

PERCEPATAN KONSOLIDASI TANAH DENGAN METODE PREFABRICATED VERTICAL DRAIN (PVD) PADA AKSES JALAN PELABUHAN KENYAMUKAN, SANGATTA, KUTAI TIMUR

Edison Hatoguan Manurung¹, Widiyo Subiantoro², Irvon Dasrah³

^{1,2,3}Prodi Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Mpu Tantular

Email: dasrahirvon@gmail.com

INFO ARTIKEL

Riwayat Artikel:

Received :27-06-2025

Revised :10-07-2025

Accepted :17-07-2025

Keywords: Soft Soil, Consolidation, Prefabricated Vertical Drain (PVD), Vacuum Preloading, Soil Improvement, Access Road, Kenyamukan Port.

DOI: <https://doi.org/10.62335>

ABSTRACT

The construction of access roads to Kenyamukan Port in Sangatta, East Kutai, faced a major challenge due to soft saturated soils with low bearing capacity and high settlement potential. To address this issue, a soil improvement system was implemented using a combination of Prefabricated Vertical Drain (PVD) and vacuum preloading methods. PVD functions to accelerate pore water discharge both vertically and horizontally, while vacuum preloading applies negative pressure to enhance consolidation without the need for heavy surcharge loads. This internship was conducted over ±2 months, focusing on the installation stages of PVD, perforated horizontal drains (PHD), geomembranes, and vacuum systems. Based on field observations and CPTu test data, this combined method significantly accelerated soil consolidation, increased effective stress, and reduced the consolidation period from over a year to approximately 90–120 days. The method is considered effective, efficient, and suitable for infrastructure projects on soft ground, especially in coastal areas. This practical experience also provided the student with hands-on knowledge of construction execution, technical skills, and real-world problem-solving in geotechnical engineering.

ABSTRAK

Pembangunan akses jalan menuju Pelabuhan Kenyamukan di Sangatta, Kutai Timur menghadapi kendala utama berupa tanah lunak jenuh air yang memiliki daya dukung rendah dan tingkat

penurunan (settlement) yang tinggi. Untuk mengatasi permasalahan ini, digunakan metode perbaikan tanah dengan sistem konsolidasi, yaitu kombinasi antara Prefabricated Vertical Drain (PVD) dan vacuum preloading. PVD berfungsi mempercepat aliran air pori secara horizontal dan vertikal, sedangkan vacuum preloading mempercepat proses konsolidasi melalui tekanan negatif tanpa beban timbunan besar. Kerja praktek ini dilakukan selama ± 2 bulan di lokasi proyek dengan fokus pada tahapan pemasangan PVD, PHD, geomembran, serta sistem vakum. Berdasarkan hasil pengamatan dan data CPTu, metode ini terbukti mempercepat proses pemadatan tanah, meningkatkan tegangan efektif, serta mengurangi waktu konsolidasi dari lebih dari 1 tahun menjadi sekitar 90–120 hari. Metode ini dinilai efektif, efisien, dan sesuai untuk proyek infrastruktur pada tanah lunak ekstrem seperti wilayah pesisir. Kerja praktek ini juga memberikan wawasan praktis terhadap pelaksanaan proyek, keterampilan teknis, serta pemahaman langsung terhadap permasalahan dan solusi geoteknik di lapangan.

PENDAHULUAN

Tanah lunak atau rawa merupakan tantangan utama dalam pembangunan infrastruktur, baik itu infrastruktur bangunan gedung atau infrastruktur jalan, terutama di wilayah pesisir pantai seperti kota Sangatta, Kutai Timur. Pelabuhan Kenyamukan merupakan pelabuhan penting untuk kota Sangatta yang dikenal juga sebagai kota tambang, tetapi akses jalan ke Pelabuhan tersebut terkendala adanya tanah lunak atau rawa yang menghambat pembangunan akses jalan ke Pelabuhan tersebut.

Pada kegiatan proyek “Peningkatan Jalan Ruas Jalan Akses Pelabuhan Kenyamukan”, menghadapi permasalahan tanah lunak atau rawa yang menyebabkan penurunan tanah secara signifikan. Untuk mengatasi hal tersebut, pada proyek ini terdapat item pekerjaan Percepatan Konsolidasi Tanah dengan Metode Penyalir Vertikal dengan Vakum yang dikombinasikan dengan metode Prefabricated Vertical Drain (PVD). Metode PVD ini sudah terbukti efektif dalam mempercepat proses pemadatan tanah dan meningkatkan stabilitas.

Jurusan prodi Teknik Sipil di Universitas MPU Tantular, terdapat mata kuliah Kerja Praktek sebagai sarana Latihan dan keterampilan bagi masing-masing mahasiswa/i. Kerja Praktek ini bertujuan agar mahasiswa/i dapat mempraktekan ilmu teori di bangku perkuliahan dengan mengaplikasikan di lapangan dan bisa membedakan antara teori dengan praktek lapangan, serta diharapkan mahasiswa/i dapat berpikir kritis, logis, konseptual dan aplikatif serta profesional di bidangnya. Kerja Praktek juga

merupakan salah satu syarat untuk melengkapi mata kuliah semester genap (semester VI) yang dilaksanakan lebih kurang 3 bulan di lapangan.

Untuk memenuhi persyaratan tersebut, maka penulis melakukan kerja praktek pada kegiatan proyek Peningkatan Jalan Ruas Jalan Akses Pelabuhan Kenyamukan, yang berlokasi di Sangatta, Kabupaten Kutai Timur, Provinsi Kalimantan Timur. Karena keterbatasan waktu Kerja Praktek, maka penulis focus pada pekerjaan Percepatan Konsolidasi Tanah dengan Metode Penyalir Vertikal dengan Vakum yang dikombinasikan dengan metode Prefabricated Vertical Drain (PVD). Adapun Tujuan dan Manfaat Kerja Praktek ini adalah:

Tujuan Kerja Praktek

Adapun tujuan dari Kerja Praktek ini adalah :

1. Menerapkan ilmu yang telah diperoleh di bangku perkuliahan ke dalam dunia kerja nyata.
2. Memperluas pengetahuan teoritis yang didapat di bangku perkuliahan dengan kondisi di lapangan.
3. Memahami proses dan tahapan pelaksanaan proyek konstruksi, mulai dari perencanaan, pelaksanaan, hingga pengawasan.
4. Mengenal sistem kerja di lapangan, termasuk struktur organisasi proyek, koordinasi antardivisi, dan manajemen waktu serta biaya.
5. Mempelajari pemecahan masalah teknis secara langsung di lapangan serta bagaimana pengambilan keputusan dilakukan oleh pihak pelaksana.
6. Membangun etos kerja, disiplin, dan tanggung jawab profesional sebagai calon insinyur teknik sipil.

Manfaat Kerja Praktek

Adapun manfaat dari Kerja Praktek ini adalah :

1. Menambah wawasan dan pengalaman praktis, sehingga mahasiswa tidak hanya memahami teori tetapi juga aplikasinya.
2. Meningkatkan keterampilan teknis dan non-teknis, seperti kemampuan membaca gambar teknik, teknis pelaksanaan konsolidasi tanah dengan metode vakum dan PVD.
3. Sebagai referensi bagi pengembangan metode serupa pada proyek sejenis.
4. Meningkatkan nilai tambah pribadi, baik dari segi pengetahuan, portofolio pengalaman, maupun kesiapan menghadapi tantangan di dunia teknik sipil.
5. Memperluas jaringan (networking) dengan para profesional, kontraktor, konsultan, dan pihak pemilik proyek.

