



Seminar Nasional Keinsinyuran (SNIP)

Alamat Prosiding: snip.eng.unila.ac.id



Work Method Statement Spesific Pekerjaan Soil Improvement PVD + PHD + Vacuum Preloading pada Sta. 48+450 – 48+850 Proyek Kayu Agung – Palembang – Betung Paket II Seksi 2

I. A. Abel^a, A. Purba^b, D. Despa^c

^aPT Waskita Karya (Persero) TBK, Jalan MT Haryono No.Kav. 12-13, RT.4/RW.11, Bidara Cina, Jatinegara, Jakarta Timur 13330

^{b,c} Program Profesi Insinyur Fakultas Teknik Unila, Universitas Lampung, Jl. Prof. Soemantri Brojonegoro, Bandar Lampung 35145

INFORMASI ARTIKEL

ABSTRAK

Riwayat artikel:

Kata kunci:

Soil Improvement
PVD, PHD
Vacuum Preloading
Instrumental Geoteknik
Asaoka
Konsolidasi

Pembangunan infrastruktur seperti konstruksi jalan tol merupakan salah satu tujuan dari Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, dimana tujuan dan manfaat dalam penyelenggaraan pembangunan jalan tol merupakan salah satu wujud untuk menciptakan perkembangan pertumbuhan ekonomi dan sosial. Jalan Tol Trans Sumatera adalah jaringan Jalan Tol sepanjang 2.818 Km yang merupakan terpanjang di Indonesia untuk saat ini. Pembangunan Jalan Tol yang menghubungkan kota-kota mulai dari Lampung hingga Aceh. Jalan tol Kayu Agung – Palembang – Betung merupakan investasi dari PT. Waskita Sriwijaya Tol sepanjang 111 Km sebagai konektivitas Tol Trans Sumatera dari Lampung hingga Aceh. Konstruksi Jalan Tol Kayu Agung - Palembang – Betung melintasi sungai Ogan, Kramasan, dan Musi dimana konstruksi dilaksanakan di atas tanah rawa yang berdasarkan hasil *soil investigation* didapatkan hasil kedalaman tanah lunak bervariasi dari 20 – 40 m. Dengan kondisi tersebut dan berbagai macam pertimbangan dari segi biaya, mutu, dan waktu dipilihlah metode pelaksanaan *soil improvement* dengan menggunakan PVD + PHD + *Vacuum Preloading*. Metode pelaksanaan dibagi menjadi 4 *flow* antara lain : persiapan teknis, install PVD + PHD, *vacuum system*, dan final report. Setiap tahapan pelaksanaan harus mengacu pada *code standard* yang berlaku di Indonesia dan juga harus memperhatikan unsur HSE atau K3 guna tercapainya fungsi investasi yang berorientasi pada biaya, mutu, dan waktu.

1. Pendahuluan

Jalan Tol merupakan sarana penghubung antar kota ke kota lainnya, dengan tujuan dan manfaat yang sangat berguna bagi pengguna jalan dan kota - kota tersebut. Tujuan dalam penyelenggaraan Jalan Tol adalah :

- Memperlancar lalu lintas di daerah yang telah berkembang;
- Meingkatkan pelayanan distribusi barang dan jasa guna menunjang pertumbuhan ekonomi;
- Meningkatkan pemerataan hasil pembangunan dan keadilan;
- Meringankan beban dana Pemerintah melalui partisipasi penggunaan jalan.

Dari tujuan penyelenggaraan Jalan Tol tersebut diharapkan mendapat manfaat dengan adanya Jalan Tol, dengan sebagai berikut :

- Pembangunan Jalan Tol akan berpengaruh pada perkembangan wilayah & peningkatan ekonomi;
- Meningkatkan mobilitas dan aksesibilitas orang dan barang;
- Pengguna Jalan Tol akan mendapatkan keuntungan berupa penghematan Biaya Operasi Kendaraan (BOK) dan waktu dibanding apabila melewati Jalan Non Tol;

- Badan Usaha mendapatkan pengembalian investasi melalui pendapatan tol yang tergantung pada kepastian tarif tol.

Infrastruktur merupakan pondasi pembangunan ekonomi yang berkualitas dan berkelanjutan. Ketersediaan infrastruktur yang handal menjadi kunci peningkatan produktifitas dan daya saing produk nasional Dengan dukungan infrastruktur yang merata di seluruh negeri, konektivitas antar wilayah akan kian lancar sehingga arus perpindahan orang dan barang menjadi lebih cepat dan murah. Kondisi ini akan mendorong pertumbuhan ekonomi di suatu kawasan yang pada akhirnya diharapkan akan meningkatkan kesejahteraan masyarakat. (Yana Agustian., 2021; Jejak Untuk Negeri, Bandung)

Dalam tujuan dan manfaat yang akan dirasakan langsung oleh pengguna jalan, kota atau wilayah tersebut, maka Badan Pengatur Jalan Tol (BPJT) di bawah Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR), bersama-sama dengan pengusaha dan pemerintah, terus menerus mengembangkan Jalan Tol ke wilayah-wilayah lainnya dengan melakukan tahapan pembangunan bertahap, dari satu wilayah ke wilayah lainnya.

Pembangunan jalan tol lintas Sumatera merupakan bagian dari usaha pemenuhan peningkatan kebutuhan akan prasarana jalan raya di Sumatera sehingga diharapkan mampu memecahkan permasalahan kemacetan yang timbul pada ruas jalan utama. Tidak hanya itu saja, keberadaan jalan tol Trans Sumatera diharapkan dapat turut mendorong pertumbuhan ekonomi daerah sekitar dan nasional. Jalan tol ruas Kayuagung - Palembang - Betung menjadi program lama pemerintah yang baru dimulai pengerjaannya tahun 2016.

