yang menyalurkan beban ke tanah yang lebih dalam. Bahan utama dari *Sheet pile* adalah kayu, baja, dan beton.

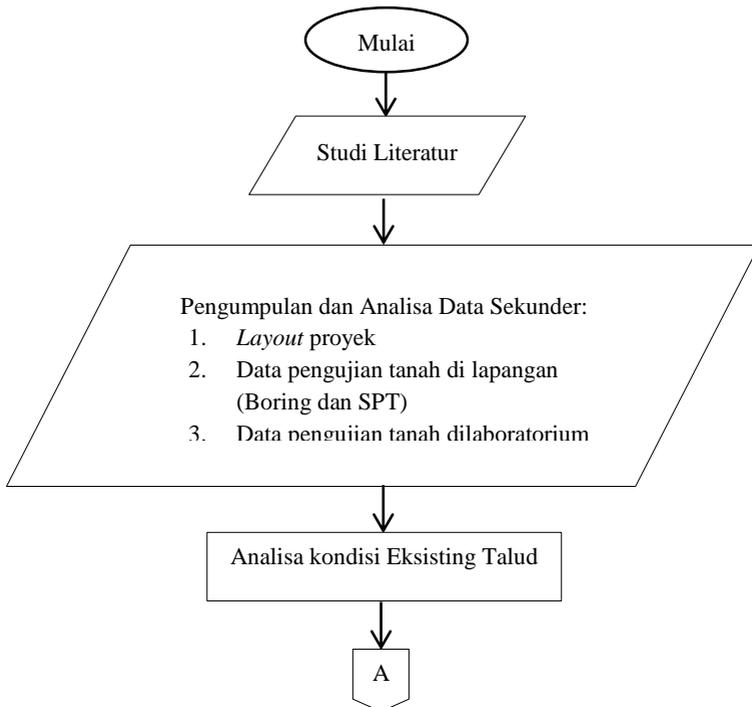
Pile Guide adalah Alat bantu dalam proses pemancangan *sheet pile*, agar dalam proses pemancangan *sheet pile* tidak keluar jalur yang telah ditentukan. *Pile Guide* ini hanyalah sebagai as jalur pemasangan *sheet pile*, dalam praktek pemasangannya kadang menemui kendala jika jalur pemasangan *sheet* tidak lurus, dikarenakan *pile guide* ini berbentuk lurus saja.

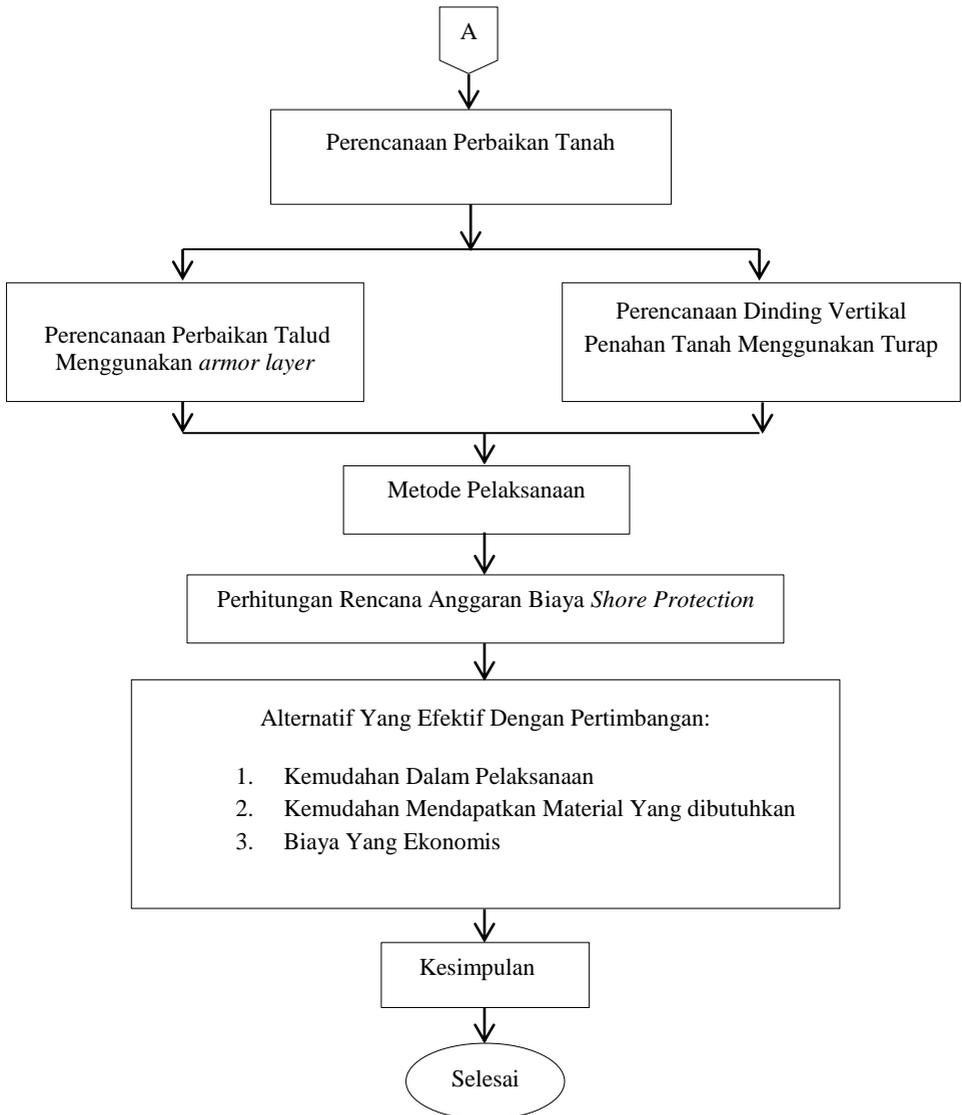
“Halaman Sengaja Di Kosongkan”

BAB III METODOLOGI

3.1 Bagan Alur

Bab ini menerangkan langkah-langkah yang akan dilakukan dalam mengerjakan perencanaan tugas akhir ini. Langkah-langkah awal yang dilakukan antara lain studi literature pengamatan dan pencarian data kepada komponen-komponen yang berkaitan dengan topik studi untuk mendapatkan data yang dibutuhkan guna menunjang perhitungan dan analisa desain. Gambar 3.1 berikut ini adalah diagram alur dalam penulisan Tugas Akhir Perbaikan Tanah Kelongsoran pada proyek PT. AKR Corporindo Tbk.





Gambar 3.1 Diagram Alur Metodologi

3.2 Rangkaian Kegiatan Perencanaan

Rangkaian kegiatan perencanaan yang dilakukan dalam penulisan tugas akhir adalah :

3.2.1 Identifikasi Masalah

Mengetahui dan memahami masalah-masalah dengan menggunakan metode perbaikan tanah turap dan *armor layer* untuk menunjang penentuan metode pelaksanaan.

3.2.2 Studi Literatur

Studi Literatur dalam sebuah perencanaan mempunyai tujuan yaitu mengumpulkan referensi yang diperlukan untuk mendapatkan gambaran yang menyeluruh tentang desain sebuah perkuatan kelongsoran. Adanya referensi akan mempermudah dan membantu dalam penyelesaian perbaikan ini. Referensi yang ada, bisa didapatkan dari berbagai macam sumber, dimulai dari kuliah, buku-buku yang berhubungan dengan perbaikan tersebut, jurnal, dan internet. Berikut ini adalah bahan yang nantinya akan digunakan sebagai acuan dalam melakukan perbaikan :

1. Teori perencanaan *sheet pile* dan *shore protection*
2. Metode perbaikan tanah
3. Metode pelaksanaan pekerjaan *sheet pile* dan *armor layer*

3.2.3 Pengumpulan dan Analisa Data Sekunder

Data-data yang dipakai dalam perencanaan ini adalah data sekunder yang didapat dari instansi terkait atau hasil survei dari pihak lain. Beberapa data yang diperlukan dalam proses perhitungan antara lain :

1. Layout Lokasi
2. Data Pengujian Tanah di Lapangan (BOR dan SPT)

Tabel 3.1 Parameter Data Tanah Untuk Perhitungan

| DEPTH (m) | | | Thickness m | N_{DPT} | Type of Soil | γ_{sat} t/m ³ | γ_{dry} t/m ³ | γ' t/m ³ | ϕ^o | c_u t/m ² | c' t/m ² | v | E t/m ² | Cc | Wc % | Cv cm ² /s | e |
|--------------|-----|-------|----------------|-----------|-------------------|------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------|----------|---------------------------|--------------------------|------|-----------------------|------|---------|--------------------------|------|
| 0 | s/d | -8,0 | 8 | 1 | Lanau Kelempungan | 1,55 | 0,87 | 0,56 | 1 | 0,31 | 0,21 | 0,20 | 138,00 | 0,59 | 78,07 | 2,71,E-04 | 2,11 |
| -8,0 | s/d | -14,0 | 6 | 9 | Pasir Kelanauan | 1,53 | 0,84 | 0,53 | 20 | 1,00 | 0,67 | 0,20 | 1050,00 | 0,62 | 82,04 | 2,43,E-04 | 2,22 |
| -14,0 | s/d | -22,0 | 8 | 8 | Lanau Kelempungan | 1,64 | 1,02 | 0,84 | 6 | 1,83 | 1,22 | 0,20 | 345,00 | 0,44 | 61,48 | 5,17,E-04 | 1,02 |
| -22,0 | s/d | -35,0 | 13 | 12 | Lanau Kelempungan | 1,73 | 1,16 | 0,73 | 10 | 2,50 | 1,67 | 0,30 | 500,00 | 0,33 | 49,56 | 6,57,E-04 | 1,34 |
| -35,0 | s/d | -64,0 | 29 | 24 | Lanau Kelempungan | 1,96 | 1,53 | 0,96 | 20 | 9,11 | 6,07 | 0,20 | 590,00 | 0,14 | 28,43 | 1,95,E-03 | 0,77 |
| -64,0 | s/d | -80,0 | 16 | 30 | Lanau Kelempungan | 2,00 | 1,59 | 1,00 | 25 | 10,00 | 6,67 | 0,20 | 1400,00 | 0,12 | 26,09 | 3,84,E-03 | 0,71 |

Tabel 3.2 : Bor dan SPT

Bore No. : B-2
 Project : BREASTING DOLPHIN PT. AIR
 Location : NELAM UTARA PELABUHAN TANJUNG PERAK SURABAYA
 Elevation : -3.00 m LWS
 of sea bed

Coordinates of GPS (UTM) X = 0089609
 Y = 8203963
 Diameter of Bore : 75 mm
 Diameter of Casing : 88 mm

BORE LOG

| DEPTH (m) | BORE LOG | Standard Penetration Test (SPT) N/30 cm | DESCRIPTION | COLOUR | SPT Value Depth sample (Blow/30 cm) | Grain Size Analysis (%) | | | |
|--------------|----------|---|-----------------------|--------|---|-------------------------|-------------|-------------|-------------|
| | | | | | | Gravel (%) | Sand (%) | Silt (%) | Clay (%) |
| 0 | | | | | | | | | |
| 1 | | 1 | Lanau Kelempungan | | 0 + 1 + 0 = 1 1,00 - 1,50 m | 0,00 | 1,68 | 64,68 | 43,77 |
| 2 | | 5 | | | 0 + 1 + 0 = 1 4,00 - 4,50 m | 0,00 | 3,02 | 63,48 | 43,48 |
| 3 | | 9 | | | 0 + 1 + 0 = 1 7,00 - 7,50 m | 0,00 | 6,68 | 64,98 | 38,46 |
| 4 | | 10 | Lanau, Pasir, Lempung | | 3 + 7 + 3 = 10 10,00 - 10,50 m | 1,38 | 32,72 | 48,88 | 18,00 |
| 5 | | 19 | | | 3 + 3 + 6 = 9 13,00 - 13,50 m | 0,31 | 61,01 | 38,88 | 0,00 |
| 6 | | 18 | Pasir Kelanauan | | 2 + 3 + 5 = 8 16,00 - 16,50 m | 0,00 | 0,11 | 68,18 | 43,71 |
| 7 | | 14 | | | 3 + 5 + 6 = 11 19,00 - 19,50 m | 0,00 | 0,88 | 64,30 | 44,83 |
| 8 | | 14 | Lanau Kelempungan | | 3 + 6 + 6 = 14 22,00 - 22,50 m | 0,00 | 0,08 | 64,31 | 45,81 |
| 9 | | 11 | | | 4 + 7 + 10 = 17 25,00 - 25,50 m | 0,00 | 0,24 | 66,14 | 44,82 |
| 10 | | 13 | Lanau Kelempungan | | 4 + 6 + 7 = 13 28,00 - 28,50 m | 0,00 | 0,09 | 63,88 | 48,08 |
| 11 | | 16 | | | 5 + 7 + 9 = 16 31,00 - 31,50 m | 0,00 | 0,08 | 64,48 | 45,43 |
| 12 | | 19 | Lanau Kelempungan | | 6 + 8 + 11 = 19 34,00 - 34,50 m | 0,00 | 0,09 | 64,88 | 46,06 |
| 13 | | 23 | | | 6 + 8 + 16 = 23 37,00 - 37,50 m | 0,00 | 0,62 | 63,88 | 46,81 |
| 14 | | 22 | Lanau Kelempungan | | 7 + 9 + 13 = 22 40,00 - 40,50 m | 0,00 | 0,98 | 63,33 | 46,88 |
| 15 | | 22 | | | | | | | |

3.2.4 Perencanaan Geoteknik

Dalam perencanaan ini, hal pertama yang dilakukan adalah mengetahui jenis tanah dari hasil penyelidikan tanah dilapangan dan laboratorium. Setelah mengetahui hasil dari lapangan maupun laboratorium, maka dapat dipilih metode yang bagaimana yang dapat digunakan.

3.2.5 Perencanaan Konstruksi *Shore Protection*

Alternatif yang digunakan dalam perencanaan ini menggunakan turap baja dan *armor layer* yang di rencanakan dapat menahan tekanan tanah diwaktu pelaksanaan maupun setelah selesai pelaksanaan. Yang perlu diperhatikan dalam perencanaan turap baja dan *armor layer* adalah :

1. Gaya aktif yang bekerja.
2. Momen yang terjadi pada tekanan tanah.
3. Kedalaman turap yang masuk kedalam tanah.
4. Berat batu kosong yang akan digunakan.
5. Panjang dan diameter yang dipakai

3.3 Kontrol Perhitungan Stabilitas

Dengan kemiringan lereng yang direncanakan akan dicek kestabilanya terhadap tanah dasar menggunakan program bantu berupa geoslope untuk mengetahui angka keamananya (SF). Tiap variasi kemiringan akan dicek hingga mendapatkan kemiringan yang efisien dalam perencanaanya.