Ruang Lingkup

Kerja Praktek pada proyek Peningkatan Jalan Ruas Jalan Akses Pelabuhan Kenyamukan, Sangatta, Kutai Timur, ini hanya lebih kurang 2 bulan, sehingga penulis tidak dapat mengikuti semua item pekerjaan pada proyek tersebut. Adapun ruang lingkup pekerjaan yang dilaksanakan di lapangan adalah :

1. Membaca gambar teknik (Shop Drawing), dan melihat pelaksanaannya di lapangan, terutama pekerjaan vakum preloading dan Prefabricated Vertical Drain (PVD).
2. Langkah kerja pekerjaan konsolidasi tanah dengan metode vakum preloading.
3. Pemasangan Geotekstil.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan adalah penelitian kualitatif. Metode ini menggunakan Wawancara dan observasi lapangan memungkinkan peneliti untuk mendapatkan informasi mendalam dari narasumber, sementara observasi lapangan memungkinkan peneliti untuk mengamati langsung fenomena atau perilaku yang terjadi di lingkungan alam. Untuk mengumpulkan data dan informasi untuk kegiatan Kerja Praktek ini, penulis melakukan beberapa teknik - teknik dalam pengumpulan data, antara lain :

1. Observasi lapangan
Hadir dan melihat secara langsung pekerjaan di lapangan, amati dan ambil data - data yang diperlukan.
2. Wawancara langsung
Menjalin komunikasi yang baik dengan tim lapangan, baik itu kontraktor pelaksana atau dengan konsultan pengawas, dan data - data yang diperlukan bisa didapatkan dengan bertanya langsung di lapangan.
3. Studi dokumen dan gambar kerja
Mempelajari dan membaca dokumen - dokumen teknis dan gambar kerja (shop drawing).
4. Literatur atau bacaan
Membaca berbagai referensi terkait dengan kegiatan di lapangan, untuk melengkapi data - data yang telah diperoleh dan pekerjaan yang telah diamati di lapangan. Sehingga didapatkan data yang lebih akurat.

Lokasi Kerja Praktek

Kegiatan Kerja Praktek ini dilaksanakan pada proyek Peningkatan Jalan Ruas Jalan Akses Pelabuhan Kenyamukan. Lokasi adalah :

- Kota : Sangatta
- Kabupaten : Kutai Timur
- Provinsi : Kalimantan Timur

Tinjauan Umum

Data Umum Proyek

Kegiatan Kerja Praktek ini dilaksanakan di proyek Peningkatan Jalan Ruas Akses Pelabuhan Kenyamukan, dengan data umum proyek sebagai berikut :

- Nama Proyek : Peningkatan Jalan Ruas Akses Pelabuhan Kenyamukan.
- Lokasi Pekerjaan : Kota Sangatta, Kab. Kutai Timur, Prov. Kalimantan Timur.
- Nilai Pekerjaan : Rp 89.446.958.000 (Include PPN)

- Sumber Dana : APBN 2023.
- Tahun Anggaran : 2023
- Masa Pelaksanaan : 432 Hari.
- Masa Pemeliharaan : 365 Hari.
- No. Kontrak : 30-34/KENYAMUKAN/WIL.II-KT/BM.
- No. SPMK : HK 02.03/Bb12.6.2.2/SPMK/802.
- Tanggal Kontrak : 29 September 2024.
- SATKER : PJJN WILAYAN II PROVINSI KALIMANTAN TIMUR.
- PPK : PPK 2.2 PROVINSI KALIMANTAN TIMUR.
- Kontraktor : PT. Sukses Putra Tanjung (SPT)
- Konsultan : PT. Yodya Karya (Persero), KSO

Lingkup Pekerjaan

A. Divisi 1 (Umum)

Meliputi pekerjaan mobilisasi dan demobilisasi, dokumen-dokumen SMKK, RKK, alat-alat keselamatan kerja, dan pengujian lingkungan hidup.

B. Divisi 3 (Pekerjaan Tanah dan Geosintetik)

Meliputi pekerjaan timbunan biasa dan timbunan pilihan, pembersihan lahan, geotekstil, dan percepatan konsolidasi tanah dengan metode penyalir vertical atau PVD dan vakum.

C. Divisi 5 (Pekerjaan Berbutir dan Beton Semen)

Meliputi pekerjaan penghamparan kelas agregat A dan agregat kelas B.

D. Divisi 6 (Pekerjaan Aspal)

Pekerjaan aspal yang terdiri dari aspal laston lapis aus (AC-WC), laston lapis antara (AC-BC), dan laston lapis pondasi (AC-Base)

E. Divisi 7 (Pekerjaan Struktur)

Meliputi pekerjaan beton struktur fc'30 mpa, beton fc'15 mpa, beton fc'10 mpa, baja tulangan sirip (Bjts), fondasi cerucuk, penyediaan tiang pancang beton pratekan pracetak ukuran 200 mm x 200 mm dan pemancangan, pemasangan batu.

F. Divisi 9 (Pekerjaan Harian dan Pekerjaan Lain-lain)

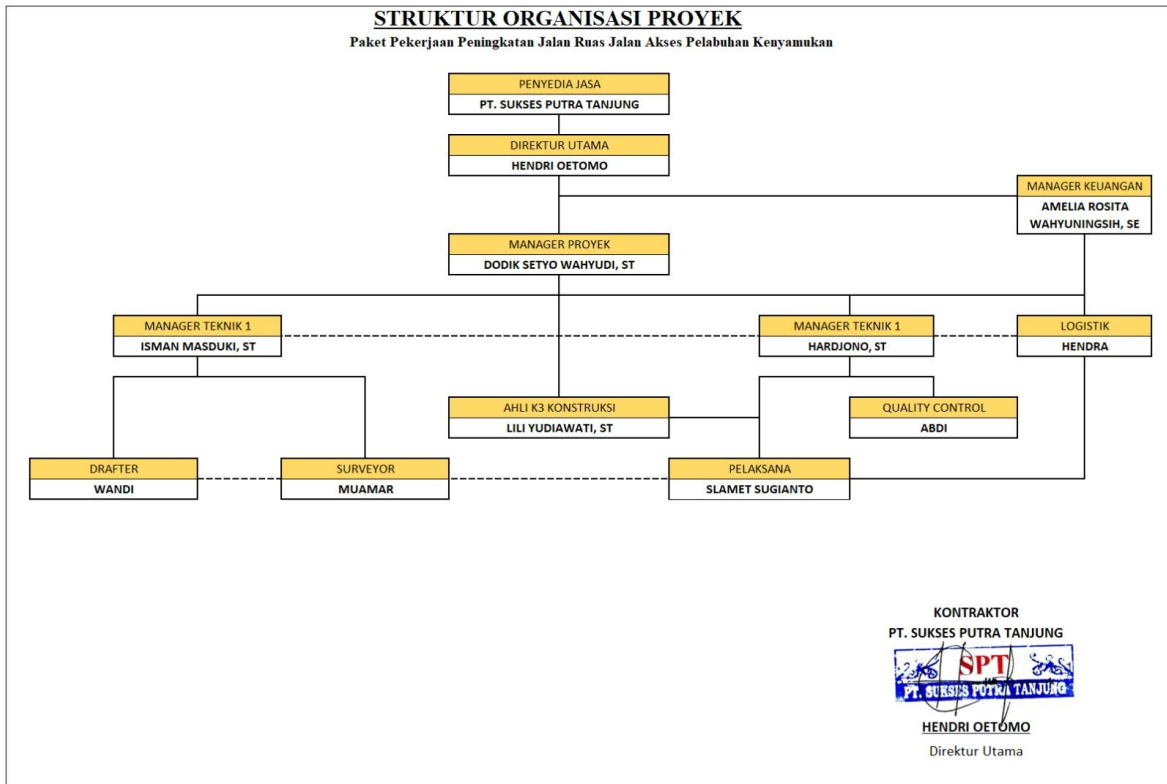
Meliputi pekerjaan finishing seperti marka jalan, rambu jalan tunggal, dan rel pengaman.

