

## **METODE PELAKSANAAN PERBAIKAN TANAH MENGGUNAKAN METODE *PRELOADING* DAN *PREFABRICATED VERTICAL DRAIN (PVD)* PADA TERMINAL INTERNASIONAL KIJING PONTINAK**

**Chandra Adinegoro<sup>1</sup>, Moch. Sholeh<sup>2</sup>, Dandung Novianto<sup>3</sup>**

Mahasiswa Manajemen Rekayasa Konstruksi, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang<sup>1</sup>, Dosen Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang<sup>2</sup>, Dosen Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang<sup>3</sup>

Email: [chandraadinegoro01@gmail.com](mailto:chandraadinegoro01@gmail.com)<sup>1</sup>, [moch.sholeh@polinema.ac.id](mailto:moch.sholeh@polinema.ac.id)<sup>2</sup>, [dandung.novianto@polinema.ac.id](mailto:dandung.novianto@polinema.ac.id)<sup>3</sup>

### **ABSTRAK**

Metode pelaksanaan konstruksi adalah bagian yang sangat penting dalam proyek konstruksi untuk mendapatkan tujuan dari proyek, yaitu biaya, kualitas dan waktu. Aspek teknologi sangat berperan dalam suatu proyek konstruksi. Penggunaan metode yang tepat, praktis, cepat, dan aman sangat membantu dalam penyelesaian pekerjaan pada suatu proyek konstruksi. Sehingga target suatu kontraktor proyek dapat tercapai, seperti pada pembangunan Terminal Internasional Kijing Pontianak Kalimantan Barat perlu dilakukan proses percepatan perbaikan tanah sebelum proses konstruksi dilaksanakan, diharapkan dengan menggunakan *Preloading* disertai *vertical drain* maka besarnya penurunan setelah masa konstruksi dapat diperkecil, waktu konsolidasi dipercepat dan daya dukung tanah dasar diperbesar.

Pekerjaan percepatan konsolidasi tanah dengan metode *Preloading* dengan *Prefabricated Vertical Drain (PVD)* terdiri dari persiapan lahan/lokasi, pengadaan material, tenaga kerja, dan peralatan kerja untuk pelaksanaan pekerjaan percepatan perbaikan tanah lunak dengan menggunakan *Preloading* dengan *PVD*. Metode *Preloading* dengan *PVD* dimaksudkan untuk mempercepat penurunan dan meningkatkan daya dukung tanah asli yang lunak dengan melakukan pengurangan air pori lewat *PVD* pada tanah dengan maksud untuk mengurangi kadar air ataupun kadar udara pada butiran tanah sehingga dapat mempercepat penurunan jangka panjang. Dengan metode *Preloading* disertai *PVD* dapat mengurangi material yang digunakan untuk pra pembebanan, mengurangi material timbunan, mempercepat waktu konsolidasi, dan menaikkan stabilitas timbunan.

**Kata kunci** : perbaikan tanah, metode pelaksanaan konstruksi, *Preloading*, *Prefabricated Vertical Drain (PVD)*.

### **ABSTRACT**

*The construction implementation method is a very important part of a construction project to get the purpose of the project, cost, quality and time. The technology aspect is very important role in a construction project. Using the method of proper, practical, fast, and safe methods is very helpful in completing work on a construction project. So that the target of a project contractor can be achieved, such as in the construction Kijing International Port, in Pontianak West Kalimantan, it is necessary to accelerate the process of soil improvement before the construction process is carried out, it is hoped that by using preloading accompanied by vertical drain, the amount of decline after the construction period can be minimized, consolidation time is accelerated and the carrying capacity of the soil base is enlarged.*