3.4 Metode Pelaksanaan

Metode pelaksanaan merupakan tahapan pelaksanaan pekerjaan, khususnya yang akan dibahas dalam studi ini adalah tahapan-tahapan pelaksanaan pekerjaan perbaikan kelongsoran talud yang telah direncanakan sebelumnya. Untuk metode pelaksanaan pekerjaan turap dan *armor layer* dilakukan melalui jalur laut yaitu dengan menggunakan alat berat berupa *vibro hammer* dan *crawler crane* atau *service crane*, yang di bantu kapal penarik berupa kapal ponton/tongkang.

3.5 Analisa Biaya

Setelah dimensi dan volume pekerjaan didapat dari hasil perencanaan, akan dianalisa anggaran biaya yang harus dikeluarkan untuk dapat melaksanakan pekerjaan tersebut.

3.6 Kesimpulan

Pada kesimpulan ini akan memperlihatkan hasil perhitungan perencanaan dari awal hingga akhir seperti yang telah dipaparkan sesuai dengan alur *flow chart* diatas tentang perencanaan perbaikan kelongsoran talud.

BAB IV

ANALISA PARAMETER TANAH

4.1 Umum

Dalam bab ini akan dibahas mengenai analisa parameter tanah dengan tujuan untuk mengelompokkan jenis tanah yang beragam dilapangan berdasarkan hasil pengujian tanah di lapangan. Analisa yang digunakan berupa pengolahan data dengan membuat statigrafi nilai parameter tanah.

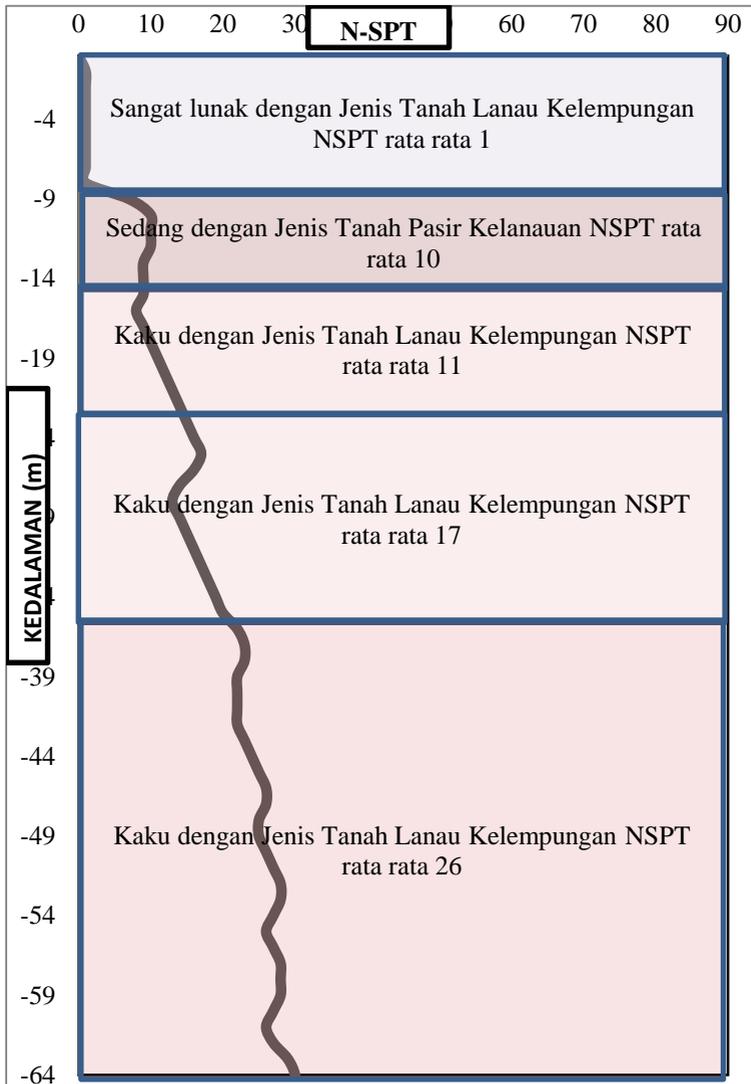
4.2 Data Tanah Dasar

4.2.1 Lokasi Pengambilan Data Tanah

Data tanah yang digunakan adalah data dari hasil Boring dan *Standard Penetration Test* (SPT), oleh PT. AKR Corporindo Tbk Nilam Utara di lokasi Pelabuhan Tanjung Perak Surabaya, dengan kedalaman sampai dengan -80.00 m dari *sea bed*.

4.2.2 Data *Standard Penetration Test* (SPT)

Berdasarkan hasil tes SPT yang telah dilakukan oleh PT. AKR Nilam, terdapat 2 titik pengujian pengambilan data SPT yaitu B1 dan B2. Dilakukan pengujian laboratorium dari salah satu titik uji sampel SPT tersebut. Konsistensi tanah seperti tersaji dalam table 3.1.



Gambar 4.1 Grafik Butir hasil N-SPT Lapangan

4.2.3 Penentuan Parameter Tanah

Tabel 4.1 Parameter Tanah Untuk Tanah Kelempungan.

| Konsistensi tanah | Taksiran harga kekuatan geser | | Taksiran harga | Taksiran harga tahanan (dari Sondir) | |
|--------------------------|-------------------------------|---------------------|----------------|--------------------------------------|--------------|
| | kPa | ton/ m ² | | kg/cm ² | kPa |
| Sangat lunak (very soft) | 0 – 12.5 | 0 – 1.25 | 0 – 2.5 | 0 – 10 | 0 – 1000 |
| Lunak (soft) | 12.5 – 25 | 1.25 – 2.5 | 2.5 – 5 | 10 – 20 | 1000–2000 |
| Menengah (medium) | 25 – 50 | 2.5 – 5. | 5 – 10 | 20– 40 | 2000 –4000 |
| Kaku (stiff) | 50 – 100 | 5.0 – 10. | 10 – 20 | 40 –75 | 4000 – 7500 |
| Sangat kaku (very stiff) | 100 – 200 | 10. – 20. | 20 – 40 | 75– 150 | 7500 – 15000 |
| Keras (hard) | > 200 | > 20. | > 40 | > 150 | > 15000 |

Sumber : Mochtar (2006), revised (2012)

4.2.4 Penentuan Poisson's Ratio (ν)

Nilai poisson ratio ditentukan sebagai rasio kompresi terhadap regangan pemuaian lateral. Nilai *poisson ratio* dapat ditentukan berdasar jenis tanah seperti yang terlihat pada Tabel 4.2 di bawah ini merupakan *poisson ratio* untuk beberapa material :

Tabel 4.2 Hubungan Antara Jenis Tanah Dan Poisson Ratio (Bowles Analisis dan Desain Pondasi Jilid 1, 1997 hal 95)

| Jenis Tanah | Angka Poisson |
|-------------------|---------------|
| Lempung jenuh | 0.4-0.5 |
| Lempung tak jenuh | 0.1-0.3 |
| Lempung berpasir | 0.2-0.3 |
| Lanau | 0.3-0.35 |
| Pasir padat | 0.1-1.00 |

| | |
|-----------|---------|
| Batuan | 0.1-0.4 |
| Tanah lus | 0.1-0.3 |
| Es | 0.36 |
| Beton | 0.15 |

4.2.5 Permeabilitas

Nilai permeabilitas k bisa ditentukan dari jenis tanah seperti pada Tabel 4.3.

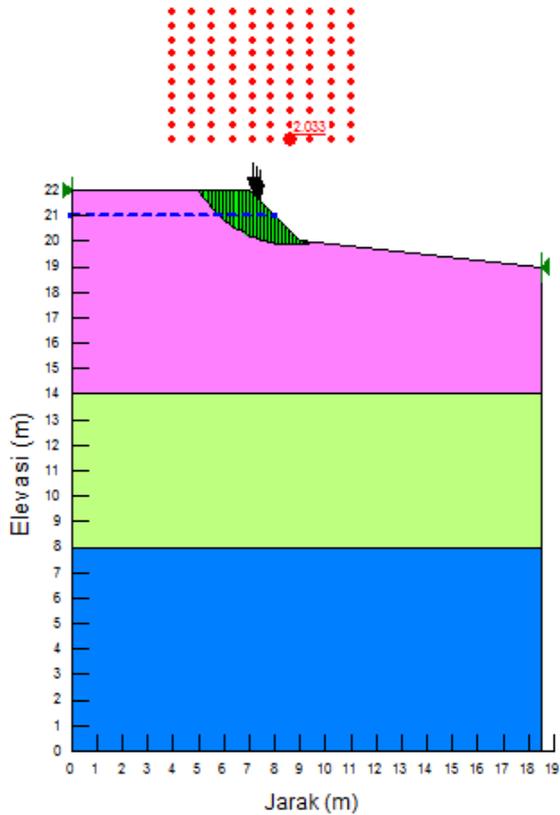
Tabel 4.3 Orde Nilai-Nilai Permeabilitas K Yang Didasarkan Pada Deskripsi Tanah

(Bowles Analisis dan Desain Pondasi Jilid 1, 1997 hal 95)

| 10° | 10^{-2} | 10^{-5} | 10^{-9} | 10^{-11} |
|--------------|----------------|-----------------------------------|-------------------------|------------|
| | Kerikil bersih | Campuran kerikil bersih dan pasir | Campuran pasir berlanau | lempung |

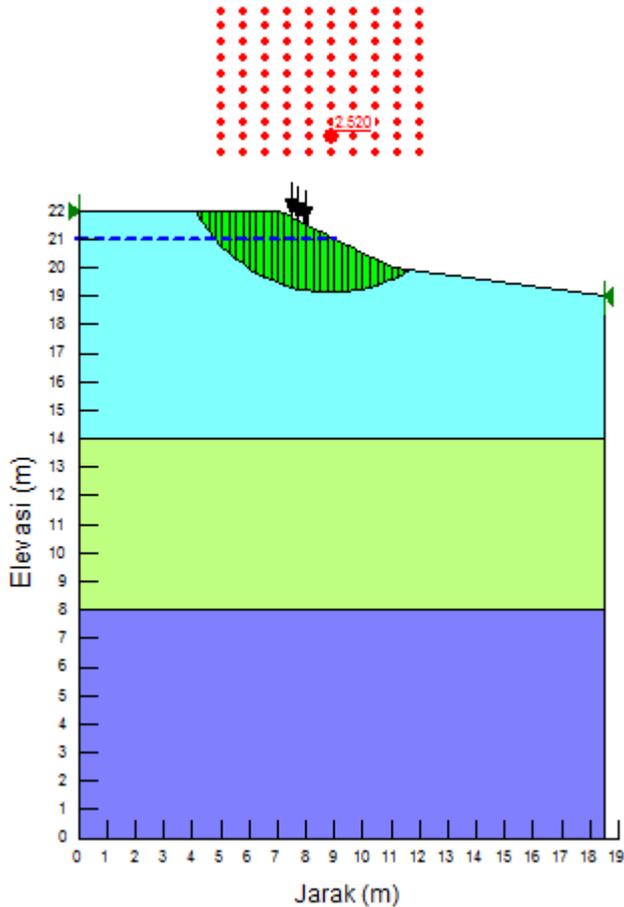
4.3 Stabilitas Terhadap Keruntuhan Talud

Dimana dengan bantuan program *Geoslope 2007* tersebut akan terlihat besaran nilai faktor keamanan dari stabilitas lereng yang akan digunakan sebagai dasar pertimbangan terjadinya bahaya longsor.



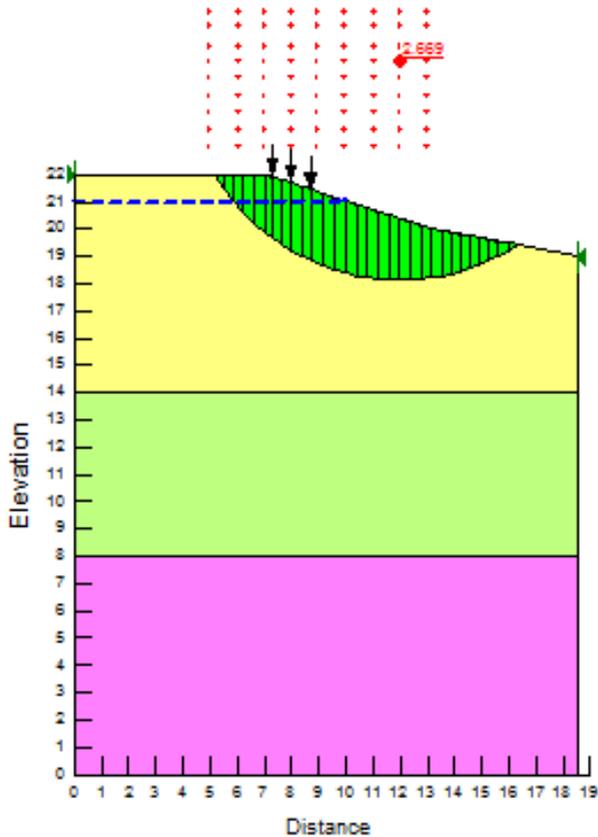
Gambar 4.2 Hasil Slope Pada Talud Kemiringan Tanah 1 : 1

Dari hasil analisa didapatkan nilai $SF=2,033$ untuk setiap nilai variasi slope (n) dengan beban sebesar 1,6 ton dan muka air tanah berada pada elevasi -2.00 m dari tanah asli.



Gambar 4.3 Hasil Slope Pada Talud Kemiringan Tanah 1 : 2

Dari hasil analisa didapatkan nilai $SF=2,520$ untuk setiap nilai variasi slope (n) dengan beban sebesar 1,6 ton dan muka air tanah berada pada elevasi -2.00 m dari tanah asli.



Gambar 4.4 Hasil Slope Pada Talud Kemiringan Tanah 1:3

Dari hasil analisa didapatkan nilai $SF=2,669$ untuk setiap nilai variasi slope (n), dengan beban sebesar 1,6 ton, dan muka air tanah berada pada elevasi -2.00 m dari tanah asli. Hal ini dipertimbangkan dari kerusakan parah yang di akibatkan dari talud tersebut. Walaupun nilai SF aman dan memenuhi.