G. Divisi 10 (Pekerjaan Pemeliharaan Kinerja)

Yaitu pekerjaan pengecatan kerb pada trotoar dan median jalan.

Struktur Organisasi

Berikut adalah struktur organisasi pada pelaksanaan proyek Peningkatan Jalan Ruas Akses Pelabuhan Kenyamukan :



HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Awal Tanah

Berdasarkan hasil sondir yang telah dilakukan oleh kontraktor melalui pihak luar yaitu CV. Prisma Soenoe. Test sondir pada pekerjaan ini dilakukan pada 8 titik, dengan hasil sebagai berikut :

| Kedalaman | S.01 | | | S.02 | | | S.03 | | | S.04 | | | S.05 | | | S.06 | | | S.07 | | | S.08 | | |
|-----------|--------------------|--------------------|------------------|--------------------|--------------------|------------------|--------------------|--------------------|------------------|--------------------|--------------------|------------------|--------------------|--------------------|------------------|--------------------|--------------------|------------------|--------------------|--------------------|------------------|--------------------|--------------------|------------------|
| | CR | CR/10 | Qi | CR | CR/10 | Qi | CR | CR/10 | Qi | CR | CR/10 | Qi | CR | CR/10 | Qi | CR | CR/10 | Qi | CR | CR/10 | Qi | CR | CR/10 | Qi |
| m | Kg/Cm ² | Kg/Cm ² | T/m ² | Kg/Cm ² | Kg/Cm ² | T/m ² | Kg/Cm ² | Kg/Cm ² | T/m ² | Kg/Cm ² | Kg/Cm ² | T/m ² | Kg/Cm ² | Kg/Cm ² | T/m ² | Kg/Cm ² | Kg/Cm ² | T/m ² | Kg/Cm ² | Kg/Cm ² | T/m ² | Kg/Cm ² | Kg/Cm ² | T/m ² |
| 0 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| 0,2 | 2,007 | 0,201 | 2,007 | 1,003 | 0,100 | 1,003 | 1,003 | 0,100 | 1,003 | 1,003 | 0,100 | 1,003 | 1,003 | 0,100 | 1,003 | 1,003 | 0,100 | 1,003 | 1,003 | 0,100 | 1,003 | 1,003 | 0,100 | 1,003 |
| 0,4 | 2,007 | 0,201 | 2,007 | 1,003 | 0,100 | 1,003 | 1,003 | 0,100 | 1,003 | 1,003 | 0,100 | 1,003 | 1,003 | 0,100 | 1,003 | 1,003 | 0,100 | 1,003 | 1,003 | 0,100 | 1,003 | 1,003 | 0,100 | 1,003 |
| 0,6 | 0,690 | 0,069 | 0,690 | 2,007 | 0,201 | 2,007 | 2,007 | 0,201 | 2,007 | 2,007 | 0,201 | 2,007 | 2,007 | 0,201 | 2,007 | 2,007 | 0,201 | 2,007 | 2,007 | 0,201 | 2,007 | 2,007 | 0,201 | 2,007 |
| 0,8 | 0,690 | 0,069 | 0,690 | 2,007 | 0,201 | 2,007 | 2,007 | 0,201 | 2,007 | 2,007 | 0,201 | 2,007 | 2,007 | 0,201 | 2,007 | 2,007 | 0,201 | 2,007 | 2,007 | 0,201 | 2,007 | 2,007 | 0,201 | 2,007 |
| 1 | 5,017 | 0,502 | 5,017 | 5,010 | 0,501 | 5,010 | 2,007 | 0,201 | 2,007 | 4,014 | 0,401 | 4,014 | 4,014 | 0,401 | 4,014 | 5,010 | 0,501 | 5,010 | 4,014 | 0,401 | 4,014 | 4,014 | 0,401 | 4,014 |
| 1,2 | 5,017 | 0,502 | 5,017 | 5,010 | 0,501 | 5,010 | 5,010 | 0,501 | 5,010 | 4,014 | 0,401 | 4,014 | 4,014 | 0,401 | 4,014 | 5,010 | 0,501 | 5,010 | 4,014 | 0,401 | 4,014 | 4,014 | 0,401 | 4,014 |
| 1,4 | 5,017 | 0,502 | 5,017 | 4,014 | 0,401 | 4,014 | 5,010 | 0,501 | 5,010 | 4,014 | 0,401 | 4,014 | 5,017 | 0,502 | 5,017 | 4,014 | 0,401 | 4,014 | 5,017 | 0,502 | 5,017 | 5,017 | 0,502 | 5,017 |
| 1,6 | 5,017 | 0,502 | 5,017 | 4,014 | 0,401 | 4,014 | 4,014 | 0,401 | 4,014 | 5,010 | 0,501 | 5,010 | 5,017 | 0,502 | 5,017 | 5,017 | 0,502 | 5,017 | 5,017 | 0,502 | 5,017 | 5,017 | 0,502 | 5,017 |
| 1,8 | 5,017 | 0,502 | 5,017 | 4,014 | 0,401 | 4,014 | 4,014 | 0,401 | 4,014 | 5,010 | 0,501 | 5,010 | 5,017 | 0,502 | 5,017 | 5,017 | 0,502 | 5,017 | 5,017 | 0,502 | 5,017 | 5,017 | 0,502 | 5,017 |
| 2 | 7,024 | 0,702 | 7,024 | 5,017 | 0,502 | 5,017 | 5,017 | 0,502 | 5,017 | 4,014 | 0,401 | 4,014 | 4,014 | 0,401 | 4,014 | 7,024 | 0,702 | 7,024 | 7,024 | 0,702 | 7,024 | 7,024 | 0,702 | 7,024 |
| 2,2 | 7,024 | 0,702 | 7,024 | 5,017 | 0,502 | 5,017 | 5,017 | 0,502 | 5,017 | 4,014 | 0,401 | 4,014 | 4,014 | 0,401 | 4,014 | 7,024 | 0,702 | 7,024 | 7,024 | 0,702 | 7,024 | 7,024 | 0,702 | 7,024 |
| 2,4 | 7,024 | 0,702 | 7,024 | 5,017 | 0,502 | 5,017 | 5,017 | 0,502 | 5,017 | 5,017 | 0,502 | 5,017 | 5,017 | 0,502 | 5,017 | 7,024 | 0,702 | 7,024 | 7,024 | 0,702 | 7,024 | 7,024 | 0,702 | 7,024 |
| 2,6 | 5,017 | 0,502 | 5,017 | 6,020 | 0,602 | 6,020 | 6,020 | 0,602 | 6,020 | 6,020 | 0,602 | 6,020 | 6,020 | 0,602 | 6,020 | 6,020 | 0,602 | 6,020 | 6,020 | 0,602 | 6,020 | 6,020 | 0,602 | 6,020 |
| 2,8 | 5,017 | 0,502 | 5,017 | 6,020 | 0,602 | 6,020 | 6,020 | 0,602 | 6,020 | 6,020 | 0,602 | 6,020 | 6,020 | 0,602 | 6,020 | 6,020 | 0,602 | 6,020 | 6,020 | 0,602 | 6,020 | 6,020 | 0,602 | 6,020 |
| 3 | 7,024 | 0,702 | 7,024 | 7,024 | 0,702 | 7,024 | 6,020 | 0,602 | 6,020 | 7,024 | 0,702 | 7,024 | 6,027 | 0,603 | 6,027 | 10,034 | 1,003 | 10,034 | 10,034 | 1,003 | 10,034 | 9,030 | 0,903 | 9,030 |
| 3,2 | 7,024 | 0,702 | 7,024 | 6,020 | 0,602 | 6,020 | 5,017 | 0,502 | 5,017 | 7,024 | 0,702 | 7,024 | 6,027 | 0,603 | 6,027 | 10,034 | 1,003 | 10,034 | 10,034 | 1,003 | 10,034 | 9,030 | 0,903 | 9,030 |
| 3,4 | 8,027 | 0,803 | 8,027 | 6,020 | 0,602 | 6,020 | 5,017 | 0,502 | 5,017 | 8,027 | 0,803 | 8,027 | 10,034 | 1,003 | 10,034 | 6,020 | 0,602 | 6,020 | 12,041 | 1,204 | 12,041 | 10,034 | 1,003 | 10,034 |
| 3,6 | 8,027 | 0,803 | 8,027 | 6,020 | 0,602 | 6,020 | 6,020 | 0,602 | 6,020 | 8,027 | 0,803 | 8,027 | 10,034 | 1,003 | 10,034 | 10,034 | 1,003 | 10,034 | 10,034 | 1,003 | 10,034 | 10,034 | 1,003 | 10,034 |
| 3,8 | 8,027 | 0,803 | 8,027 | 6,020 | 0,602 | 6,020 | 6,020 | 0,602 | 6,020 | 8,027 | 0,803 | 8,027 | 12,041 | 1,204 | 12,041 | 10,034 | 1,003 | 10,034 | 14,047 | 1,405 | 14,047 | 12,041 | 1,204 | 12,041 |
| 4 | 10,034 | 1,003 | 10,034 | 10,034 | 1,003 | 10,034 | 7,024 | 0,702 | 7,024 | 10,034 | 1,003 | 10,034 | 12,041 | 1,204 | 12,041 | 12,041 | 1,204 | 12,041 | 14,047 | 1,405 | 14,047 | 12,041 | 1,204 | 12,041 |
| 4,2 | 10,034 | 1,003 | 10,034 | 10,034 | 1,003 | 10,034 | 7,024 | 0,702 | 7,024 | 10,034 | 1,003 | 10,034 | 12,041 | 1,204 | 12,041 | 12,041 | 1,204 | 12,041 | 15,051 | 1,505 | 15,051 | 14,047 | 1,405 | 14,047 |
| 4,4 | 10,034 | 1,003 | 10,034 | 10,034 | 1,003 | 10,034 | 8,027 | 0,803 | 8,027 | 10,034 | 1,003 | 10,034 | 12,041 | 1,204 | 12,041 | 12,041 | 1,204 | 12,041 | 15,051 | 1,505 | 15,051 | 14,047 | 1,405 | 14,047 |
| 4,6 | 10,034 | 1,003 | 10,034 | 12,041 | 1,204 | 12,041 | 8,027 | 0,803 | 8,027 | 12,041 | 1,204 | 12,041 | 10,034 | 1,003 | 10,034 | 15,051 | 1,505 | 15,051 | 17,057 | 1,706 | 17,057 | 16,054 | 1,605 | 16,054 |
| 4,8 | 10,034 | 1,003 | 10,034 | 12,041 | 1,204 | 12,041 | 9,030 | 0,903 | 9,030 | 12,041 | 1,204 | 12,041 | 12,041 | 1,204 | 12,041 | 15,051 | 1,505 | 15,051 | 17,057 | 1,706 | 17,057 | 16,054 | 1,605 | 16,054 |
| 5 | 12,041 | 1,204 | 12,041 | 12,041 | 1,204 | 12,041 | 10,034 | 1,003 | 10,034 | 14,047 | 1,405 | 14,047 | 14,047 | 1,405 | 14,047 | 17,057 | 1,706 | 17,057 | 18,061 | 1,806 | 18,061 | 16,054 | 1,605 | 16,054 |