*Accelerated land consolidation work using the Preloading method with Prefabricated Vertical Drain (PVD) consists preparation of land/location, procuring materials, labor, and work equipment for the implementation of accelerated soft soil repair work using preloading with PVD. Preloading method with PVD is intended to accelerate the decline and increase the bearing capacity of the soft native soil by reducing pore water through PVD on the soil with the aim of reducing the moisture content or air content in the soil grains so that it can accelerate long-term settlement. Using the Preloading method with PVD can reduce the material used for pre-loading, reduce embankment material, accelerate consolidation time, and increase pile stability.*

**Key words**: Soil improvement, construction implementation method, *Preloading*, *Prefabricated Vertical Drain (PVD)*.



## 1. PENDAHULUAN

### Latar Belakang

Dalam pelaksanaan pekerjaan konstruksi, adakalanya juga diperlukan suatu metode terobosan untuk menyelesaikan pekerjaan di lapangan. Khususnya pada saat menghadapi kendala-kendala yang diakibatkan oleh kondisi lapangan yang tidak sesuai dengan dugaan sebelumnya. Untuk itu penerapan metode pelaksanaan konstruksi yang sesuai kondisi lapangan akan sangat membantu dalam penyelesaian proses pekerjaan konstruksi. Seperti pada pembangunan Terminal Kijing Kabupaten Mempawah, Kota Pontianak Kalimantan Barat ini yang ditinjau dari Letak Geografis Kabupaten Mempawah merupakan daerah pesisir pantai yang cenderung memiliki kandungan air cukup tinggi dan tingkat kompresi yang tinggi. Pembangunan Terminal Kijing ini dipersyaratkan sebagai pelabuhan internasional, yang terintegrasi dengan pelabuhan regional lain yang berada di Pulau Kalimantan dan sekitarnya pembangunannya meliputi pekerjaan pembuatan Container Yard (CY).

Daerah Container Yard sesuai dengan perencanaan pihak proyek memiliki elevasi rata-rata di elevasi + 3.5 m. Sementara itu, daerah Container Yard akan memikul beban yang besar dalam waktu yang lama, sehingga diperlukan desain perbaikan tanah yang baik dan optimal pada area tersebut. Perbaikan tanah pada proyek ini sangat diperlukan untuk mengontrol permeabilitas dan mereduksi tekanan air pori agar kadar air cepat terkendalikan dan proses konstruksi dapat berjalan dengan lancar.

Berdasarkan hasil penyelidikan tanah boring, diketahui tanah dasar pada daerah Container Yard (CY) adalah berupa tanah sangat lunak hingga lunak dengan ketebalan bervariasi antara 4 m sampai dengan 10 m. Sehingga berdasarkan hal tersebut penggunaan teknologi pendukung yang tepat dan efisien sangat diperlukan untuk mendukung proses pelaksanaan di lapangan terutama untuk melakukan perbaikan tanah terlebih dahulu. Perbaikan tanah sendiri dimaksudkan untuk memperbaiki kualitas karakteristik tanah dan meningkatkan kepadatan tanah sampai memenuhi kebutuhan pada proses konstruksi.

Berdasarkan hal tersebut maka diperlukan suatu rekayasa geoteknik untuk mempercepat proses terjadinya penurunan tersebut. Adapun salah satu cara menurut penulis yang dapat diterapkan untuk percepatan waktu penurunan konsolidasi adalah dengan menggunakan vertical drain, dan preloading diharapkan dengan menggunakan vertical drain yang disertai preloading maka besarnya penurunan setelah masa konstruksi dapat diperkecil, waktu konsolidasi dipercepat dan daya dukung tanah dasar diperbesar.

### Rumusan Masalah

Dari latar belakang tersebut, maka permasalahan yang penulis angkat dalam penelitian ini adalah bagaimanakah metode pelaksanaan pekerjaan perbaikan tanah menggunakan metode *Preloading* yang disertai (*PVD*).

### Tujuan

Tujuan yang ingin dicapai dalam penulisan ini adalah untuk mengetahui metode pelaksanaan pekerjaan perbaikan tanah menggunakan metode *Preloading* yang disertai (*PVD*).