4.4 Data Spesifikasi Bahan

4.4.1 Sheet Pile

Alternative jenis sheet pile yang digunakan dalam perencanaan menggunakan jenis turap baja/sheet pile type Z – Section Pile Gambar 4.5

Z-Sections

The essential characteristics of Z-sections are the continuous form of the web and the location of the interlock symmetrically on each side of the neutral axis. Both aspects have a positive influence on the section modulus. The AZ series, a section with extraordinary characteristics and the proven qualities of the Larssen interlock, has the following advantages:

- Extremely competitive section modulus-to-mass ratio.
- Increased inertia for reduced deflections.
- Large width, resulting in good pile-drivability performance.
- Good corrosion resistance, the steel being thicker at the critical corrosion points.

| Section | Width | | Height | | Thickness | | Sectional Area | Mass | | Section Modulus | Moment of Inertia |
|------------------|------------|------------|-------------|-------------|--------------------|------------------|----------------|---------------------------|--------------------|-----------------|-------------------|
| | b mm | h mm | t mm | s mm | cm ² /m | kg/m Single Pile | | kg/m ² of Wall | cm ³ /m | | |
| AZ 38-700N | 700 | 500 | 16.0 | 12.2 | 230 | 126.4 | 181 | 3795 | 94840 | | |
| AZ 40-700N | 700 | 501 | 17.0 | 13.2 | 244 | 134.2 | 192 | 3995 | 100080 | | |
| AZ 42-700N | 700 | 499 | 18.0 | 14.0 | 259 | 142.1 | 203 | 4205 | 104930 | | |
| AZ 44-700N | 700 | 500 | 19.0 | 15.0 | 273 | 149.9 | 214 | 4405 | 110150 | | |
| AZ 46-700N | 700 | 501 | 20.0 | 16.0 | 287 | 157.7 | 225 | 4605 | 115370 | | |
| AZ 48-700 | 700 | 503 | 22.0 | 15.0 | 288 | 158.5 | 226 | 4755 | 119650 | | |
| AZ 50-700 | 700 | 504 | 23.0 | 16.0 | 303 | 166.3 | 238 | 4955 | 124890 | | |
| AZ 52-700 | 700 | 505 | 24.0 | 17.0 | 317 | 174.1 | 249 | 5155 | 130140 | | |

Gambar 4.5 Sheet Pile Tipe AZ 50-700

Adapun spesifikasi sheet pile adalah :

| | |
|-----------------------------------|-----------------------------|
| Tebal (t) | : 23 mm |
| Tebal (s) | : 16 mm |
| Tinggi | : 504 mm |
| Section Area | : 303 cm ² /m |
| Lebar | : 700 mm |
| Moment of inertia, I _x | : 124890 cm ⁴ /m |

4.4.2 Data Pembebanan

1. Beban luar

Berupa beban dari luar yang bekerja pada turap saat proses awal konstruksi dinding turap dari berat pipa penyangga diperkirakan 1,6 ton dan alat berat diasumsikan berat seluruhnya adalah (*Surcharge* = 1 t/m²)

2. Beban dalam

Berupa beban yang ditimbulkan dari tekanan tanah aktif serta air tanah.

“Halaman Sengaja Di Kosongkan”

BAB V

PERENCANAAN PERBAIKAN KELONGSORAN

5.1 Umum

Dalam bab ini akan dibahas mengenai perencanaan perkuatan kelongsoran *shore protection* dengan menggunakan lapisan batu atau *armor layer*, dan perkuatan turap sebagai struktur penahannya.

5.2 Perencanaan *Shore Protection*

Shore protection ini dimaksudkan sebagai pelindung bagi material timbunan dari gerusan akibat arus dan gelombang air laut. Pada bagian dalam atau dibalik batu dipasang *filter cloth* berupa *geotextile non woven*, lapisan *filter* ini berada di atas lapisan tanah dasar dan berfungsi untuk meratakan beban serta menahan lapisan batuan di atasnya agar tidak masuk ke dalam tanah dasar tersebut, dan juga berfungsi agar air dapat tetap mengalir dari dalam maupun luar. Selain itu lapisan *filter* juga digunakan untuk melindungi struktur dari perbedaan tekanan gelombang, arus, dan *ground water flow*, yang dapat menimbulkan perubahan mendadak pada struktur tanah yang pada akhirnya menimbulkan kerusakan. Pada perencanaan ini akan akan di rencanakan dua jenis penahan pantai, yaitu berupa *shore protection* dengan *armor layer* dan *shore protection* vertikal berupa *sheet pile* untuk bagian samping pondasi.

5.2.1 Lokasi Perencanaan *Shore Protection*

Pada perencanaanya *shore protection* hanya dipasang pada area yang berbatasan dengan laut, terutama pada bagian talud yang mengalami kerusakan di tandai dengan warna hitam . Berikut merupakan lokasi perencanaan *shore protection* dapat dilihat pada gambar 5.1.



Gambar 5.1 Lokasi perencanaan *shore protection*

5.2.2 Prediksi Tinggi Gelombang (Hs)

Dari hasil analisa BMKG di pelabuhan tanjung perak didapat kecepatan angin antara 3-12 knots dengan arah angin *north* maksimum, *northeast* angin sedang, dan *southeast* angin dominan. Sehingga prediksi tinggi gelombang ini didasarkan pada ketiga arah angin tersebut serta kecepatannya masing-masing.

Berikut dapat dilihat pada gambar 5.2, gambar 5.3, gambar 5.4. merupakan hasil penggambaran panjang *fetch* lokasi perencanaan.



Gambar 5.2 Panjang gelombang arah utara



Gambar 5.3 Panjang gelombang arah timur laut



Gambar 5.4 Panjang gelombang arah tenggara

Penggambaran arah *fetch* ini didasarkan dari arah tinjauannya, misalnya arah utara. Kemudian buat garis bantu setiap kanan dan kirinya dengan varian sudut 5° dari garis sebelumnya. Perpanjang semua garis hingga mencapai daratan terdekat, lalu ukur panjang garis tersebut dari sudut tegak lurus terhadap garis tinjauannya. Jika tidak ditemukan daratan terdekat, maka panjang garis tersebut diasumsikan 200 km. Berikut merupakan hasil rekap ketiga arah *fetch* dapat dilihat pada tabel 5.1 dengan menggunakan skala gambar 1cm:1m.

Tabel 5.1 Hasil Rekap Nilai Fetch Efektif

| α | Cos α | North | | | Northeast | | | Southeast | | | |
|----------|--------------|-------------------------|---------|-------------------|-------------------------|--------------------|-------------------|-------------------------|--------------------|-------------------|--------------|
| | | Ukuran pada Gambar (km) | Xi (km) | Xi . Cos α | Ukuran pada Gambar (km) | Xi (km) | Xi . Cos α | Ukuran pada Gambar (km) | Xi (km) | Xi . Cos α | |
| 30 | 0.866 | 3.216 | 0.3216 | 0.279 | 0.314 | 0.0314 | 0.027 | - | 0.0000 | 0.000 | |
| 25 | 0.906 | 3.209 | 0.3209 | 0.291 | 0.305 | 0.0305 | 0.028 | 0.975 | 0.0975 | 0.088 | |
| 20 | 0.940 | 3.240 | 0.3240 | 0.304 | 0.310 | 0.0310 | 0.029 | 1.002 | 0.1002 | 0.094 | |
| 15 | 0.966 | 3.204 | 0.3204 | 0.309 | 0.327 | 0.0327 | 0.032 | 0.888 | 0.0888 | 0.086 | |
| 10 | 0.985 | 3.062 | 0.3062 | 0.302 | 0.342 | 0.0342 | 0.034 | 0.719 | 0.0719 | 0.071 | |
| 5 | 0.996 | 2.945 | 0.2945 | 0.293 | 4.613 | 0.4613 | 0.460 | 0.653 | 0.0653 | 0.065 | |
| 0 | 1.000 | 3.094 | 0.3094 | 0.309 | 4.381 | 0.4381 | 0.438 | 1.569 | 0.1569 | 0.157 | |
| 5 | 0.996 | 3.060 | 0.3060 | 0.305 | 4.007 | 0.4007 | 0.399 | 1.519 | 0.1519 | 0.151 | |
| 10 | 0.985 | 3.137 | 0.3137 | 0.309 | 3.737 | 0.3737 | 0.368 | 1.530 | 0.1530 | 0.151 | |
| 15 | 0.966 | 3.306 | 0.3306 | 0.319 | 3.593 | 0.3593 | 0.347 | 1.473 | 0.1473 | 0.142 | |
| 20 | 0.940 | 3.436 | 0.3436 | 0.323 | 3.502 | 0.3502 | 0.329 | 1.402 | 0.1402 | 0.132 | |
| 25 | 0.906 | 3.537 | 0.3537 | 0.321 | 3.425 | 0.3425 | 0.310 | 1.335 | 0.1335 | 0.121 | |
| 30 | 0.866 | 4.351 | 0.4351 | 0.377 | 3.175 | 0.3175 | 0.275 | - | 0.0000 | 0.000 | |
| total | 12.318 | | | 4.041 | | | 3.076 | | | 1.258 | |
| | | Fetch efektif (km) | | | 0.328 | Fetch efektif (km) | | 0.250 | Fetch efektif (km) | | 0.102 |

(Sumber : Hasil analisa)

Dari Tabel 5.1 tersebut didapatkan hasil fetch efektif, setiap arahny adalah :

Arah Utara = 0.328 km

Arah Timur Laut = 0.250 km

Arah Tenggara = 0.102 km

Dari ketiga arah tersebut, didapat fetch efektif terpanjang yaitu arah utara. Sehingga pada perencanaan digunakan arah utara dengan kecepatan angin minimum 3 knots.

Diambil kecepatan angin 4 knot = 2,058 m/s. Perhitungan prediksi gelombang didasarkan dengan menggunakan nomogram prediksi tinggi gelombang signifikan (H_s) metode SPM 84

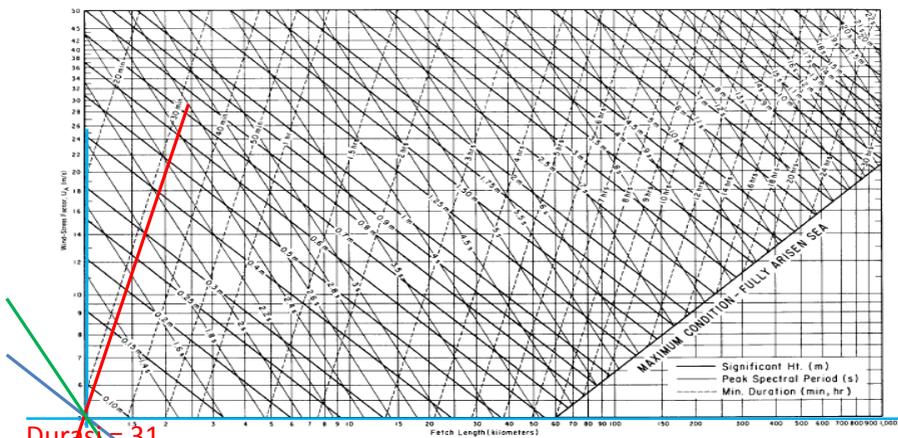


Figure 3-23. Nomograms of deepwater significant wave prediction curves as functions of windspeed, fetch length, and wind duration (metric units).

Gambar 5.5 Nomogram Prediksi Tinggi Gelombang Signifikan

Dari kecepatan angin yang ada dan panjang *fetch*, dengan bantuan nomogram pada gambar 5.5 didapatkan :

$$\text{Tinggi gelombang signifikan (Hs)} = 0,05 \text{ m}$$

$$\text{Periode gelombang (T)} = 1 \text{ s}$$

$$\text{Durasi (D)} = 31 \text{ min}$$

5.2.3 Perencanaan Armor Layer

Armor layer merupakan susunan lapis batuan pada sisi miring lereng. Pada perencanaanya diperlukan berat armor (W) yang dibutuhkan untuk menahan material timbunan dari gangguan luar. Dilihat dari letak geografis area PT. AKR Nilam Utara terhadap posisi laut, merupakan area yang terlindung dari laut lepas dikarenakan di halau oleh pulau Madura, sehingga tinggi gelombang perairan proyek tidak akan lebih dari 0.25 m. Dibuktikan dari hasil analisa perkiraan gelombang didapatkan tinggi gelombang signifikan (Hs) setinggi 0.05 m. Namun untuk keamanan dengan perhitungan yang sama menggunakan bantuan nomogram, pada perencanaan ini akan digunakan tinggi gelombang setinggi 0.25 m dengan durasi angin berhembus selama 1 jam. Sehingga didapatkan:

$$H_s = 0.25 \text{ m}$$

$$T = 1.95 \text{ s}$$

$$D = 1 \text{ jam}$$

Dengan menggunakan perumusan Hudson dalam Wahyudi(1997), didapatkan berat armor yang dibutuhkan sebagai berikut :

$$W = \frac{2.5 \times 9.81 \times 0.5^3}{3,5 \times \left(\frac{2.5 - 1.025}{1.025} \right)^3 \times \text{Cot}g18^\circ} = 0.096 \text{ ton} \approx 96 \text{ kg}$$

Mencari tebal lapisan armor

$$t = 2 \times 1.02 \times \left(\frac{0.096}{2.5} \right)^{1/3} = 0.68 \approx 0.7 \text{ m}$$

Berikut merupakan hasil rekap dimensi armor layer yang, berdasarkan elevasinya dapat dilihat pada **Tabel 5.2**.

Tabel 5.2 Hasil Rekap Dimensi *Armor Layer*

| elevasi | Υ_r (t/m ³) | gravitasi(m/s ²) | K _D (%) | D | a (°) | W (ton) | tebal lapisan (m) |
|---------|----------------------------------|------------------------------|--------------------|------|-------|---------|-------------------|
| -1 | 2.5 | 9.81 | 3.5 | 1.44 | 18 | 0.096 | 0.7 |
| -2 | 2.5 | 9.81 | 3.5 | 1.44 | 18 | 0.096 | 0.7 |
| -3 | 2.5 | 9.81 | 3.5 | 1.44 | 18 | 0.096 | 0.7 |

Mencari tebal secondary layer (W/10),

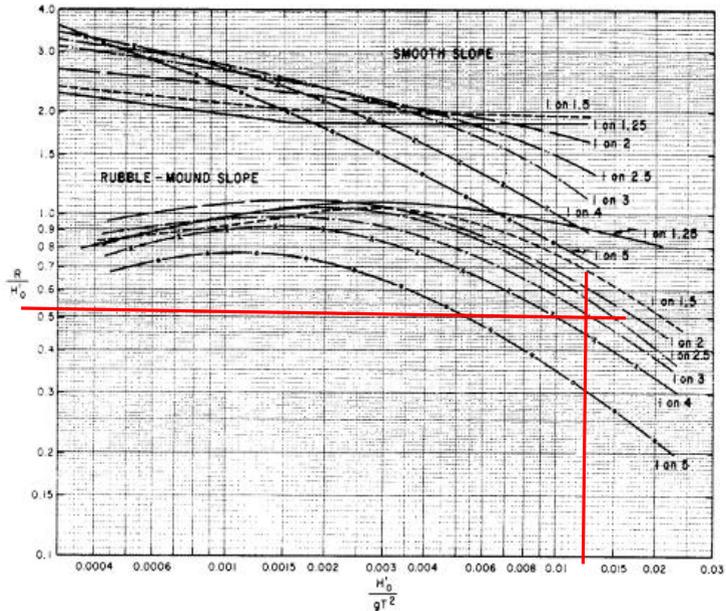
$$t = 2 \times 1.02 \times \left(\frac{0.096/10}{2.5} \right)^{1/3} = 0.32 \approx 0.35 \text{ m}$$

Dimensi berm, tebal digunakan sama dengan tebal lapis armor ditambah secondary layer setebal 1.05 m dan lebar 1 m.