1. Pada Titik Sondir S.01

Pada lokasi tersebut jenis kepadatan tanah keras/hard tidak didapatkan sampai pada kedalaman 24,80 m (Nilai Cone Resistance = 142,48 kg/cm²) Konsistensi tanah hasil pengujian di lapangan didapatkan beberapa jenis kepadatan yaitu:

- a. Jenis kepadatan tanah "*VERY SOFT*" dengan nilai konus (0-10 kg/cm²) berada pada kedalaman 0,00 s/d 3,90 m.
- b. Jenis kepadatan tanah "*SOFT*" dengan nilai konus (10-20 kg/cm²) berada pada kedalaman 3,90 s/d 8,90 m.
- c. Jenis kepadatan tanah "*MEDIUM*" dengan nilai konus (20-40 kg/cm²) berada pada kedalaman 8,90 s/d 13,50 m.
- d. Jenis kepadatan tanah "*STIFF*" dengan nilai konus (40-75 kg/cm²) berada pada kedalaman 13,50 s/d 19,70 m.
- e. Jenis kepadatan tanah "*VERY STIFF*" dengan nilai konus (75-150 kg/cm²) berada pada kedalaman 19,70 s/d 24,80 m.

2. Pada Titik Sondir S.02

Pada lokasi tersebut jenis kepadatan tanah keras/hard tidak didapatkan sampai pada kedalaman 24,80 m (Nilai Cone Resistance = 135,46 kg/cm²) Konsistensi tanah hasil pengujian di lapangan didapatkan beberapa jenis kepadatan yaitu:

- a. Jenis kepadatan tanah "*VERY SOFT*" dengan nilai konus (0-10 kg/cm²) berada pada kedalaman 0,00 s/d 3,90 m.
- b. Jenis kepadatan tanah "*SOFT*" dengan nilai konus (10-20 kg/cm²) berada pada kedalaman 3,90 s/d 9,30 m.
- c. Jenis kepadatan tanah "*MEDIUM*" dengan nilai konus (20-40 kg/cm²) berada pada kedalaman 9,30 s/d 13,50 m.
- d. Jenis kepadatan tanah "*STIFF*" dengan nilai konus (40-75 kg/cm²) berada pada kedalaman 13,50 s/d 20,30 m.
- e. Jenis kepadatan tanah "*VERY STIFF*" dengan nilai konus (75-150 kg/cm²) berada pada kedalaman 20,30 s/d 24,80 m.