### Kajian Pustaka

#### a) Metode Pelaksanaan Pekerjaan

Tahap pertama sebelum memulai suatu pelaksanaan proyek konstruksi, harus ditentukan terlebih dahulu suatu metode untuk melaksanakannya. Dalam skala organisasi suatu proses perencanaan pelaksanaan proyek konstruksi, sangatlah penting untuk menentukan metode konstruksi terlebih dahulu karena setiap jenis metode konstruksi akan memberikan karakteristik pekerjaan berbeda. Penentuan jenis metode konstruksi yang dipilih akan sangat membantu menentukan jadwal proyek.

Metode konstruksi yang berbeda akan memberikan ruang lingkup pekerjaan dan durasi yang berbeda pula. Ada faktor-faktor yang memengaruhi jenis ruang lingkup pekerjaan yang dilakukan, sehingga perlu diperhatikan dan dipertimbangkan, yaitu:

1. Sumber daya manusia dengan skill yang cukup untuk melaksanakan suatu metode pelaksanaan konstruksi.
2. Tersedianya peralatan penunjang pelaksanaan metode konstruksi yang dipilih.
3. Material cukup tersedia.
4. Waktu pelaksanaan yang maksimum dibanding pilihan metode konstruksi lainnya.
5. Biaya yang bersaing.

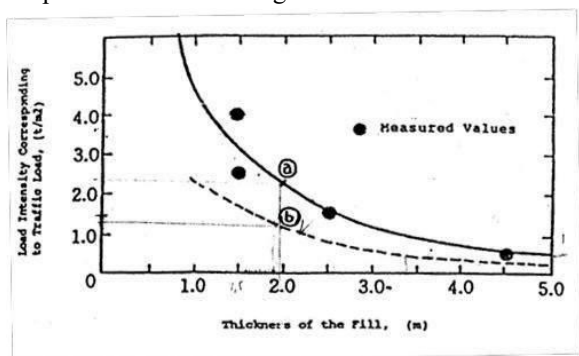
Oleh karena faktor-faktor yang mempengaruhi metode pelaksanaan seperti: design bangunan, lokasi pekerjaan dan ketersediaan dari tenaga kerja, bahan, dan peralatan.

#### b) *Preloading*

Perbaikan tanah *Preloading* dilakukan jika penurunan yang terjadi cukup besar dengan waktu konsolidasi yang cukup lama. Dengan menggunakan *preloading* yang disertai vertical drain maka besarnya penurunan setelah masa konstruksi dapat diperkecil, waktu konsolidasi dipercepat dan daya dukung tanah dasar diperbesar.

Hal ini dikarenakan *preloading* merupakan suatu metode perbaikan tanah lunak dengan cara menempatkan timbunan pada lokasi yang akan distabilisasi dengan berat sekrang-

kurangnya sama dengan berat struktur (beban permanen) di masa yang akan datang. Apabila penurunan akibat pemampatan yang diinginkan telah tercapai, sebagian timbunan preloading dapat dibongkar. Besar tinggi timbunan yang dibongkar tergantung dari beban traffic. Untuk beban traffic harus diperhitungkan sebagai tambahan beban merata yang menyebabkan penurunan tanah. Menurut Japan Road Association (1986), beban traffic diperhitungkan sebagai beban merata yang tergantung dari tinggi timbunan (embankment) seperti pada Gambar 1. Beban traffic tersebut kemudian dapat dikorelasikan dalam tinggi timbunan tambahan dan akan dibongkar saat waktu konsolidasi selesai. Makin tebal tinggi timbunan, makin kecil pengaruh beban traffic terhadap penurunan tanah. Untuk tanah asli yang sudah memampat akibat PVD dapat diasumsikan pengaruh traffic pada tanah dasar mengikuti kurva b dari Gambar 1.