- Mencari elevasi minimum pemasangan armor layer
 - h = beda pasut + wave run up + wave set up + akibat pemanasan global + tinggi jagaan
- beda pasang surut = HWL – LWS = 1,3 – 0,5 = 0.8 m

- wave run up (R)

$$\frac{H_s}{g \times T^2} = \frac{0.5}{9.81 \times 1.95^2} = 0.013$$

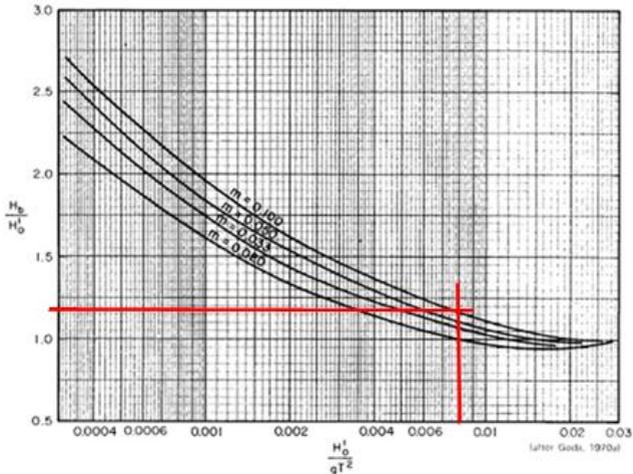


Gambar 5.6 Grafik perhitungan wave runup (rubble mound)
(Sumber: SPM)

Dengan bantuan Grafik pada **Gambar 5.6** didapatkan $R/H_s = 0.5$. Sehingga besar Runup yang terjadi adalah $R = 0.5 \times 0.5 = 0.25$ m

- Wave setup

Kenaikan muka air laut yang disebabkan oleh pergerakan gelombang itu sendiri, hal ini terjadi akibat adanya konversi energi kinetik menjadi potensial ketika gelombang pecah.



Gambar 5.7 Grafik indeks ketinggian pecah versus kecuraman gelombang laut dalam
(Sumber: SPM)

Dari data yang didapat dari prediksi gelombang, sehingga

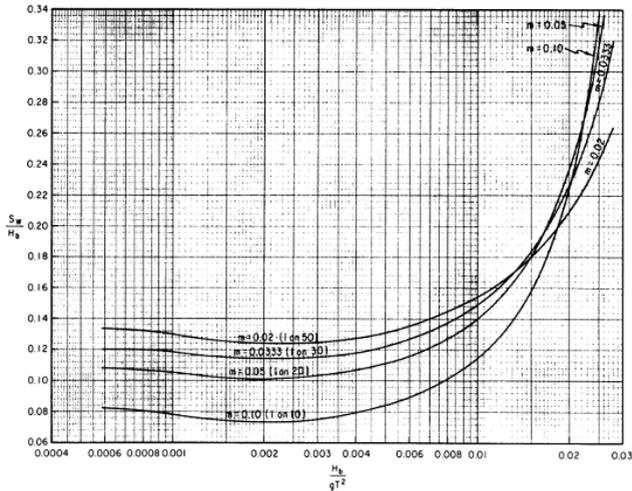
$$\frac{Ho'}{g \times T^2} = \frac{0.5}{9.81 \times 1.95^2} = 0.0013$$

Dengan bantuan **Gambar 5.7** dengan kemiringan dasar laut (m) = 0.1, didapatkan

$$\frac{Hb}{Ho'} = 1.1$$

Sehingga,

Tinggi gel. Pecah (Hb) = 0.5 x 1.1 = 0.55 m



Gambar 5.8 Grafik hubungan antara tinggi wave set up dengan indeks gelombang pecah
(Sumber: SPM)

Dengan didapatnya tinggi gelombang pecah, menjadi

$$\frac{Hb}{g \times T^2} = \frac{0.55}{9.81 \times 1.95^2} = 0.015$$

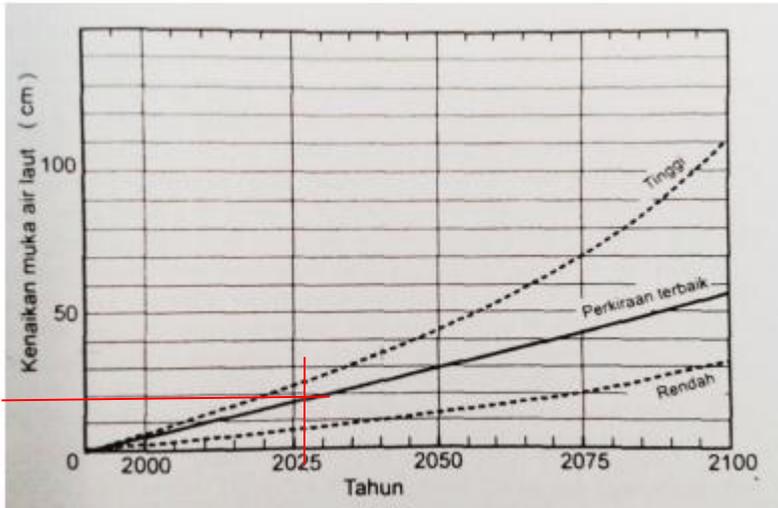
Menggunakan bantuan **Gambar 5.8**, didapatkan

$$\frac{Sw}{Hb} = 0.15$$

Sehingga,

$$Sw = 0.15 \times 0.55 = 0.0825 \text{ m}$$

- pemanasan global
kenaikan muka air laut akibat pemanasan global, digunakan prediksi 10 tahun kedepan.



Gambar 5.9 Perkiraan Kenaikan Muka Air Laut Karena Pemanasan Global (*Triatmojo, 2011*)

Dari **Gambar 5.9** dengan menarik secara vertikal tahun prediksi yang akan digunakan terhadap kurva perkiraan terbaik, didapatkan besar kenaikan muka air laut 10 tahun sebesar 19 cm.

- Tinggi jagaan digunakan = 0.5 m

Sehingga Elevasi minimum pemasangan *shore protection* (armor layer),

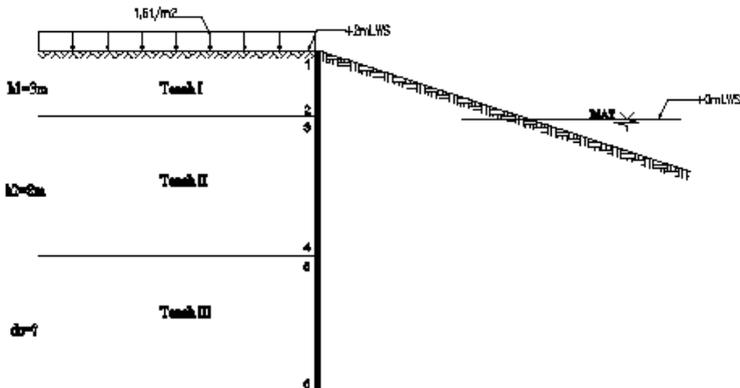
$$h = 0.8 + 0.25 + 0.03 + 0.19 + 0.5 = 1,77 \approx 2 \text{ mLWS}$$

5.2.4 Perencanaan Turap (*sheet pile*)

Dikarenakan pada layout eksisting diketahui bahwa pada sisi timur area perencanaan perbaikan talud masih kurang aman, sehingga pada perencanaan struktur penahannya akan digunakan alternatif *shore protection vertical* berupa *sheet pile*.

5.2.4.1 Menentukan Kedalaman Pemancangan

Perhitungan tekanan tanah lateral berdasarkan perencanaan tugas akhir ini di modelkan seperti pada Gambar 5.10.



Gambar 5.10 Sketsa Struktur Turap

Dari **Gambar 5.10** dapat dilihat sketsa perencanaan struktur turap, dimana perhitungan tekanan tanah lateral menggunakan teori Rankien dan Columb. Pada tugas akhir ini untuk perhitungan tekanan tanah lateral aktif saat kondisi muka air dipermukaan tanah.

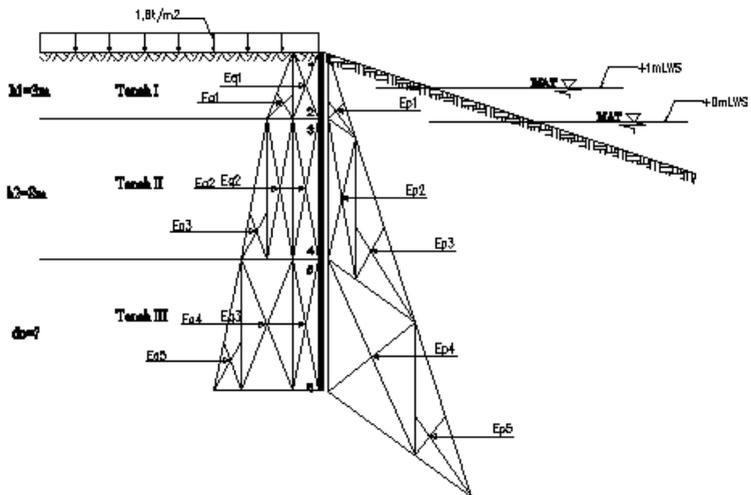
Parameter data tanah dapat dilihat di tabel 3.1

Dimana :

$H_1 = 3 \text{ m}$, $H_2 = 8 \text{ m}$

$d_0 = ? \text{ m}$

dari data-data tersebut kemudian dihitung tegangan yang terjadi di setiap titik tinjau dari titik 0 hingga titik 6, baik tegangan vertikal dan horizontalnya akibat pengaruh K_a dan K_p . Kemudian digambarkan diagram tegangan tanah tiap titiknya. Berikut merupakan sketsa diagram tegangan tanah akibat tekanan tanah aktif dan pasif tiap titik dapat dilihat pada **Gambar 5.11**.



Gambar 5.11 Diagram Tegangan akibat Tekanan Tanah

Setelah digambarkan diagram tegangannya, kemudian kalikan tegangan dengan luasan bidang tegangannya tiap tanah untuk mendapatkan gaya aktif (E_a) dan pasif (E_p). Untuk mendapatkan momen pada titik tinjau, kalikan gaya-gaya yang ada dari titik

berat bidang diagramnya masing-masing terhadap titik (lengan momen).

- Koefisien tanah aktif

$$\begin{aligned} \text{Ka1} &= \tan^2 \left(45 - \frac{\theta}{2} \right) \\ &= \tan^2 \left(45 - \frac{30}{2} \right) \\ &= 0,33 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Ka2} &= \tan^2 \left(45 - \frac{\theta}{2} \right) \\ &= \tan^2 \left(45 - \frac{1}{2} \right) \\ &= 0,96 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Ka3} &= \tan^2 \left(45 - \frac{\theta}{2} \right) \\ &= \tan^2 \left(45 - \frac{20}{2} \right) \\ &= 0,5 \end{aligned}$$

- Koefisien tanah pasif

$$\begin{aligned} \text{Kp1} &= \tan^2 \left(45 + \frac{\theta}{2} \right) \\ &= \tan^2 \left(45 + \frac{30}{2} \right) \\ &= 3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kp2} &= \tan^2 \left(45 + \frac{\theta}{2} \right) \\ &= \tan^2 \left(45 + \frac{1}{2} \right) \\ &= 1,03 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kp3} &= \tan^2 \left(45 + \frac{\theta}{2} \right) \\ &= \tan^2 \left(45 + \frac{20}{2} \right) \\ &= 2,04 \end{aligned}$$

Tabel 5.3 Rekap Gaya $\sum Mdo=0$

| | Gaya (KN) | Lengan (M) | Momen (Ton.M) |
|---|--|---|-----------------------------|
| TEKANAN TANAH AKTIF | $Eq_1 = q \cdot h_1 \cdot Ka_1$ $= 1,6 \cdot 3 \cdot 0,33$ $= 15,8$ | $Eq_1 = \left(\frac{1}{2} \cdot h_1\right) + h_2 + h_3$ $= 1,5 + 8 + do$ $= 9,5 + do$ | $Eq_1 = 150,1 + 15,8 do$ |
| | $Ea_1 = \frac{1}{2} \cdot h_1^2 \cdot \gamma' \cdot Ka_1$ $= \frac{1}{2} \cdot 3^2 \cdot 8 \cdot 0,33$ $= 11,88$ | $Ea_1 = \left(\frac{1}{3} \cdot h_1\right) + h_2 + h_3$ $= 9 + do$ | $Ea_1 = 106,92 + 11,8 do$ |
| | $Eq_2 = q \cdot h_2 \cdot Ka_2$ $= 1,6 \cdot 6 \cdot 0,96$ $= 92,16$ | $Eq_2 = \left(\frac{1}{2} \cdot h_2\right) + h_3$ $= 4 + do$ | $Eq_2 = 386,6 + 92,16 do$ |
| | $Ea_2 = h_2 \cdot h_1 \cdot \gamma' \cdot Ka_2$ $= 8 \cdot 3 \cdot 8 \cdot 0,96$ $= 184$ | $Ea_2 = \left(\frac{1}{2} \cdot h_2\right) + h_3$ $= 4 + do$ | $Ea_2 = 736 + 184 do$ |
| | $Eq_3 = q \cdot h_3 \cdot Ka$ $= 1,6 \cdot Do \cdot 0,5$ $= 0,8 Do$ | $Eq_3 = \frac{1}{2} + do$ | $Eq_3 = 0,4 do + 0,8 do^2$ |
| | $Ea_3 = \frac{1}{2} \cdot h_2 \cdot h_2 \cdot \gamma' \cdot Ka_2$ $= \frac{1}{2} \cdot 8 \cdot 8 \cdot 5,5 \cdot 0,96$ $= 169$ | $Ea_3 = \left(\frac{1}{3} \cdot h_2\right) + h_3$ $= 2,67 + do$ | $Ea_3 = 451,2 + 169 do$ |
| | $Ea_4 = q \cdot h_3 \cdot Ka_3$ $= 1,6 \cdot Do \cdot 0,5$ $= 0,8 Do$ | $Ea_4 = \frac{1}{2} + do$ | $Ea_4 = 0,4 do^2$ |
| $Ea_5 = \frac{1}{2} \cdot h_3^2 \cdot \gamma'_3 \cdot Ka_3$ $= \frac{1}{2} \cdot do^2 \cdot 5,3 \cdot 0,5$ $= 1,325 do^2$ | $Ea_5 = \frac{1}{3} + do$ | $Ea_5 = 0,44 do^3$ | |
| TEKANAN TANAH PASIF | $Ep_1 = h_1^2 \cdot k_{p1} \cdot \frac{1}{2} \cdot \gamma'$ $= 3^2 \cdot 3 \cdot 0,5 \cdot 8$ $= 108$ | $Ep_1 = \left(\frac{1}{3} \cdot h_1\right) + h_2 + h_3$ $= 9 + do$ | $Ep_1 = 972 + 108 do$ |
| | $Ep_2 = q \cdot h_2 \cdot k_{p2}$ $= 1,6 \cdot 8 \cdot 1,03$ $= 13,184$ | $Ep_2 = \left(\frac{1}{2} \cdot h_2\right) + h_3$ $= 4 + do$ | $Ep_2 = 52,74 + 13,18 do$ |
| | $Ep_3 = \frac{1}{2} \cdot h_2^2 \cdot \gamma'_2 \cdot k_{p2}$ $= 0,5 \cdot 8^2 \cdot 5,5 \cdot 1,03$ $= 181,28$ | $Ep_3 = \left(\frac{1}{3} \cdot h_2\right) + h_3$ $= 2,67 + do$ | $Ep_3 = 484,02 + 181,28 do$ |
| | $Ep_4 = q \cdot h_3 \cdot k_{p3}$ $= 1,6 \cdot do \cdot 2,04$ $= 3,26 do$ | $Ep_4 = \frac{1}{2} + do$ | $Ep_4 = 1,63 do^2$ |
| | $Ep_5 = \frac{1}{2} \cdot h_3^2 \cdot \gamma'_3 \cdot k_{p3}$ $= 0,5 \cdot do^2 \cdot 5,5 \cdot 2,04$ $= 5,41 do^2$ | $Ep_5 = \frac{1}{3} + do$ | $Ep_5 = 1,8 do^3$ |
| $\sum Mdo = \sum \text{TEKANAN TANAH AKTIF} - \sum \text{TEKANAN TANAH PASIF}$ | $304,06 + 170,78 do - 0,43 do^2 - 1,36 do^3$ | | |