3. Pada Titik Sondir S.03

Pada lokasi tersebut jenis kepadatan tanah keras/hard tidak didapatkan sampai pada kedalaman 24,80 m (Nilai Cone Resistance = 115,39 kg/cm²) Konsistensi tanah hasil pengujian di lapangan didapatkan beberapa jenis kepadatan yaitu:

- a. Jenis kepadatan tanah "*VERY SOFT*" dengan nilai konus (0-10 kg/cm²) berada pada kedalaman 0,00 s/d 4,90 m.
- b. Jenis kepadatan tanah "*SOFT*" dengan nilai konus (10-20 kg/cm²) berada pada kedalaman 4,90 s/d 9,30 m.
- c. Jenis kepadatan tanah "*MEDIUM*" dengan nilai konus (20-40 kg/cm²) berada pada kedalaman 9,30 s/d 9,70 m.
- d. Jenis kepadatan tanah "*SOFT*" dengan nilai konus (10-20 kg/cm²) berada pada kedalaman 9,70 s/d 9,90 m.

- e. Jenis kepadatan tanah "MEDIUM" dengan nilai konus (20-40 kg/cm²) berada pada kedalaman 9,90 s/d 14,30 m.
 - f. Jenis kepadatan tanah "STIFF" dengan nilai konus (40-75 kg/cm²) berada pada kedalaman 14,30 s/d 18,10 m.
 - g. Jenis kepadatan tanah "VERY STIFF" dengan nilai konus (75-150 kg/cm²) berada pada kedalaman 18,10 s/d 24,80 m.
4. Pada Titik Sondir S.04
- Pada lokasi tersebut jenis kepadatan tanah keras/hard tidak didapatkan sampai pada kedalaman 24,80 m (Nilai Cone Resistance = 125,42 kg/cm²) Konsistensi tanah hasil pengujian di lapangan didapatkan beberapa jenis kepadatan yaitu:
- a. Jenis kepadatan tanah "VERY SOFT" dengan nilai konus (0-10 kg/cm²) berada pada kedalaman 0.00 s/d 3,90 m.
 - b. Jenis kepadatan tanah "SOFT" dengan nilai konus (10-20 kg/cm²) berada pada kedalaman 3,90 s/d 7,90 m.
 - c. Jenis kepadatan tanah "MEDIUM" dengan nilai konus (20-40 kg/cm²) berada pada kedalaman 7,90 s/d 8,10 m.
 - d. Jenis kepadatan tanah "SOFT" dengan nilai konus (10-20 kg/cm²) berada pada kedalaman 8,10 s/d 8,50 m.
 - e. Jenis kepadatan tanah "MEDIUM" dengan nilai konus (20-40 kg/cm²) berada pada kedalaman 8,50 s/d 12,90 m.
 - f. Jenis kepadatan tanah "STIFF" dengan nilai konus (40-75 kg/cm²) berada pada kedalaman 12,90 s/d 19,50 m.
 - g. Jenis kepadatan tanah "VERY STIFF" dengan nilai konus (75-150 kg/cm²) berada pada kedalaman 19,50 s/d 24,80 m.
5. Pada Titik Sondir S.05
- Pada lokasi tersebut jenis kepadatan tanah keras/hard tidak didapatkan sampai pada kedalaman 24,80 m (Nilai Cone Resistance = 135,46 kg/cm²) Konsistensi tanah hasil pengujian di lapangan didapatkan beberapa jenis kepadatan yaitu:
- a. Jenis kepadatan tanah "VERY SOFT" dengan nilai konus (0-10 kg/cm²) berada pada kedalaman 0.00 s/d 3,30 m.
 - b. Jenis kepadatan tanah "SOFT" dengan nilai konus (10-20 kg/cm²) berada pada kedalaman 3,30 s/d 7,30 m.
 - c. Jenis kepadatan tanah "MEDIUM" dengan nilai konus (20-40 kg/cm²) berada pada kedalaman 7,30 s/d 7,70 m.
 - d. Jenis kepadatan tanah "SOFT" dengan nilai konus (10-20 kg/cm²) berada pada kedalaman 7,70 s/d 7,90 m.
 - e. Jenis kepadatan tanah "MEDIUM" dengan nilai konus (20-40 kg/cm²) berada pada kedalaman 7,90 s/d 13,30 m.
 - f. Jenis kepadatan tanah "STIFF" dengan nilai konus (40-75 kg/cm²) berada pada kedalaman 13,30 s/d 19,90 m.

- g. Jenis kepadatan tanah "VERY STIFF" dengan nilai konus (75-150 kg/cm²) berada pada kedalaman 19,90 s/d 24,80 m.
6. Pada Titik Sondir S.06
- Pada lokasi tersebut jenis kepadatan tanah keras/hard tidak didapatkan sampai pada kedalaman 24,80 m (Nilai Cone Resistance = 140,47 kg/cm²) Konsistensi tanah hasil pengujian di lapangan didapatkan beberapa jenis kepadatan yaitu:
- Jenis kepadatan tanah "VERY SOFT" dengan nilai konus (0-10 kg/cm²) berada pada kedalaman 0.00 s/d 2,90 m.
 - Jenis kepadatan tanah "SOFT" dengan nilai konus (10-20 kg/cm²) berada pada kedalaman 2,90 s/d 3,30 m.
 - Jenis kepadatan tanah "VERY SOFT" dengan nilai konus (0-10 kg/cm²) berada pada kedalaman 3,30 s/d 3,50 m.
 - Jenis kepadatan tanah "SOFT" dengan nilai konus (10-20 kg/cm²) berada pada kedalaman 3,50 s/d 6,90 m.
 - Jenis kepadatan tanah "MEDIUM" dengan nilai konus (20-40 kg/cm²) berada pada kedalaman 6,90 s/d 7,30 m.
 - Jenis kepadatan tanah "SOFT" dengan nilai konus (10-20 kg/cm²) berada pada kedalaman 7,30 s/d 7,70 m.
 - Jenis kepadatan tanah "MEDIUM" dengan nilai konus (20-40 kg/cm²) berada pada kedalaman 7,70 s/d 12,90 m.
 - Jenis kepadatan tanah "STIFF" dengan nilai konus (40-75 kg/cm²) berada pada kedalaman 12,90 s/d 18,50 m.
 - Jenis kepadatan tanah "VERY STIFF" dengan nilai konus (75-150 kg/cm²) berada pada kedalaman 18,50 s/d 24,80 m.
7. Pada Titik Sondir S.07
- Pada lokasi tersebut jenis kepadatan tanah keras/hard tidak didapatkan sampai pada kedalaman 24,80 m (Nilai Cone Resistance = 150,51 kg/cm²) Konsistensi tanah hasil pengujian di lapangan didapatkan beberapa jenis kepadatan yaitu:
- Jenis kepadatan tanah "VERY SOFT" dengan nilai konus (0-10 kg/cm²) berada pada kedalaman 0.00 s/d 2,90 m.
 - Jenis kepadatan tanah "SOFT" dengan nilai konus (10-20 kg/cm²) berada pada kedalaman 2,90 s/d 5,90 m.
 - Jenis kepadatan tanah "MEDIUM" dengan nilai konus (20-40 kg/cm²) berada pada kedalaman 5,90 s/d 10,30 m.
 - Jenis kepadatan tanah "STIFF" dengan nilai konus (40-75 kg/cm²) berada pada kedalaman 10,30 s/d 17,30 m.
 - Jenis kepadatan tanah "VERY STIFF" dengan nilai konus (75-150 kg/cm²) berada pada kedalaman 17,30 s/d 24,70 m.
 - Jenis kepadatan tanah "HARD" dengan nilai konus (>150 kg/cm²) berada pada kedalaman 24,70 s/d >24,80 m.