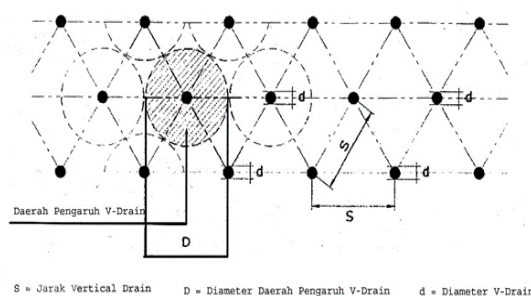
**Gambar 1.** Kurva hubungan antara tebal timbunan dengan intensitas beban yang bersesuaian dengan beban *traffic* (sumber : Mochtar, 2000)

c) *Vertical Drain*

Untuk mempercepat proses konsolidasi, cara yang umumnya efektif adalah dengan memperpendek lintasan drainase yang dilakukan dengan cara memasang alur-alur drainase ke dalam tanah, yaitu dengan memasang vertical drain yang terbuat dari bahan yang sangat permeable. Jarak antar masing-masing vertical drain ini biasanya sekitar 1 sampai dengan 15 meter. Sehingga dengan adanya vertical drain ini, maka panjang lintasan drainase dalam proses konsolidasi sebelum vertical drain dimasukkan kedalam tanah sampai kedalaman yang direncanakan, tanah tadi terlebih dahulu diurug pasir yang akan menjadi lapisan drain penampung air. Setelah itu kolom-kolom vertical drain dipancang kedalam tanah. Selanjutnya, ditumpuk pasir yang tingginya sesuai dengan beban preloading atau surcharge diatas tanah yang sudah dipasang vertical drain ini atau menggunakan PHD.

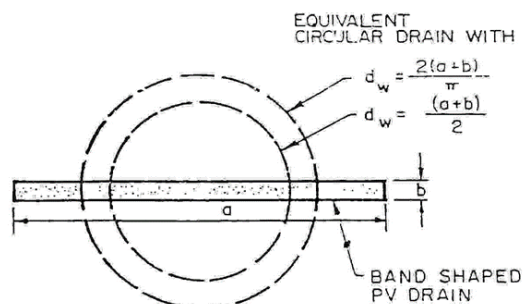
Dengan beban preloading, tekanan air pori didalam tanah akan naik secara nyata dan air pori akan terdisipasi melalui lapisan permeable dari vertical drain. Lama konsolidasi yang

dibutuhkan untuk mencapai 100% bergantung dari karakteristik tanah. Selain itu, lama konsolidasi juga dipantau dari hasil-hasil monitoring dengan instrumen-instrumen geoteknik yang menunjukkan bahwa air pori sudah terdisipasi serta mencapai keseimbangan dengan baik dan penurunan sudah mencapai angka yang telah diharapkan. Dengan demikian, maka urugan preloading dapat dipindahkan untuk lokasi lainnya. Pemasangan vertical drain dapat dilakukan baik untuk konfigurasi segitiga maupun segiempat. Ilustrasi jarak dan besar areal pengaruh dari satu vertical drain untuk konfigurasi segitiga adalah seperti gambar dibawah ini,



**Gambar 2.** Jarak Pengaruh Vertical Drain Untuk Konfigurasi Segitiga.

*Vertical drain* yang digunakan dalam analisis ini memiliki spesifikasi seperti yang dapat dilihat pada gambar berikut ini.



**Gambar 3.** Spesifikasi Umum Vertical Drain

2. METODE

Metodologi dimulai dengan melakukan *interview* dengan pihak proyek yang bersifat wawancara tidak terstruktur. Wawancara tersebut dilakukan untuk mendapatkan informasi terkait pembangunan Terminal Kijing mengenai tujuan proyek, kondisi lokasi proyek, lingkup pekerjaan proyek dan proses pelaksanaan proyek. Kemudian dilakukan studi terdahulu terhadap topik yang telah dipilih untuk menemukan literasi yang sesuai dengan perbaikan tanah pada tahap ini akan dijelaskan mengenai metode pelaksanaan pekerjaan percepatan konsolidasi yang telah dipilih sesuai dengan keadaan lapangan tentunya pemilihan metode yang dimaksud

merupakan metode yang efisien, cepat dan aman. Berikut diagram alir analisis perbaikan tanah menggunakan metode *Preloading* dan *Prefabricated Vertical Drain (PVD)* :