$$\begin{aligned}
\Sigma M_{total} &= \Sigma M_{aktif} - \Sigma M_{pasif} \\
&= 1812,82 + 473,24d_0 + 1,2d_0^2 + 0,44d_0^3 \\
&\quad - 1508,76 + 302,46d_0 + 1,63d_0^2 + 1,8d_0^3 \\
&= 304,06 + 170,78d_0 + 0,43d_0^2 - 1,36d_0^3 \\
&\text{Atau} = -1,36d_0^3 - 0,43d_0^2 + 170,78d_0 + 304,06
\end{aligned}$$

Dalam kondisi seimbang $\Sigma M_{total} = \Sigma M_{aktif} - \Sigma M_{pasif} = 0$, maka ;

$$-1,36d_0^3 - 0,43d_0^2 + 170,78d_0 + 304,06 = 0$$

Dengan menggunakan cara coba-coba, didapatkan nilai $d_0 = 11,86$ m. Panjang turap yang masuk kedalam tanah adalah $3 + 8 + 11,86 = 22,86$ m.

Untuk keamanan nilai d_0 di kalikan dengan angka keamanan, $SF = 1.2$ maka $d_0 = 11,86 \times 1.2 = 14,23$ m ≈ 14 m., sehingga total panjang turap yang dibutuhkan adalah $11 + 14 = 25$ m.

Letak momen maksimum dapat diperoleh dengan mendiferensialkan persamaan momen total diatas terhadap x ,

$$-1,36d_0^3 - 0,43d_0^2 + 170,78d_0 + 304,06 = 0$$

$$\frac{d\Sigma M_{total}}{dx} = 0, \text{ maka}$$

$$-4,08d_0^2 - 0,86d_0 + 170,78 = 0$$

Dengan menggunakan rumus ABC, maka diperoleh nilai x_1 dan x_2 sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
D \ 1,2 &= \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a} \\
&= \frac{-0,86 \pm \sqrt{-0,86^2 - 4(-4,08)(170,78)}}{2(-4,08)}
\end{aligned}$$

$$x_1 = 6,6 \text{ m}$$

$$x_2 = -6,4 \text{ m}$$

Maka momen maksimum yang diperoleh :

$$\Sigma M_{total} = -1,36d_0^3 - 0,43d_0^2 + 170,78d_0 + 304,06$$

$$= -1,36(6,6)^3 - 0,43(6,6)^2 + 170,78(6,6) + 304,06$$

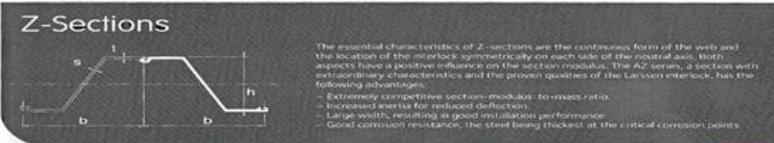
$$= 1021,5 \text{ KNm}$$

5.2.4.2 Menentukan Profil Turap

Penentuan profil didasarkan oleh momen maksimum yang terjadi pada penampang turap. Dari perhitungan sebelumnya didapatkan M_{max} yang terjadi adalah sebesar 102,15 tm. Pada perencanaan ini digunakan mutu baja dengan tegangan leleh 210 MN/m^2 (ASTM A-572).

$$W = \frac{M_{max}}{\vartheta} = \frac{102,148}{21000} = 4864,19 \text{ cm}^3$$

Sehingga digunakan profil AZ 50-700 dengan gambar penampang seperti terlihat pada **Gambar 5.12** yang memiliki nilai $W = 4955 \text{ cm}^3 > 4864,19 \text{ cm}^3$.



The essential characteristics of Z-sections are the continuous form of the web and the location of the interlock symmetrically on each side of the neutral axis. Both aspects have a positive influence on the section modulus. The AZ series, a section with extraordinary characteristics and the proven qualities of the Larsen interlock, has the following advantages:

- Extremely competitive section modulus to mass ratio.
- Increased inertia for reduced deflection.
- Large width, resulting in good insulation performance.
- Good corrosion resistance, the steel being thickest at the critical corrosion points.

| Section | Width | | Height | | Thickness | | Sectional Area | Mass | | Section Modulus | Moment of Inertia |
|------------|-------|------|--------|------|--------------------|------------------|----------------|---------------------------|--------------------|-----------------|-------------------|
| | b mm | h mm | t mm | s mm | cm ² /m | kg/m Single Pile | | kg/m ² of Wall | cm ³ /m | | |
| AZ 38-700N | 700 | 500 | 16.0 | 12.2 | 230 | 126.4 | 181 | 3795 | 94840 | | |
| AZ 40-700N | 700 | 501 | 17.0 | 13.2 | 244 | 134.2 | 192 | 3995 | 100080 | | |
| AZ 42-700N | 700 | 499 | 18.0 | 14.0 | 259 | 142.1 | 203 | 4205 | 104930 | | |
| AZ 44-700N | 700 | 500 | 19.0 | 15.0 | 273 | 149.9 | 214 | 4405 | 110150 | | |
| AZ 46-700N | 700 | 501 | 20.0 | 16.0 | 287 | 157.7 | 225 | 4605 | 115370 | | |
| AZ 48-700 | 700 | 503 | 22.0 | 15.0 | 288 | 158.5 | 226 | 4755 | 119650 | | |
| AZ 50-700 | 700 | 504 | 23.0 | 16.0 | 303 | 166.3 | 238 | 4955 | 124890 | | |
| AZ 52-700 | 700 | 505 | 24.0 | 17.0 | 317 | 174.1 | 249 | 5155 | 130140 | | |

Gambar 5.12 Brosur Profil Sheet Pile

$$b = 700 \text{ mm}$$

$$h = 504 \text{ mm}$$

$$t = 23 \text{ mm}$$

$$s = 16 \text{ mm}$$

$$I = 124890 \text{ cm}^4$$

5.2.4.3 Analisa Stabilitas Dengan Menggunakan Program *Plaxis*

Control overall stability terhadap kebutuhan *sheetpile* dilakukan dengan menggunakan program *Plaxis*

- **Turap kolom Z-Section Pile**

Pada Gambar 5.13 menunjukkan material yang akan di gunakan di dalam *plaxis*.

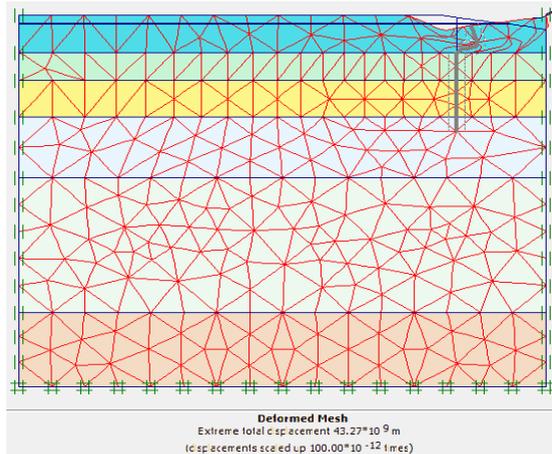
The image shows a software dialog box titled "Plate properties". It is divided into several sections:

- Material set:**
 - Identification:
 - Material type:
- Comments:** A large empty text area for user notes.
- Properties:** A list of material parameters with input fields:
 - EA : kN/m
 - EI : kNm²/m
 - d : m
 - w : kN/m/m
 - v :
 - M_p : kNm/m
 - N_p : kN/m
 - Rayleigh α :
 - Rayleigh β :

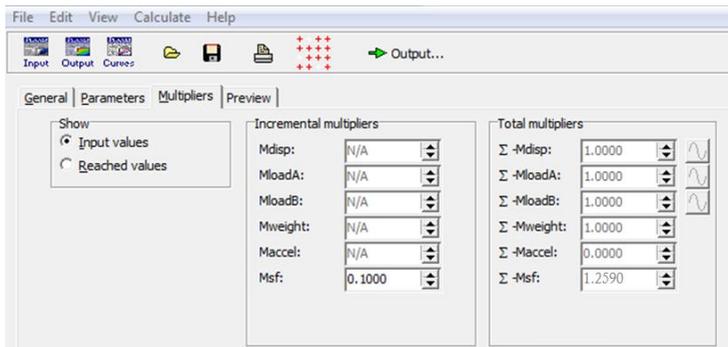
At the bottom of the dialog are three buttons: "Ok", "Cancel", and "Help".

Gambar 5.13 Data Material Plat Baja

Pada Gambar 5.14 deformasi perpindahan mesh yang terjadi adalah 4.33 Cm.



Gambar 5.14 Deformasi Yang Terjadi Pada Turap Z-Section



Gambar 5.15 Hasil dari Plaxis

Dari Gambar 5.15 menunjukkan hasil angka keamanan yang terjadi pada profil turap baja Z-Section Pile sebesar 1.259. sehingga disimpulkan bahwa turap aman.

BAB VI

METODE PELAKSANAAN PEKERJAAN DAN RENCANA ANGGARAN BIAYA

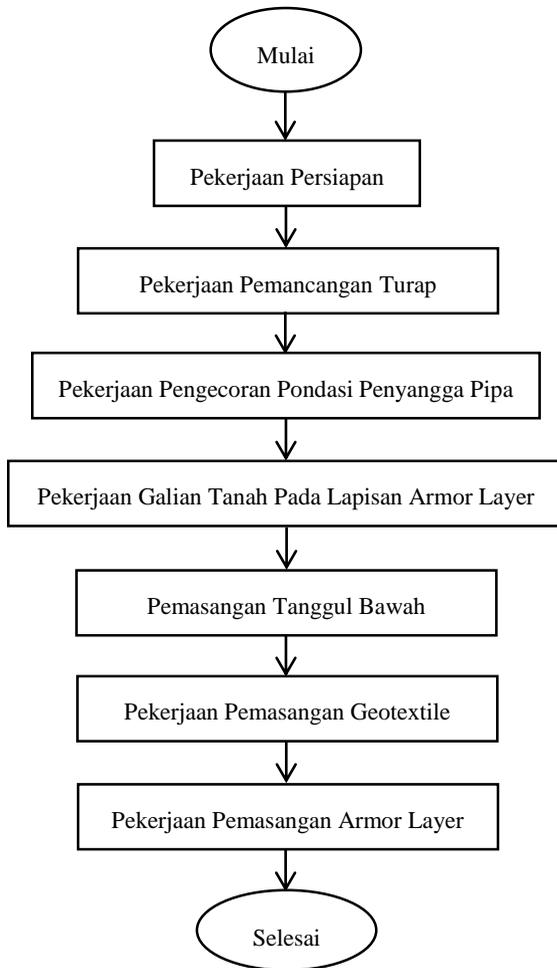
6.1. Tinjauan Umum

Dalam bab ini akan dibahas mengenai metode pelaksanaan pekerjaan *shore protection* secara umum yang mana pada metode pelaksanaannya tidak akan membahas analisa-analisa yang tidak berhubungan dengan metode tersebut. Analisa yang dimaksud adalah seperti analisa akibat pemancangan turap,

Rencana anggaran biaya (RAB) mengenai perbaikan kelongsoran tanah pada proyek *shore protection* direncanakan menggunakan RAB metode kontrak lumpsum, dimana penentuan harga satuan per m² pekerjaan berdasarkan hasil survey, wawancara, dan diskusi dari proyek perbaikan tanah yang sejenis pada satu wilayah yang sama.

6.2. Bagan Alur Metode Pelaksanaan Pekerjaan *Shore Protection*

Merupakan urutan mengenai tahapan pelaksanaan perbaikan kelongsoran, dimana pekerjaan setelah selesai pemancangan turap, baru dilaksanakan perbaikan talud menggunakan armor layer. Berikut ini adalah diagram alur metode pelaksanaan pekerjaan perbaikan kelongsoran menggunakan *shore protection*.



Gambar 6.1 Diagram Alur Pelaksanaan Pekerjaan

6.2.1 Pekerjaan Persiapan

Survey lokasi lapangan proyek, perijinan lokasi, mobilisasi peralatan, pemasangan rambu-rambu dan patok batas area perbaikan talud. Dikarenakan lokasi terdapat didarat, sehingga pada proses persiapan perbaikan pelaksanaan talud perlu dibuat akses sementara untuk transportasi alat pengangkut material mencapai lokasi. Rambu-rambu dan tanda batas dapat berupa tiang kayu atau bambu yang ditancapkan pada sisi luar.

a. Mobilisasi dan Demobilisasi

Yang dimaksud dengan mobilisasi dan demobilisasi adalah semua kegiatan yang berhubungan dengan transportasi peralatan yang akan dipergunakan dalam melaksanakan paket pekerjaan.

Uraian Cara Pelaksanaan :

Penyedia Jasa harus menyediakan peralatan dan personil sesuai dengan kebutuhan seperti yang termuat dalam kontrak untuk menyelesaikan pekerjaan Pembuatan *Shore Protection* di Pelabuhan Tanjung Perak.

b. Pembersihan Lahan Lokasi Pekerjaan

Pembersihan lokasi dimaksudkan untuk menyingkirkan berbagai macam benda-benda (sisa pecahan beton yang berserakan, sampah dan lain sebagainya) yang terdapat pada lokasi pekerjaan sehingga tidak menimbulkan gangguan atau hambatan pada saat pekerjaan berlangsung. Peralatan yang akan digunakan pada pekerjaan ini adalah cangkul, linggis, dan peralatan pendukung lainnya.