8. Pada Titik Sondir S.08

Pada lokasi tersebut jenis kepadatan tanah keras/hard tidak didapatkan sampai pada kedalaman 24,80 m (Nilai Cone Resistance = 152,51 kg/cm²) Konsistensi tanah hasil pengujian di lapangan didapatkan beberapa jenis kepadatan yaitu:

- a. Jenis kepadatan tanah "VERY SOFT" dengan nilai konus (0-10 kg/cm²) berada pada kedalaman 0,00 s/d 3,30 m.
- b. Jenis kepadatan tanah "SOFT" dengan nilai konus (10-20 kg/cm²) berada pada kedalaman 3,30 s/d 5,70 m.
- c. Jenis kepadatan tanah "MEDIUM" dengan nilai konus (20-40 kg/cm²) berada pada kedalaman 5,70 s/d 10,30 m.
- d. Jenis kepadatan tanah "STIFF" dengan nilai konus (40-75 kg/cm²) berada pada kedalaman 10,30 s/d 17,90 m.
- e. Jenis kepadatan tanah "VERY STIFF" dengan nilai konus (75-150 kg/cm²) berada pada kedalaman 17,90 s/d 18,30 m.
- f. Jenis kepadatan tanah "STIFF" dengan nilai konus (40-75 kg/cm²) berada pada kedalaman 18,30 s/d 18,50 m.
- g. Jenis kepadatan tanah "VERY STIFF" dengan nilai konus (75-150 kg/cm²) berada pada kedalaman 18,50 s/d 24,50 m.
- h. Jenis kepadatan tanah "HARD" dengan nilai konus (>150 kg/cm²) berada pada kedalaman 24,50 s/d >24,80 m.

Metode Pelaksanaan *Vacum Preloading*

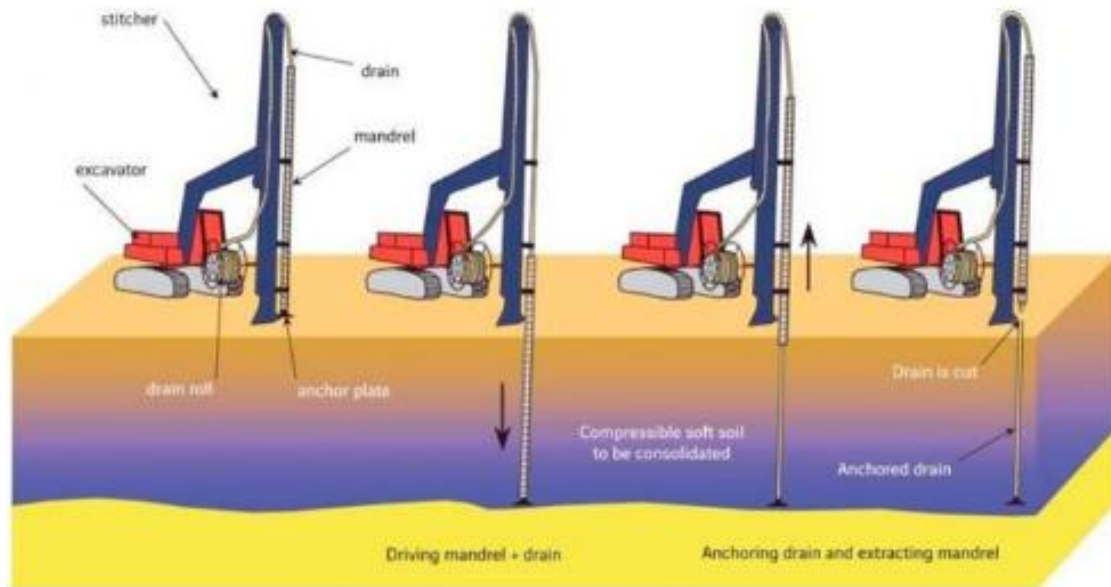
1. Pemasangan *Prefabricated Vertical Drain (PVD)*

- a. Bagi area kerja menjadi beberapa bagian segment yang dapat ditangani dengan alat berat.
- b. Buat titik referensi untuk setiap segment.
- c. Tandai titik-titik pemasangan sesuai dengan pola segitiga dan jarak pemasangan 1m.
- d. Setelah gulungan PVD dipasang pada "PVD installation machine" dan ujung PVD dipasang pada mandrel, pemancangan dilakukan secara berulang dengan langkah-langkah sebagai berikut:
 - Pasang angkur pada ujung PVD di bagian bawah mandrel agar PVD dapat terpasang sesuai kedalaman yang direncanakan.
 - Posisi alat pemancangan diatur sehingga ujung bawah mandrel tepat pada titik pemasangan.
 - Pancang PVD ke dalam tanah sampai dengan kedalaman 20 m.
 - Setelah mencapai kedalaman 20 m, tarik mandrel ke atas. Selama proses ini, PVD tetap berada di dalam tanah.

- Potong PVD yang berada di atas tanah sepanjang minimum 50 cm. - Dengan mengulang langkah-langkah diatas, maka PVD akan terpasang dari satu segment ke segment berikutnya sehingga semua area selesai dipasang.
- Penyambungan antar PVD dilaksanakan dengan meng-overlap bagian inti PVD sebesar 20 cm kemudian ditutup kembali.
- Bila kedalaman yang dituju tidak tercapai akibat adanya hambatan dalam menekan mandrel kedalam tanah, maka digantikan dengan melakukan penetrasi ulang pada titik yang berdekatan dengan titik sebelumnya.



Gambar 1. Pemasangan PVD ke Alat (*PVD Instalation Machine*).



Gambar 2. Ilustrasi Pemasangan *Prafabricated Vertical Drain (PVD)*.



Gambar 3. Proses Pemasangan Mesin *Prefabricated Vertical Drain (PVD)*.

2. Pemasangan *Perforated Horizontal Drain (PHD)*

- a. Pipa drainase horisontal harus ditanam kedalam drainase pasir horisontal untuk menjaga lapisan permeable dan ketidkebocoran tekanan dari pompa.
- b. Pemasangan drainase pasir dilakukan dan digelar rata menutupi pipa PHD seutuhnya.
- c. Drainase pasir horisontal harus bersih dari gumpalan/endapan kotoran, bahan organik, material keras dan tajam ataupun bahan lain yang dapat mengganggu fungsi drainase.
- d. Penyambungan dari pipa drainase vertikal dan pipa drainase horisontal dilakukan dengan melilitkan PVD pada PHD dengan menggunakan kawat/atau cable tie guna mengunci PHD dan PVD agar air dan tekanan pompa bisa dengan maksimal terjaga tanpa adanya kebocoran tekanan.
- e. Penyambungan pipa PHD diameter 50 cm dan 60 cm direkatkan menggunakan lakbandan cable tie untuk meminimalisir kebocoran.
- f. Fungsi pipa drainase horisontal ini adalah untuk menyalurkan tekanan vakum dari pompa ke seluruh drainase pasir horisontal yang kemudian disebar ke seluruh masa tanah melalui PVD.