**Gambar 4.** Diagram alir metode pelaksanaan perbaikan tanah menggunakan metode *Preloading* dan *Prefabricated Vertical Drain (PVD)*.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Pengajuan kesiapan kerja

Pekerjaan persiapan merupakan pekerjaan tahap awal sebelum pekerjaan dimulai, agar seluruh pekerjaan yang akan dilaksanakan dapat terlaksana sesuai perencanaan dan mencegah terjadinya risiko kegagalan sistem akibat benda-benda tajam yang akan dapat merusak material pada saat proses *preloading* dan *PVD*.

#### a) Pemeriksaan bersama

Pada tahap awal sebelum dilaksanakan pekerjaan, penyedia jasa melakukan pemeriksaan dan pengukuran

lokasi pekerjaan serta pemeriksaan detail kondisi lokasi pekerjaan terhadap rencana.

#### b) Gambar kerja (*Shop Drawing*)

Pembuatan gambar kerja (*Shop Drawing*) oleh penyedia jasa dibuat sesuai gambar desain dan menyesuaikan kondisi awal lapangan hasil pemeriksaan, disamping itu dibuat (*Shop Drawing*) untuk rencana kedalaman *PVD*.

#### c) Mobilisasi alat kerja, pekerjaan dan material

Mobilisasi adalah mendatangkan alat berat, pekerja serta material yang digunakan untuk pelaksanaan pekerjaan pada lokasi proyek, dimana jadwal pengiriman alat dan material tersebut harus sesuai dengan jadwal pelaksanaan pekerjaan menyeluruh sehingga pelaksanaan pekerjaan tidak terganggu dan sesuai rencana.

#### d) Pembuatan titik acuan (*Benchmark*)

Pembuatan titik acuan (*Benchmark*) harus dengan menggunakan patok kayu yang kuat diwarnai dengan warna cukup terang serta diberi nama atau keterangan agar mudah dipahami oleh semua pihak.

#### e) Pembersihan lahan dari batu, kayu bahan organik atau benda-benda lain yang menonjol ke permukaan tanah, khususnya jika benda itu tajam dan akar pohon serta material organik lainnya harus dikeluarkan dari lahan. Tidak mengakibatkan kebocoran sewaktu proses *preloading* berlangsung serta tidak ada lapisan yang akan mengalami pelapukan sehingga mempengaruhi proses *settlement*.



**Gambar 5.** Pembersihan lahan

#### f) Gudang dan bedeng

Bedeng dan gudang material yang akan dibangun harus memenuhi beberapa kriteria yaitu bebas dari genangan air, dapat melindungi dari panas dan hujan, kokoh dan mempunyai luasan yang mencukupi, tersedia penerangan yang memadai, ventilasi yang cukup sehingga tidak lembab.

#### Metode pelaksanaan konstruksi

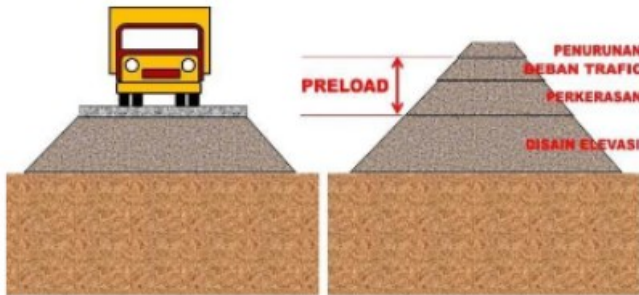
Pelaksanaan proses konstruksi umumnya dilakukan apabila segala persiapan telah dicapai/dipenuhi dikarenakan

pekerjaan persiapan merupakan pekerjaan tahap awal sebelum pekerjaan dimulai.