Gambar 6.2 Sisa Pecahan Beton yang Berserakan



Gambar 6.3 Batu Pecah Sisa

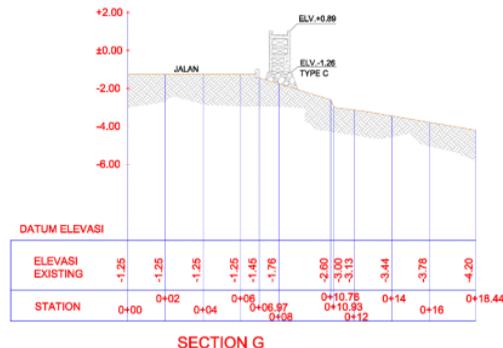
Hasil Produk :

lokasi bebas dari berbagai macam benda (sampah, batuan, serta bekas pecahan beton)

c. Survey Perencanaan

Sebelum pekerjaan dilaksanakan, maka dilakukan pengukuran di lapangan sebelum mulai pelaksanaan pekerjaan, selama pelaksanaan pekerjaan dan setelah pekerjaan selesai semua dilaksanakan atau akhir pekerjaan finish.

Semua data, gambar sketsa pengukuran dan perhitungan hasil pengukuran sebelum dimulainya pelaksanaan pekerjaan, harus disahkan oleh Direksi pekerjaan, dan selanjutnya dipakai sebagai pedoman untuk penggambaran rencana gambar pelaksanaan.



Gambar 6.4 Contoh Construction Drawing (Cross Section)

Hasil Produk :

Construction Drawing, Pemetaan Lokasi, Data Penunjang Pelaksanaan Pekerjaan *Shore Protection* (data tanah, dan lain-lain)

6.2.2 Pekerjaan Pemancangan Turap Dinding Penahan

Asumsi :

- Pekerjaan pemancangan menggunakan alat berat melau jalur laut.

a. Persiapan Lahan Lokasi Pemancangan

Pekerjaan pembersihan lapangan melibatkan pekerjaan pembersihan sisa-sisa pecahan beton yang berada di area pemancangan turap guna mempermudah proses pemancangan turap di lokasi.

Uraian Cara Pelaksanaan :

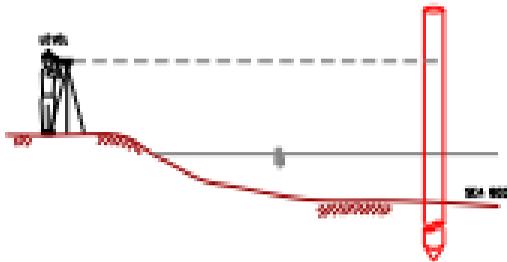
- *Service crane* memposisikan dekat dengan kapal pontoon *stock pile* guna mengambil turap untuk diletakkan pada *stock pile* yang sudah di posisikan dengan crane pancang.
- Pekerjaan selanjutnya bedasarkan pekerjaan sebelumnya yang dilakukan secara berulang.
- Pekerjaan *service crane* haruslah kontinuitas agar pelaksanaan pemancangan berjalan dengan lancar

b. Pematokan Titik Pancang

Pekerjaan pematokan dimaksudkan untuk memberikan tanda letak turap yang akan dipancang, pekerjaan pematokan dilakukan agar urutan pemancangan tidak mengalami kendala dalam menentukan titik lokasi pemancangan.

Uraian Cara Pelaksanaan :

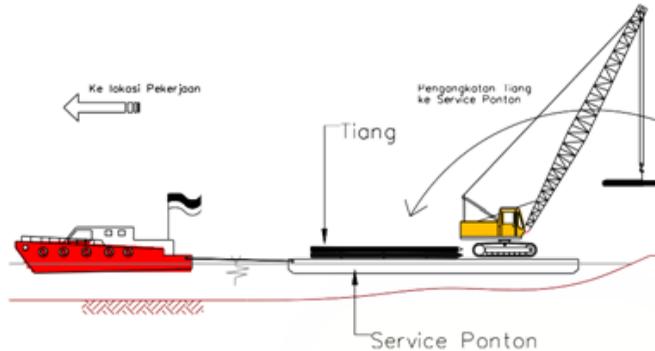
- Pematokan titik-titik pancang dilaksanakan oleh surveyor yang diapproved / disetujui oleh Konsultan Pengawas.
- Patok titik pancang dimonitor dan dijaga agar tetap pada posisinya



Gambar 6.5 Sketsa Pematokan Titik Pancang

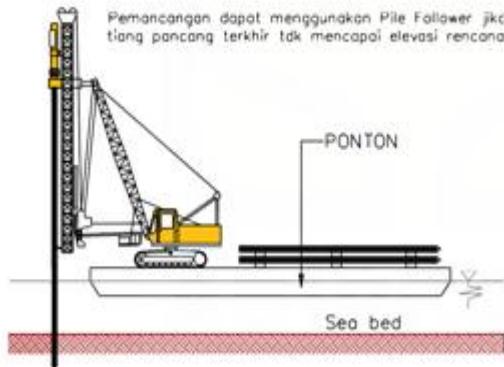
c. Pemancangan

1. Alat Pancang + *Sheet Steel Pile* diatas Ponton selanjutnya dihantar dengan ditarik tug boat ke lokasi pekerjaan



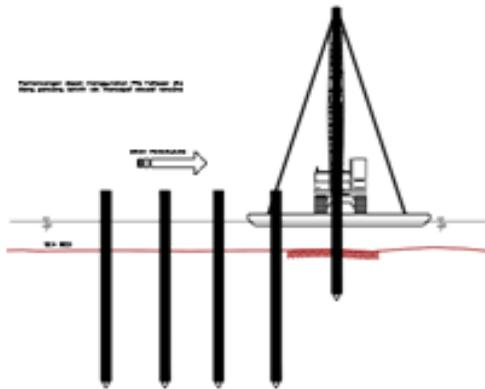
Gambar 6.6 Sketsa Pelaksanaan Pekerjaan *Steel Sheet Pile*

2. Sebelum dipancang, turap dengan hidraulic harus dalam posisi sentris.



Gambar 6.7 Sketsa Tampak Samping Pelaksanaan Pekerjaan Turap

3. Kepala turap dilindungi dari impact langsung hammer dengan bantalan dari papan atau plywood dengan ketebalan 10 cm.
4. Turap diberi tanda dengan cat warna yang menyolok tiap interval 50 cm dan dicatat dengan seksama jumlah pukulan dari permulaan sampai akhir pada formulir “Pile Driving Log” yang di tandatangani Konsultan Pengawas.
5. Pemancangan dilaksanakan secara kontinyu sampai mencapai “Pile Penetration” seperti ditentukan oleh Konsultan dengan syarat “Set” tertentu.
6. Sambungan turap dengan menggunakan Electrode Las AWS E-6013



Gambar 6.8 Sketsa Tampak Depan Pelaksanaan Pekerjaan Turap

7. Sebelum “final Penetration” dibuat kalendering secara seksama diatas kertas millimeter blok yang diletakkan pada turap dan pengambilan final setnya harus mendapat persetujuan lebih dulu dari Konsultan Pengawas / Direksi. Pekerjaan Galian Tanah *Armor Layer*.

6.2.3 Pekerjaan Pengecoran Pondasi Penyangga Pipa

- harus memeriksa spesifikasi dan kualitas material yang masuk ke lokasi, antara lain : Semen (dipastikan menggunakan Portland Semen Type1), Pasir Cor (ukuran dan gradasi butir standar, pasir bersih dari kandungan lumpur dan bahan organik), Split atau Koral (batu pecah ukuran $\frac{1}{2} - \frac{2}{3}$, bukan batu bulat, gradasi butir standar, bersih dari lumpur dan bahan organik).
- Semua area yang akan di cor harus bersih dari kotoran, minyak dan genangan air,seandainya ada genangan air harus dilakukan pemompaan. Sebaiknya pengecoran jangan dilaksanakan saat hujan.
- Ketika pengadukan beton sudah dimulai, komposisi campuran material yang harus dituangkan ke molen beton jangan sampai menambah atau mengurangi campuran volume beton sehingga mempengaruhi kekuatan beton yang direncanakan.
- Setelah pengadukan pertama selesai lakukan pemeriksaan slump test, akan diketahui komposisi air optimal untuk campuran tersebut. Lakukan pengujian slump test saat pengadukan kedua, jika sudah memenuhi syarat maka dijadikan standar jumlah air dalam adukan. Jika belum dilakukan lagi pemeriksaan di pengadukan ke tiga. Selanjutnya pengambilan nilai slump test dapat dilakukan dalam beberapa tahap atau diacak jika dianggap perlu bilamana secara visual campuran beton dianggap kurang layak.
- Setelah pengadukan memenuhi syarat yang ditentukan, tuangkan campuran beton ke tempat yang disediakan, tinggi jatuh tidak boleh lebih dari 50cm.

- Setelah pengecoran selesai, semua perkakas dan peralatan harus dibersihkan dan dicuci supaya tidak terjadi pengikatan beton terhadap peralatan dan perkakas sehingga tidak bias terpakai lagi.



Gambar 6.9 Contoh Pekerjaan Pengecoran Pondasi Penyangga

6.2.4 Pekerjaan Galian Tanah Pada Lapisan *Armor Layer*

a. Pekerjaan Persiapan

- Pembuatan dan pengajuan gambar shop drawing pekerjaan galian tanah untuk armor layer.
- Persiapan lahan kerja. Persiapan alat bantu kerja, antara lain : theodolith, meteran, waterpass, cangkul, benang, selang air, dll.

b. Pengukuran

- Setelah posisi titik ukur tetap ditentukan, berdasarkan titik tetap tersebut dilakukan pengukuran terhadap titik dan elevasi galian tanah.
- Tandai hasil pengukuran dengan menggunakan patok kayu yang diberi warna cat.

c. Pelaksanaan Galian

- Pekerjaan galian tanah dengan menggunakan alat manual cangkul, apabila kondisi lahan memungkinkan pekerjaan galian tanah dapat menggunakan alat bantu excavator.

- Pasang patok dan benang untuk acuan galian.
- Gali tanah dengan acuan patok dan benang yang telah dipasang.
- Buang tanah sisa galian pada area yang telah ditentukan dan tidak mengganggu pelaksanaan pekerjaan.
- Pada setiap periode tertentu kedalaman galian tanah selalu diperiksa dengan menggunakan alat ukur manual atau dengan theodolith.

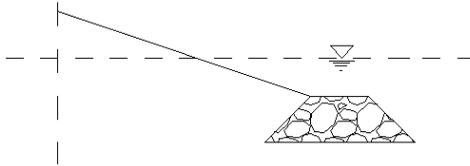


Gambar 6.10 Contoh Pengukuran Kedalaman Menggunakan Theodolit

6.2.5 Pemasangan Tanggul Bawah

Berm (bahu) berupa batu kosongan untuk pelindung kaki pada armor layer agar tidak runtuh dalam pelaksanaannya. Pemasangan awal dilakukan sepanjang luasan yang direncanakan setelah itu di lanjutkan pemasangan batu kosongan. Pemakaian sisi tegak dapat mengakibatkan erosi yang cukup besar apabila kaki atau dasar bangunan berada di air dangkal. Untuk mencegah erosi tersebut diperlukan perlindungan di dasar bangunan yang berupa batu dengan ukuran dan gradasi tertentu untuk mencegah keluarnya butir-butir tanah halus melalui sela-sela batuan yang dapat berakibat terjadinya penurunan, pada dasar armor layer diberi lapisan geotextile non woven. Sisi miring dan kasar dapat menghancurkan dan menyerap energi gelombang, mengurangi

kenaikan gelombang (wave run-up), limpasan gelombang dan erosi dasar.



Gambar 6.11 Sketsa Tanggul Bawah (Berm)

Pada Gambar 6.11 terlihat sketsa pemasangan tanggul bawah yang dibangun untuk menjaga *armor layer* agar tidak runtuh. Pemasangan berm dilakukan dengan cara menyusun hingga terbentuk trapesium atau sesuai yang direncanakan.

6.2.6 Pekerjaan Pemasangan Geotextile

- Sebelum lembar geotextile non woven yang akan dipasang disatukan di lokasi darat (dengan dijahit).
- Menetapkan, mengangkat dan perlengkapan material geotextile non woven sesuai dengan spesifikasi yang telah melalui pengujian.
- Membuka gulungan geotextile non woven diatas permukaan lokasi pekerjaan yang telah dipersiapkan dan menarik keregangan untuk memindahkan bagian yang mengkerut supaya rata. Setelah itu dihamparkan mulai dari posisi berm tanggul, kemudian ditarik ke atas hingga sesuai yang direncanakan lalu dilipat ke atas.
- Pemasangan geotextile non woven dengan ketentuan pemasangan berdasarkan rekomendasi dan spesifikasi yang disyaratkan, overlapping pemasangan minimal 18 inci atau dan dijahit.

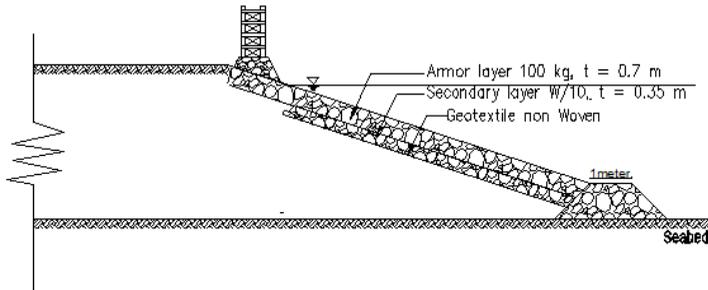
- Untuk lokasi pekerjaan dalam lokasi basah atau bawah air, maka pemasangan geotextile akan dilaksanakan dengan cara khusus oleh pekerja(pekerjaan telah dilengkapi peralatan sesuai yang dipersyaratkan) yang telah berpengalaman. Pemasangan sesuai dengan prosedur yang telah ditetapkan oleh supplier atau pabrik perihal pemasangan geotextile non woven di dalam air.