Gambar 4. *Perforated Horizontal Drain (PHD)*.

3. Penggalan Angkur dan Dinding Kedap (*Sealing Wall*)

- a. Penggalan angkur untuk mengunci geomembran harus mencapai minimum 1 m ke dalam lapisan tanah kedap di bawahnya.
- b. Sisi dalam dan luar galian angkur tersebut harus rata dan tidak boleh ada pasir atau benda tajam lainnya.
- c. Setelah angkur selesai digali maka tahap berikutnya adalah menggelarkan geotekstil separator dan geomembran hingga dasar galian angkur, lalu ditimbun kembali hingga elevasi awal.
- d. Tanah yang digunakan untuk menimbun galian angkur dapat memakai tanah lokal namun tanah tersebut harus bebas dari sampah atau material lainnya.
- e. Apabila galian angkur tersebut terletak antara dua partisi maka geotekstil separator dan geomembran dari kedua partisi tersebut harus tertanam pada galian angkur yang sama.
- f. Apabila terdapat lensa tanah berupa kandungan lanau, pasir atau material tidak kedap lainnya di sekeliling area yang akan diperbaiki, dinding kedap (*sealing wall*) harus di buat di sekeliling area tersebut untuk menjamin tekanan vakum dapat mencapai spesifikasi yang telah ditetapkan.
- g. Dinding kedap (*sealing wall*) harus dibangun dan menembus tidak kurang dari 1 m ke dalam lapisan tanah tidak kedap di bawahnya, atau hingga kedalaman dimana kondisi kedap dapat dicapai.

4. Pemasangan Geotekstil dan Geomembran

- a. Setelah geotekstil untuk lapisan proteksi dipasang maka berikutnya dipasang geomembran yang bertujuan membuat lahan menjadi kedap dari udara dan air sehingga dapat dilakukan proses vakum.

- b. Pemasangan geomembran di pasang secara cermat dengan cara melintang guna meminimalisir kebocoran dan menjaga area perbaikan menjadi kedap air dan kedap udara.
- c. Penyambungan antar geotextile separator dikerjakan dengan presisi melalui teknik jahit langsung di lokasi lapangan.
- d. Pemasangan geotextile separator dilakukan secara melintang.
- e. Setelah geotextile separator terpasang maka dapat dilakukan penggelaran geomembrane.
- f. Penyambungan geomembran dilakukan menggunakan lem khusus dengan overlap sebesar 20 cm untuk memastikan tidak ada kebocoran.
- g. Pemasangan geomembran dilakukan dengan cara melintang.
- h. Dikarenakan penggunaan geomembran yang tipis diperlukan dua lapis geomembran agar dapat bekerja maksimal dan meminimalisir kebocoran yang terjadi.
- i. Kondisi angin harus tenang saat penggelaran geomembran dan pemasangan geomembran tersebut harus dilakukan mulai dari sisi arah angin.
- j. Sebelum dilakukan proses vakum harus dilakukan pemeriksaan kembali geomembran agar tidak terjadi kebocoran dan dapat dilakukan perbaikan secara langsung.
- k. Kondisi geomembran juga harus selalu diperiksa selama periode konsolidasi berlangsung. Apabila terjadi kebocoran atau kerusakan maka tindakan perbaikan harus dilakukan segera.

5. Pemasangan Pompa Vakum dan Generator

- a. Jumlah dan lokasi penempatan pompa vakum sebanyak 22 pompa dan 3 pompa sebagai cadangan sesuai permintaan dari direksi.
- b. Pemasangan pompa vakum dilakukan setelah geomembran selesai dilaksanakan serta setelah seluruh sistem dalam lahan telah terpasang.
- c. Pompa vakum dan generator harus diletakan pada posisi yang lebih tinggi dari lahan sehingga tidak tergenang air.
- d. Rangkaian pompa vakum dengan jet device, vacuum gauge, dan selang *outlate* untuk keluarnya air.
- e. *Valve parts* dipasang ke jet device yang sudah tersambung dengan pompa vakum.
- f. Pipa spiral diameter 60 cm (PHD) disambung ke valve parts yang sudah tersambung dengan mesin pompa vakum.
- g. Kabel pada pompa vakum dihubungkan ke box panel listrik sebagai perantara sebelum tersambung ke power supply utama dan pastikan aliran listrik yang stabil dan aman untuk operasi pompa vakum.



Gambar 5. Pompa Vakum.



Gambar 6. Rangkaian Pemasangan Vakum



Gambar 7. Valve Parts dan Jet Device.



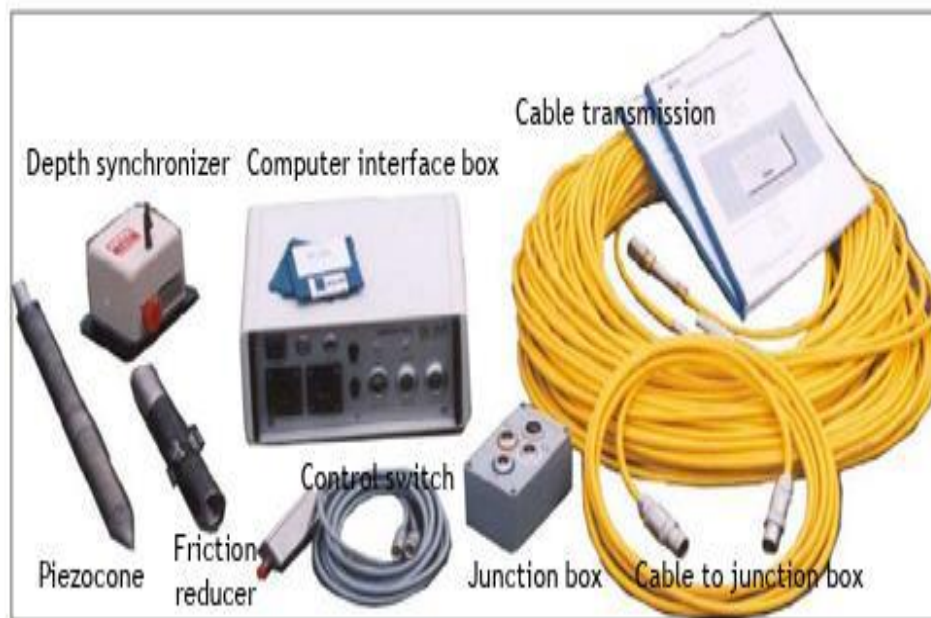
Gambar 8. Box Panel Listrik.