1. Perencanaan Timbunan *Preload*

Salah satu hal penting yang menentukan keberhasilan metoda *preloading* dengan drainase vertikal (*PVD*) adalah dalam hal perencanaan timbunan *preload*. *Preloading* harus direncanakan sesuai dengan beban konstruksi dan beban kerja yang akan berada di atas tanah dasar. *Output* hasil perencanaan *preloading* berupa tinggi timbunan *preloading* yakni 6 meter dan beban operasional 20+70 kPa, timbunan *preload* setinggi 6 meter itulah yang dibongkar apabila konsolidasi tanah dasar telah mencapai sesuai dengan penurunan konsolidasi yang direncanakan ( $U_r > 90\%$ ).

Pada area *Container Yard* untuk mencapai penurunan konsolidasi 90% dibutuhkan 15,665 bulan, dengan penurunan 0,9 m.



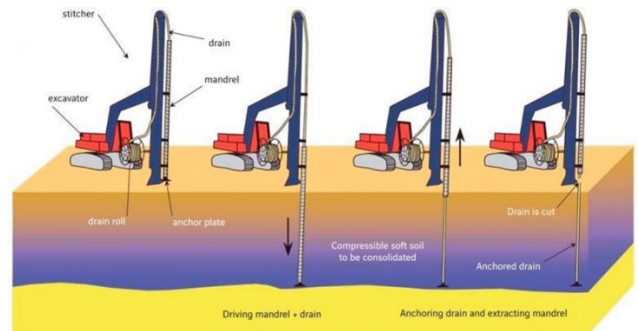
Gambar 6. Perencanaan *preloading*

2. Pemasangan vertikal drain (*PVD*).

Pemasangan *PVD* dapat dilaksanakan setelah pengurukan lantai kerja selesai dilaksanakan. Berikut prosedur pemasangan *PVD* sebagai berikut:

- a) Membagi lahan kerja dalam partisi yang secara praktis dapat ditangani oleh sejumlah alat tertentu sesuai dengan penjadwalan kerja yang telah ada.
- b) Membuat titik acuan untuk setiap partisi.
- c) Berdasarkan titik-titik acuan ini, dibuat titik-titik pemasangan sesuai dengan pola dan jarak pemasangan yang telah ditetapkan yakni pola pemasangan segitiga dengan jarak 1m.
- d) Setelah gulungan *PVD* dipasang pada peralatan dan ujung *PVD* dipasang pada mendrel, pemasangan dilakukan secara berulang dengan langkah-langkah sebagai berikut:
  1. Pasang angkur/besi penahan pada ujung *PVD* di bagian bawah mendrel.
  2. Posisi alat pemasangan diatur sehingga ujung bawah mendrel tepat pada titik pemasangan.
  3. Pancang *PVD* ke dalam tanah sampai dengan kedalaman yang telah ditentukan yakni 1-15 m.

4. Setelah mencapai kedalaman yang ditentukan, tarik mendrel ke atas kemudian potong *PVD* yang berada di atas tanah sepanjang minimum 50 cm.
5. Penyambungan antar *PVD* dilaksanakan dengan meng-overlap bagian inti *PVD* sebesar 20 cm kemudian ditutup kembali.
6. Bila kedalaman yang dituju tidak tercapai akibat adanya hambatan dalam menekan mendrel kedalam tanah, maka digantikan dengan melakukan penetrasi ulang pada titik yang berdekatan dengan titik sebelumnya.