Gambar 6.12 Contoh Pemasangan Geotextile Non Woven

6.2.7 Pekerjaan Pemasangan *Armor Layer*

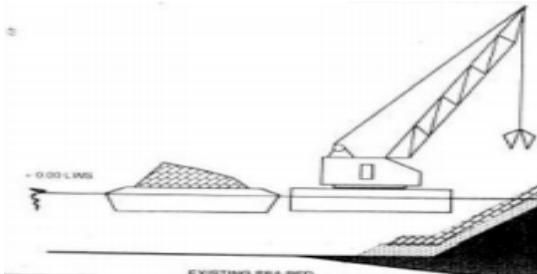
Kedudukan armor layer biasanya digunakan untuk mempertahankan kondisi awal daerah. Didalam pertimbangan penggunaan struktur perlu di perhatikan mengenai kegunaan dan keseluruhan fungsional dari bentuk bangunan, lokasi pembuatan dengan pertimbangan terhadap panjang garis pantai, kedalaman perairan, stabilitas tanah, ketinggian air, kemudahan memperoleh material, kelayakan ekonomi dan lingkungan serta kebijakan institusi terkait. Pemilihan bentuk bangunan tergantung dari kegunaan dari struktur. Pemilihan lokasi pembangunan bisanya diprioritaskan pada daerah yang mengalami abrasi air laut, atau bisa juga ditempatkan di sepanjang area pantai yang akan dilakukan perbaikan.



Gambar 6.13 Sketsa Pemasangan *Armor Layer*

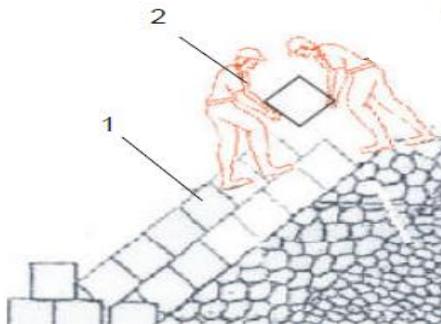
Berm dipasang secepatnya setelah geotextile dihampar pada bagian bawah, material di tata sedemikian rupa agar batuan satu dengan yang lainnya rapat dan saling mengunci dan ditumpuk berbentuk trapesium.

Dapat dilihat pada gambar 6.13 sketsa pemasangan struktur *shore protection*, dimana setelah pemasangan berm dilanjutkan dengan pemasangan *secondary layer* berupa batuan dengan $W/10$ yang ditata secara random diatas geotextile hingga mencapai ketebalan rencana. Setelah selesai dilanjutkan dengan armor layer berupa lapisan batuan yang lebih besar (W) yang pemasanganya dilakukan dengan ditata antar batuannya agar satu sama lain dapat terjadi ikatan (saling mengunci), sehingga batuan yang digunakan harus merupakan batuan yang memiliki sudut dengan ketebalan rencana 15 cm.



Gambar 6.14 Sketsa Pelaksanaan Pemasangan Armor Layer

Dapat dilihat pada gambar 6.14 sketsa pemasangan struktur *armor layer*, tinggi jatuh batu harus maksimal 30cm agar batu saat diletakkan tidak pecah untuk kondisi dibawah muka air laut. Dan untuk tinggi jatuh batu harus maksimal 15cm agar batu saat diletakkan tidak pecah untuk kondisi diatas muka air laut.



Gambar 6.15 Sketsa Penyusunan *Armor Layer*

Setelah batu di jatuhkan semua baru disusun agar batu satu dengan yang lainnya dapat terkunci dan tersusun dengan baik.

6.3 Rencana Anggaran Biaya

Anggaran biaya ini dilakukan untuk menaksir perkiraan harga yang dibutuhkan dalam perbaikan kelongsoran talud. Dimana pada analisisnya adalah dengan mengalikan volume pekerjaan dengan harga satuan yang sudah ditetapkan oleh pemerintah maupun distributor material. Untuk harga satuan yang digunakan adalah HSPK Jawa Timur, dan hasil survey. Berikut merupakan hasil analisa biaya untuk pelaksanaan perbaikan talud disajikan dalam **Tabel 6.1**

Tabel 6.1 Rencana Anggaran Biaya

| No | Uraian Kegiatan | Satuan | Volume | AHS | Biaya | HSPK |
|----------|---|--------|--------|-------------|--------------------------|-----------------|
| 1 | Pekerjaan Persiapan | | | | | |
| 1.1 | Pekerjaan Pembersihan Lahan | m2 | 1,104 | 15,900 | Rp 17,553,600 | 24.01.01.04 |
| 1.2 | Mobilisasi Alat dan Demobilisasi Alat | ls | 1 | 500,000,000 | Rp 500,000,000 | Survey Internet |
| 1.3 | Instalasi Penerangan | m' | 184 | 41,468 | Rp 7,630,084 | Permenhub 2016 |
| | Sub tot | | | | Rp 525,183,684 | |
| 2 | Pekerjaan Perbaikan Pondasi Tiang Penyangga Pipa | | | | | |
| 2.1 | Pekerjaan pengecoran perbaikan Pondasi | m3 | 33.12 | 1,171,082 | Rp 38,786,225 | 24.03.01.08 |
| 2.2 | Pekerjaan Sheet Pile | m | 1840 | 15,000,000 | Rp 27,600,000,000 | Survey Internet |
| | Sub tot | | | | Rp 27,638,786,225 | |
| 3 | Pekerjaan Galian | | | | | |
| 3.1 | Pekerjaan Galian Tanah | m3 | 1,472 | 86,107 | Rp 126,750,093 | 24.01.02.07 |
| | Sub tot | | | | Rp 126,750,093 | |
| 4 | Pekerjaan Pelindung Pantai | | | | | |
| 4.1 | Pekerjaan Tanggul Berm (pasangan batu kali) | m3 | 230 | 567,690 | Rp 130,568,700 | 24.02.01.20 |
| 4.2 | Pekerjaan Timbunan Batu Kali (Armor Layer) | m3 | 1104 | 567,690 | Rp 626,729,760 | 24.02.01.20 |
| 4.3 | Pekerjaan Geotextile (non woven) | m2 | 1104 | 12,375 | Rp 13,662,000 | geomasindo |
| | Sub tot | | | | Rp 770,960,460 | |
| | TOTAL BIAYA | | | | Rp 29,061,680,462 | |
| | DIBULATKAN | | | | Rp 29,061,680,000 | |

Tabel 6.2 Daftar Harga Satuan Pokok Kegiatan

| DAFTAR HARGA SATUAN POKOK KEGIATAN (HSPK) | | | | | | |
|---|--|-----------------------|----------------|----------------|-----------|--|
| 24.02.01.20 | Pemasangan Batu Kali Kosongan tebal 20 cm | | | m ³ | | |
| | Upah: | | | | | |
| 23.02.04.01.01.F | Mandor | 0.0170 | O.H | 120,000.00 | | 2040 |
| 23.02.04.01.02.F | Kepala Tukang Batu | 0.0150 | O.H | 110,000.00 | | 1650 |
| 23.02.04.01.03.F | Tukang Batu | 0.1500 | O.H | 105,000.00 | | 15750 |
| 23.02.04.01.04.F | Pembantu Tukang | 0.3500 | O.H | 99,000.00 | | 34650 |
| | | | | Jumlah: | | 54090 |
| | Bahan: | | | | | |
| 20.01.01.05.03.01.F | Batu Kali Belah 15/20 cm | 1.2000 | m ³ | 428,000 | | 513600 |
| | | | | Jumlah: | | 513600 |
| Nilai HSPK : | | | | | | 567690 |
| 24.01.01.04 | Pembersihan Lapangan "Berat" dan Perataan | | | m ² | | SNI 03-2835-2002 pek.persiapan dan pek.tanah bangunan sederhana (6.8) |
| | Upah: | | | | | |
| 23.02.04.01.01.F | Mandor | 0.0500 | O.H | 120,000 | | 6,000 |
| 23.02.04.01.04.F | Pembantu Tukang | 0.1000 | O.H | 99,000 | | 9,900 |
| | | | | Jumlah: | | 15,900 |
| Nilai HSPK : | | | | | | 15,900 |
| 24.01.02.07 | Penggalian Tanah Biasa | | | m ³ | | SNI 2835:2008 (6.4) |
| | Upah: | | | | | |
| 23.02.04.01.01.F | Mandor | 0.0250 | O.H | 120,000 | | 3,000 |
| 23.02.04.01.04.F | Pembantu Tukang | 0.7500 | O.H | 99,000 | | 74,250 |
| | Sewa Peralatan | | | | | |
| 23.02.05.11.01.01.F | Sewa Escavator 6m ³ | 0.0670 | Jam | 132,200 | | 8,857 |
| | | | | Jumlah: | | 86,107 |
| Nilai HSPK : | | | | | | 86,107 |
| 24.03.01.08 | Pekerjaan Beton K-250 | | | m ³ | | SNI 7394:2008 (6.8) |
| | Upah: | | | | | |
| 23.02.04.01.01.F | Mandor | 0.0830 | O.H | 120,000 | | 9,960 |
| 23.02.04.01.02.F | Kepala Tukang Batu | 0.0280 | O.H | 110,000 | | 3,080 |
| 23.02.04.01.03.F | Tukang Batu | 0.2750 | O.H | 105,000 | | 28,875 |
| 23.02.04.01.04.F | Pembantu Tukang | 1.6500 | O.H | 99,000 | | 163,350 |
| | | | | Jumlah: | | 205,265 |
| | Bahan: | | | | | |
| 20.01.01.02.01.F | Semen portland (40kg) | 9.6000 | Zak | 63,000 | | 604,800 |
| 20.01.01.04.04.F | Pasir Beton | 0.4325 | m ³ | 232,100 | | 100,383 |
| 20.01.01.05.04.01.F | Batu Pecah Mesin 1/2 cm | 0.5468 | m ³ | 466,000 | | 254,828 |
| 23.02.02.02.01.F | Air (biaya air tawar) | 215.0000 | Liter | 27 | | 5,805 |
| | | | | Jumlah: | | 965,817 |
| Nilai HSPK : | | | | | | 1,171,082 |
| 416 | | LAMPU PENERANGAN | | | | |
| 416 | 5051 | -Instalasi penerangan | m' | 300,00 | 36.059,00 | 10.817,700,00 |

“Halaman Sengaja di Kosongkan”

BAB VII PENUTUP

7.1 Umum

Dari analisa perencanaan dengan berdasarkan dari jawaban atas permasalahan tugas akhir ini. Dari tujuan yang ingin dicapai sebelumnya kemudian dilakukan analisa perencanaan terhadap permasalahan yang kemudian didapatkan kesimpulan atas pemecahan berbagai masalah yang ada.

7.2 Kesimpulan

Dalam perencanaan tugas akhir ini didapatkan beberapa kesimpulan, sebagai berikut :

Dengan hasil perkiraan tinggi gelombang metode SPM 84 didapat, $H_s = 0,25m$, $T = 1,95s$, $D = 1jam$. Digunakan konstruksi *shore protection* berupa *armor layer* yang memiliki nilai *slope* dan *sheet pile* pada area talud.

- *Primary Armor Layer*
Didapatkan berat batuan (w) sebesar 96 kg yang dipasang secara disusun antar batuanannya dengan ketebalan lapisan 70 cm. Dengan elevasi pemasangan hingga +1 mLWS.
- *Secondary Armor Layer*
Digunakan berat batuan ($w/10$) sebesar 9,6 kg yang dipasang secara acak dengan ketebalan 35 cm, dengan elevasi pemasangan hingga -1 mLWS
- *Sheet Pile*
Digunakan menggunakan steel sheet pile dengan tegangan leleh 210 MN/m² (ASTM A-572), dengan profil *Z-Section* tipe AZ 50-700. dengan $W = 4955 \text{ cm}^3$

Metode pelaksanaan yang digunakan adalah perbaikan talud melalui jalur laut. Untuk tahap awal dilakukan pembersihan lahan, kemudian pemancangan turap, setelah itu baru dilakukan pengecoran perbaikan pondasi, tahap akhir untuk mencegah agar material tidak terbawa arus dari gelombang laut akan dibangun tanggul penahan (*berm*) terlebih dahulu secara trapesium, sehingga perbaikan talud menggunakan batu kosong dapat dilaksanakan dengan baik

Biaya yang dibutuhkan untuk pekerjaan perbaikan kelongsoran talud adalah sebesar Rp 29.061.680.000 (*Duapuluh Sembilan Milyar Enampuluh Satu Juta Enam Ratus Delapanpuluh Ribu Rupiah*)

7.3 Saran

Dalam pelaksanaan pekerjaan di lapangan, perlu diperhatikan pengawasan yang benar, dikarenakan pondasi penyangga pipa yang hampir sebagian akan runtuh yang disebabkan gelombang air laut yang terus menerus menghantam pondasi.

Sehingga perbaikan kelongsoran menggunakan konstruksi *shore protection* berupa *steel sheet pile* dan *armor layer* bisa dibilang sudah cukup aman untuk melindungi talud dari gelombang air laut untuk jangka panjang.

DAFTAR PUSTAKA

Bowles, J.E. 1983. *Analisa dan disain pondasi*. Jakarta: Erlangga

Broms, B.B., 1964. *The Lateral Resistance of Piles in Cohesive Soils. Journal of the Soil Mechanics Divisions, ASCE, Vol. 90, No. SM3*

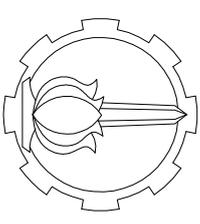
Hardiyatmo, Hary Christady, 2007, *Mekanika Tanah 1*, Gadjah mada University Press, Yogyakarta

Nawi berlian, Welly 2016, *Perencanaan reklamasi dan shore protection di zona 3 dan 4 tersus PT. Badak NGL.Surabaya:ITS*

Rankine, W, 1987. *Stabilitas Tanah lunak*. Jakarta: Erlangga

Wahyudi, Herman. 1997. *Teknik Reklamasi*. Surabaya: ITS

Wahyudi, Herman. 1999. *Daya dukung pondasi dalam*. Surabaya: ITS



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
 PROGRAM S-1 JURUSAN TEKNIK SIPIL

JUDUL TUGAS

TUGAS AKHIR

NAMA GAMBAR

TAMPAK SAMPIING

SKALA GAMBAR

1:100

DOSEN PEMBIMBING

MUSTA'IN ARIEF, ST, MT
 Prof.Dr. Ir. HERMAN WAHYUDI. DEA

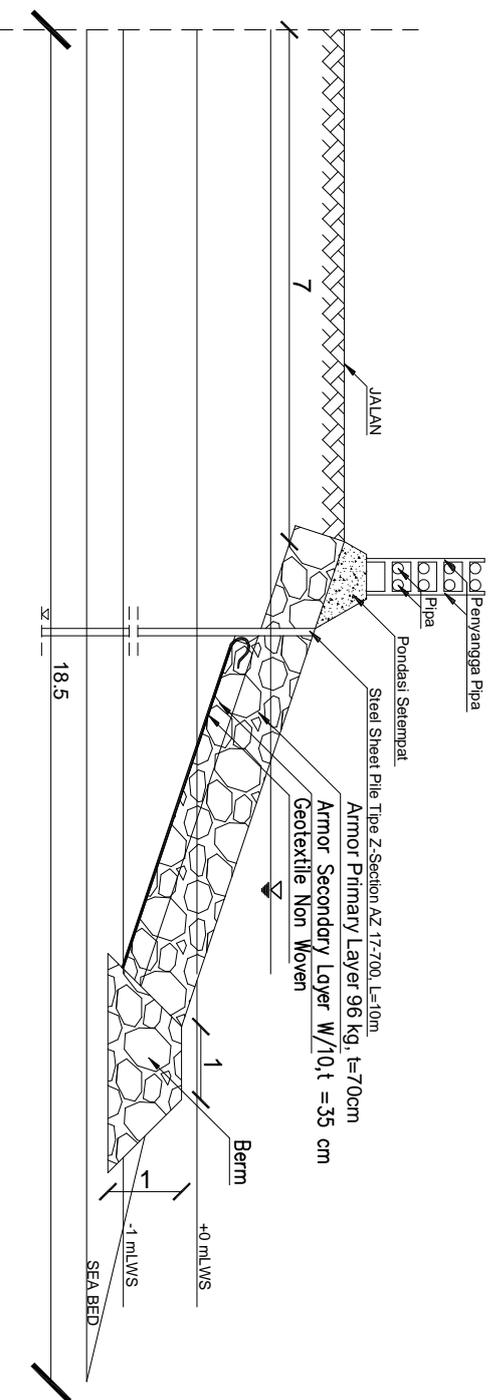
NAMA MAHASISWA

MUHAMMAD RAJIB NAJLA NAJA
 (3114106035)