Pengujian CPTu

Pada pengujian CPTu menggunakan peralatan CPTu berupa konus (*cone*) yang dilengkapi dengan sensor untuk membaca tahanan ujung konus (qc), hambatan selimut, dan tekanan air pori, kabel transmisi, alat depth synchronizer, computer interface box, peralatan ini semua terhubung dengan PC atau notebook. Prosedur pelaksanaan pengujian CPTu:

- a. Pengujian CPTu dilakukan sebelum vacuum preloading dan sesudah vacuum preloading.
- b. Sebelum melakukan pengujian CPTu pastikan pada lokasi yang akan diuji bebas dari galian bawah tanah seperti kabel ataupun pipa, lalu letakkan alat CPTu dalam posisi stabil pada lokasi yang sudah ditentukan.
- c. Periksa kondisi batang penekan, konus sebelum melakukan pengujian CPTu, pastikan batang tidak mengalami kebengkokan, dan konus diperiksa harus dibersihkan dan dilumasi sesuai dengan rekomendasi pabrikan.
- d. Konus dan sistem pengambilan data haruslah dinyalakan dan dirakit sesuai dengan rekomendasi pabrikan. Lakukan kalibrasi konus pada kondisi tanpa beban (*freeair condition*) untuk mendapatkan nilai awal dari setiap sensor.
- e. Pasang filter pada konus dan hubungkan alat konus dengan peralatan CPTu ke computer interface box dengan kabel transmisi. Sambungkan juga computer interface box dengan laptop yg sudah terinstall software CPTest
- f. Lakukan penetrasi CPTu per 1 meter dengan kecepatan pengambilan data CPTu antara 1,5-2,4 cm/detik. Penetrasi dilakukan hingga kedalaman 20 m atau hingga mencapai lapisan tanah keras dengan qc maksimum sebesar 15 Mpa.

Data yang terekam pada saat pengujian CPTu antara lain, profil tahanan konus (q_c), hambatan setempat (f_s), tekanan air pori (u), kepadatan relative (D_r), dan kuat geser takteralirkan (S_u). Data-data tersebut dapat diolah menggunakan software lanjutan.



Gambar 9. Alat-Alat Pengujian CPTu



Gambar 10. Proses Pemasangan Alat CPTu

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil kerja praktek yang dilakukan pada proyek pembangunan akses jalan menuju Pelabuhan Kenyamukan di Sangatta, Kutai Timur, dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Kondisi tanah lunak di lokasi proyek menuntut adanya metode perbaikan untuk mencegah penurunan tanah berlebih yang dapat merusak struktur jalan dalam jangka panjang.
2. Berdasarkan informasi di lapangan, Prefabricated Vertical Drain (PVD) terbukti merupakan metode efektif untuk mempercepat proses konsolidasi tanah lunak. Dengan pemasangan PVD dan penerapan preloading, waktu konsolidasi yang semula memakan waktu hingga 1 tahun atau lebih dapat dipercepat menjadi sekitar 90-120 hari.
3. Dari sisi pelaksanaan, metode PVD relatif cepat, efisien, dan dapat diterapkan pada area dengan keterbatasan ruang dan kondisi tanah lunak ekstrem. Meskipun terdapat beberapa kendala teknis di lapangan, namun secara keseluruhan pemasangan berjalan sesuai dengan perencanaan.
4. Penggunaan metode ini memberikan kontribusi besar dalam menjamin keberhasilan konstruksi jalan di atas tanah lunak, baik dari sisi teknis maupun efisiensi waktu proyek.
5. Untuk tujuan awal dari kerja praktek ini umumnya tercapai, teoritis tentang pekerjaan Prefabricated Vertical Drain (PVD), proses dan metode pelaksanaannya, mengenal system kerja di lapangan, termasuk struktur organisasi proyek, dan terpenting koordinasi antar pihak-pihak yang terlibat. Serta dapat mempelajari permasalahan di lapangan dan cara pengambilan keputusan.

6. Banyak manfaat yang didapat selama melaksanakan kerja praktek di lokasi ini, menambah wawasan dan pengalaman, meningkatkan keterampilan teknis, dan menambah jaringan (networking) dengan para profesional dibidangnya masing-masing.

SARAN

1. Monitoring berkelanjutan sangat penting selama proses konsolidasi untuk memastikan bahwa penurunan yang terjadi sesuai dengan perhitungan desain, serta mengantisipasi adanya perbedaan kondisi lapangan.
2. Diperlukan pengawasan ketat terhadap kedalaman dan pola pemasangan PVD untuk memastikan efektivitas sistem drainase vertikal, karena ketidaksesuaian pemasangan dapat mengurangi kinerja drain.
3. Kesiapan logistik dan peralatan harus diperhatikan sebelum pelaksanaan agar tidak terjadi hambatan selama pemasangan, terutama dalam proyek skala besar.
4. Perlu nya kesiapan dan pembebasan lahan sebelum memulai pekerjaan, supaya tidak terjadi keterlambatan pekerjaan.
5. Untuk mahasiswa yang akan melakukan praktek selanjutnya, diharapkan melakukan persiapan yang lebih matang, dan memanfaatkan waktu dengan selama melakukan kerja praktek, karena banyak manfaat yang diperoleh dari kerja praktek tersebut.
6. Untuk PT. SUkses Putra Tanjung khususnya untuk Proyek Peningkatan Jalan Ruas Jalan Akses Pelabuhan Kenyamukan mempertahankan system magang dengan lingkungan yang baik, karena tim nya sangat profesional dan kooperatif dan sangat membantu dan mendukung mahasiswa magang.

DAFTAR PUSTAKA

- Al Harits, A. Y., & Istiatun. (2021). PERBANDINGAN METODE PRELOADING DENGAN VAKUM KONSOLIDASI TANAH PADA PEMODELAN DI LABORATORIUM. *Jurnal Prokons*, 15(1), 58.
- Bowles, E.J. (1989). *Sifat-sifat Fisis dan Geoteknis Tanah*. Erlangga: Jakarta.
- Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah, 2002. *Panduan Geoteknik 1*. Hal. 3. Jakarta
- Direktorat Jenderal Bina Marga, 2020. *Metode Vacuum Consolidation Sebagai Alternatif Penanganan Tanah Lunak Untuk Konstruksi Jalan*. Artikel. <https://binamarga.pu.go.id/index.php/berita/metode-vacuum-consolidation-sebagai-alternatif-penanganan-tanah-lunak-untuk-konstruksi-jalan#:~:text=Vacuum%20Consolidation%20merupakan%20salah%20satu,begitu%20penurunan%20konsolidasi%20pada%20tanah>.
- Purba, Desca Triana (2020) [ANALISIS PENGARUH PRE-FABRICATED VERTICAL DRAIN DALAM MEMPERCEPAT PROSES KONSOLIDASI TANAH PADA PROYEK PERPANJANGAN RUNWAY BANDAR UDARA SUPADIO, PONTIANAK]. Skripsi, Institu Teknologi Kalimantan.
- Nakhe, F.Y. 2021. *Analisis Perbaikan Tanah Dengan Metode Prefabricated Vertical Drain (PVD) Studi Kasus : Pembangunan Jalan Tol Tebing Tinggi – Inderapura*. Skripsi, Universitas Medan Area.

Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, Direktorat Jenderal Bina Marga, Spesifikasi Umum, 2018. Untuk Pekerjaan Konstruksi Jalan dan Jembatan.