Gambar 7. Ilustrasi Pemasangan *PVD*



Gambar 8. Instalasi *PVD*

3. Pemasangan Geotekstil dan Geomembran

Seperti yang kita ketahui geotekstil merupakan bahan lulus air dari anyaman (*woven*) atau tidak anyaman (*non woven*) dari benang-benang atau serat-serat sintetik yang difungsikan dalam pekerjaan tanah. Baik *woven* maupun *non woven* dibuat dari benang dan serat polimer terutama: *polypropylene*, *poliester*, *polyethylene* dan *polymide*. Untuk proyek terminal kijing ini direncanakan menggunakan geotekstil berbahan *non woven*.

Sedangkan Geomembran merupakan material yang mempunyai bentuk lembaran yang dibuat dari bahan *High Density Polyethylene (HDPE)*, dan merupakan salah satu dari jenis *geosynthetics*.

Geomembran memiliki tingkat impermeabilitas (kedap air) yang amat tinggi dan sangat homogeny yang memiliki

fungsi sebagai lapisan kedap air dan juga mampu bertahan akan sinar ultraviolet dan bahan-bahan kimia.



Gambar 9. Pemasangan Geotekstil Non-Woven



Gambar 10. Pemasangan Geomembran

4. Urugan leveling di atas lapisan kedap
  - a) Penambahan tinggi urugan di atas lapis geomembran pada perbaikan tanah dengan metode preloading dan PVD sangat tergantung dari daya dukung tanah asli. Tinggi urugan maksimum harus sesuai rekomendasi konsultan perencana.
  - b) Dalam hal tinggi timbunan masih dibawah urugan maksimum, penimbunan harus dilakukan secara bertahap sehingga tidak terjadi longsor.



Gambar 11. Pengurugan diatas Geomembran

#### 4. KESIMPULAN

1. Perbaikan tanah pada pembangunan Terminal Internasional Kijing pada proses pelaksanaan konstruksinya menggunakan kombinasi *preloading* yang disertai drainase vertikal *Prefabricated Vertical Drain (PVD)*. Pemilihan metode ini dikarenakan efektifitasnya dalam membuat besarnya penurunan setelah masa

konstruksi dapat diperkecil, waktu konsolidasi dipercepat dan daya dukung tanah dasar diperbesar.

2. *Output* hasil perencanaan *preloading* disertai PVD berupa tinggi timbunan *preloading* yakni 6 meter dengan beban rencana operasional 20+70 kPa, dan pada area *Container Yard* untuk mencapai penurunan konsolidasi 90% dibutuhkan waktu 15,665 bulan, dengan penurunan 0,9 m.
3. Metode drainase vertikal *Prefabricated Vertical Drain (PVD)* pada proyek ini menggunakan formasi segi empat dengan jarak pemasangan antar PVD 1meter dengan kedalaman bervariasi mulai dari 1 meter sampai 15 meter.
4. Kombinasi kedua metode yang digunakan sebagai solusi pemecahan masalah perbaikan tanah pada proyek Terminal Internasional Kijing ini memberikan dampak yang signifikan terhadap proses konstruksi yakni mampu mempersingkat waktu, biaya, dan menaikkan stabilitas tanah timbunan pada area *Container Yard*.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Jawat, W. (2015). Metode Pelaksanaan Pekerjaan Pondasi (Studi: Proyek Fave Hotel Kartika Plaza). *PADURAKSA: Jurnal Teknik Sipil Universitas Warmadewa*, 4(2), 22-34.
- [2] Ningsih, A. C. (2018). Perencanaan perbaikan tanah lunak menggunakan metode preloading dan prefabricated vertical drain (PVD).
- [3] Saraswati, F. I., Zaika, Y., & Kuswanda, W. P. (2018). Perencanaan Perbaikan Tanah Lunak pada Pembangunan Kawasan Kota Summarecon Bandung Area Mall Menggunakan Metode Preload Kombinasi PVD dan PHD. *Jurnal Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil*, 1(1), pp-019.
- [4] Wahyu P Kuswanda (2016). Perbaikan Tanah Lempung Lunak Metoda *Preloading* pada pembangunan infrastruktur Transportasi di Pulau Kalimantan (prosiding seminar nasioanal geoteknik.