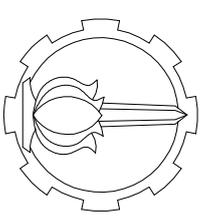
CATATAN

| | |
|------------------|----------------------|
| NO GAMBAR | JUMLAH GAMBAR |
|------------------|----------------------|

01



TAMPAK SAMPIING
 SKALA 1:100



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM S-1 JURUSAN TEKNIK SIPIL

JUDUL TUGAS

TUGAS AKHIR

NAMA GAMBAR

TAMPAK ATAS

SKALA GAMBAR

1:100

DOSEN PEMBIMBING

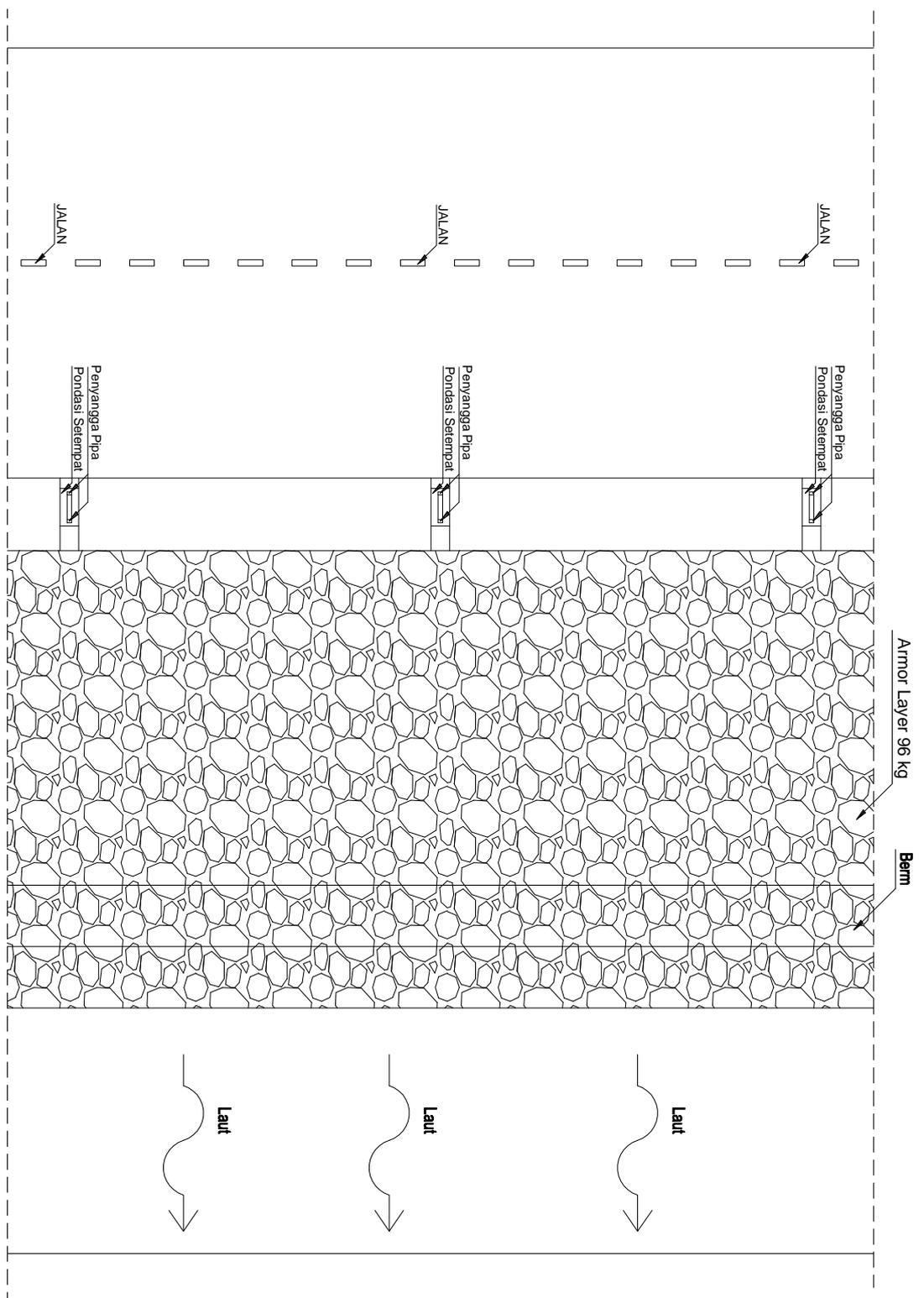
MUSTA'IN ARIEF, ST, MT
Prof.Dr. Ir. HERMAN WAHYUDI. DEA

NAMA MAHASISWA

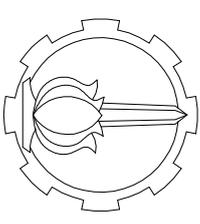
MUHAMMAD RAJIB NAJLA NAJJA
(3114106035)

CATATAN

| NO GAMBAR | JUMLAH GAMBAR |
|-----------|---------------|
| 03 | |



TAMPAK ATAS (POTONGAN B - B)
SKALA 1:100



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM S-1 JURUSAN TEKNIK SIPIL

JUDUL TUGAS

TUGAS AKHIR

NAMA GAMBAR

TAMPAK DEPAN

SKALA GAMBAR

1:125

DOSEN PEMBIMBING

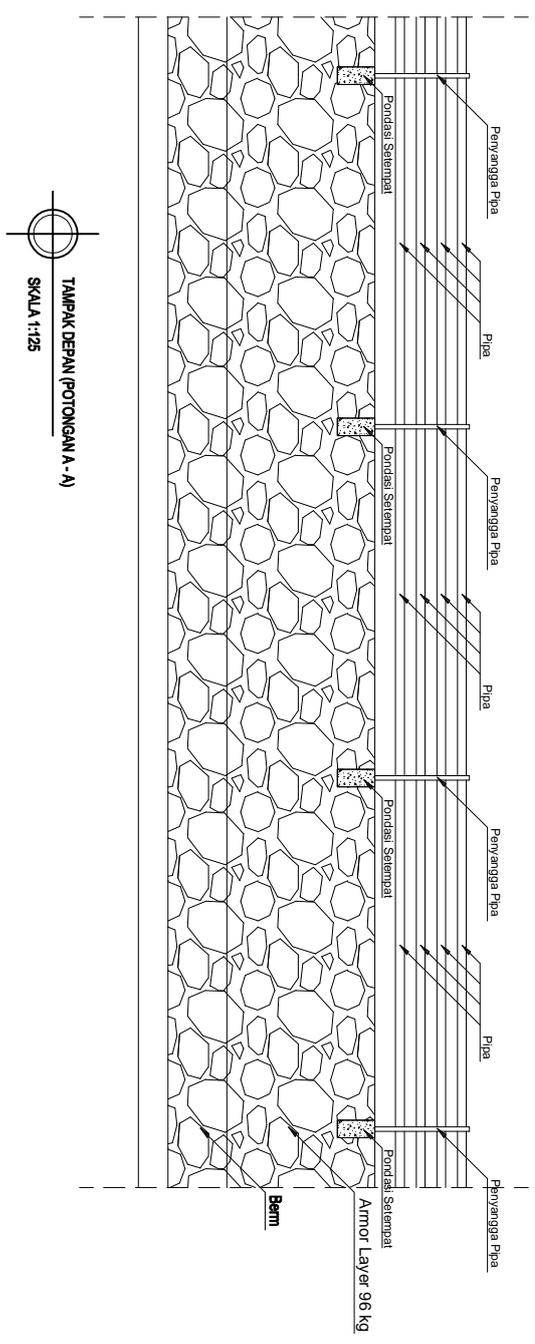
MUSTA'IN ARIEF, ST, MT
Prof.Dr. Ir. HERMAN WAHYUDI. DEA

NAMA MAHASISWA

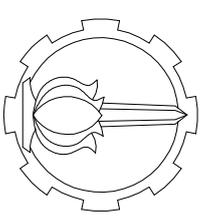
MUHAMMAD RAJIB NAJLA NAJJA
(3114106035)

CATATAN

| NO GAMBAR | JUMLAH GAMBAR |
|-----------|---------------|
| 02 | |



| NO GAMBAR | JUMLAH GAMBAR |
|-----------|---------------|
| 02 | |



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM S-1 JURUSAN TEKNIK SIPIL

JUDUL TUGAS

TUGAS AKHIR

NAMA GAMBAR

TAMPAK ISOMETRIK

SKALA GAMBAR

1:125

DOSEN PEMBIMBING

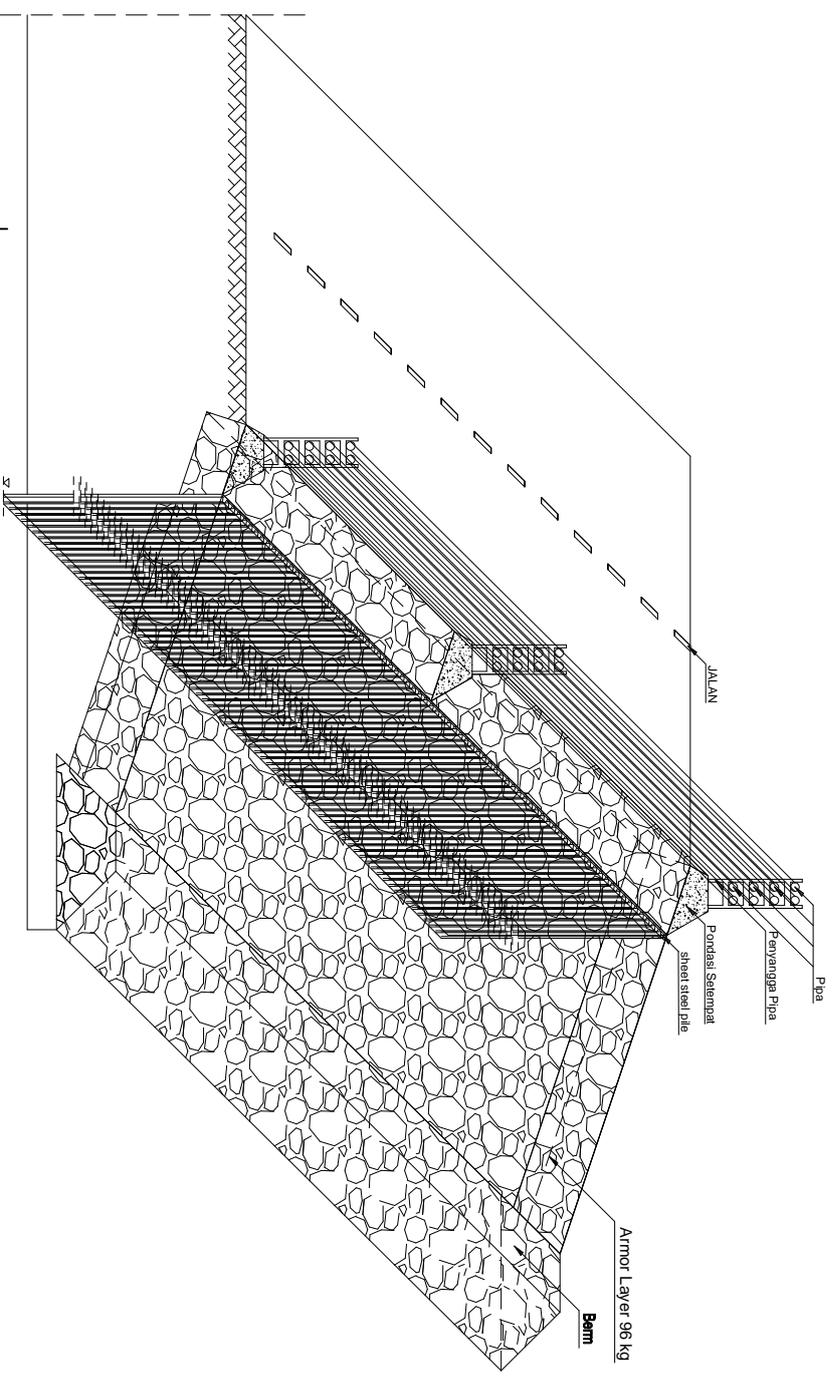
MUSTA'IN ARIEF, ST, MT
Prof.Dr. Ir. HERMAN WAHYUDI. DEA

NAMA MAHASISWA

MUHAMMAD RAJIB NAJLA NAJJA
(3114106035)

CATATAN

| NO GAMBAR | JUMLAH GAMBAR |
|-----------|---------------|
| 04 | |



TAMPAK ISOMETRIK
SKALA 1:125

BIODATA PENULIS



Muhammad Rajib Naila Naja

Lahir di Kabupaten Demak pada tanggal 23 Mei 1993, merupakan anak pertama dari 4 bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal di SDN Bintoro 8 Demak lulus pada tahun 2005, SMPN 2 Demak lulus pada tahun 2008, SMAN 3 Demak lulus pada tahun 2011 dan Diploma III Teknik Sipil Universitas Diponegoro lulus pada tahun 2015. Di tahun yang sama, penulis melanjutkan studi untuk jenjang sarjana di Institut Teknologi Sepuluh Nopember Jurusan Teknik Sipil melalui program lintas jalur dan terdaftar dengan NRP 3114106035. Di jurusan Teknik Sipil, penulis mengambil minat geoteknik dalam menempuh tugas akhir dengan judul “Perbaikan Kelongsoran Tanah Pada Terminal Nilam Utara PT. AKR Corporindo Tbk Pelabuhan Tanjung Perak Surabaya”. Bagi pembaca yang ingin berdiskusi, memberi kritik dan saran dapat berkorespondensi melalui alamat surel rajibnorjo@gmail.com .