Pembangunan jalan tol Trans Sumatera ruas Kayu Agung-Palembang Betung yang Menghubungkan 3 Kabupaten kota di Provinsi Sumatera Selatan yaitu Kabupaten Ogan Komering Ilir, Kota Palembang dan Kabupaten Banyuasin, sebagai salah satu Proyek Strategis Nasional (PSN) merupakan kerangka pembangunan sistem transportasi nasional bertujuan untuk mendorong percepatan pembangunan dengan menekankan keunggulan dan potensi daerah. Selain dapat memperlancar lalu lintas, meningkatkan pelayanan distribusi barang dan jasa, meningkatkan pemerataan hasil pembangunan dan keadilan, tetapi juga dapat meringankan beban dana Pemerintah melalui partisipasi pengguna jalan melalui pembayaran tarif tol.

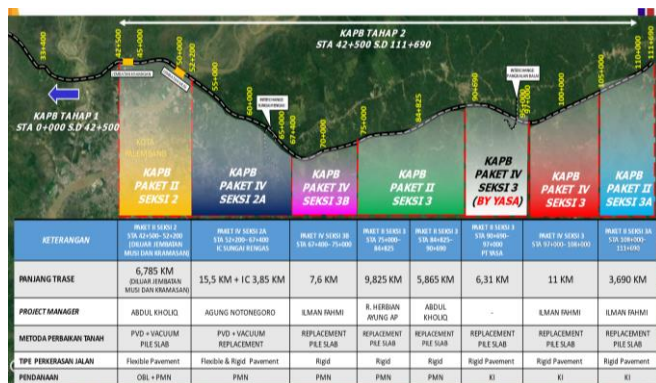
Badan Usaha Jalan Tol (BUJT) Kayu Agung Palembang – Betung adalah PT. Waskita Sriwijaya Tol. BUIT menunjuk perencana, pelaksana, dan pengawas konstruksi jalan tol, antara lain :

- PT. Multi Phi Beta selaku konsultan perencana,
- PT. Perentjana Djaja selaku Konsultan Pengawas,
- PT. Waskita Karya (Persero) Tbk selaku kontraktor pelaksana.

Konstruksi Ruas Jalan Tol Kayu Agung – Palembang – Betung dilaksanakan dalam 2 tahap, yaitu Tahap I (sudah beroperasi) sepanjang 42,5 Km (Sta. 0+000 – 42+500) dari Kayu Agung hingga Kramasan dan Tahap II (proses konstruksi) sepanjang 69 Km (Sta. 42+500 – 11+690) dari Kramasan hingga Betung.

Konstruksi tahap II yang masih dalam proses konstruksi terbagi menjadi 7 ruas, yaitu :

- Ruas Paket II Seksi 2 (6,785 Km),
- Ruas Paket IV Seksi 2A (19,350 Km),
- Ruas paket IV Seksi 3b (7,600 Km),
- Ruas Paket II Seksi 3 (15,690 Km),
- Ruas Yasa (6,31 Km),
- Ruas Paket IV Seksi 3 (11 Km),
- Ruas Paket II Seksi 3A (3,690 Km).



Gambar 1 : Pembagian Ruas Jalan Tol Kayu Agung – Palembang – Betung Tahap II

Jenis konstruksi yang akan dibangun menggunakan tipikal perkerasan *Rigid Pavement* dan *flexible pavement* (pada lokasi rawa/tanah lunak), dengan pekerjaan tanah timbunan dan tanah galian tinggi. Proses pekerjaan dilakukan dengan waktu konstruksi 730 hari kerja.

Beberapa lokasi di Provinsi Sumatera Selatan merupakan area rawa. Luas rawa di Provinsi Sumatera Selatan sekitar 613.795 Ha yang terdiri dari 455.949 Ha rawa pasangsurut dan 157.846 Ha rawa lebak. Wilayah kabupaten yang memiliki potensi rawa terluas adalah di Kabupaten Musi Banyuasin dengan total luas 322.821 Ha, yang terdiri dari 320.921 Ha rawa pasangsurut dan 1.100 Ha rawa lebak. Untuk rawa pasangsurut yang sudah direklamasi seluas 430.121 Ha, dengan gambaran pemanfaatan 182.763 Ha untuk sawah, 56.934 Ha untuk kebun, 7.946 Ha untuk tambak, 95.504 Ha untuk lain-lainnya, dan 68.974 Ha yang belum dimanfaatkan.

Dari 69 Km Ruas Jalan Tol tersebut terdapat 3 lokasi sungai besar yang melintang di tengah trase, yaitu sungai Ogan, sungai Kramasan, dan sungai Musi. Ketiga lokasi sungai tersebut di kelilingi oleh rawa yang memiliki karakteristik tanah lunak.

Proyek Jalan Tol Kayu Agung – Palembang – Betung Paket II berada pada lokasi rawa yang melintasi sungai Kramasan dan Sungai Musi (memiliki karakteristik tanah lunak). Khusus untuk lokasi rawa yang memiliki karakteristik tanah lunak, terdapat beberapa opsi design yang dapat dilaksanakan. Namun setelah dilakukan review secara biaya, mutu, dan waktu terhadap opsi tersebut, maka dipilihlah metode penanganan tanah lunak yang paling efisien yaitu menggunakan metode PVD + PHD + *vacuum preloading*. Pada makalah ini akan di fokuskan untuk membahas lokasi Paket II Seksi 2 Zona 3C Cell 1A Sta. 48+475 – 48+875.

Metode vacuum konsolidasi (VCM) dimaksudkan untuk mempercepat konsolidasi dan meningkatkan daya dukung tanah lempung lunak dengan memberikan pra pembebanan berupa tekanan vakum dari pompa yang didistribusikan melalui PVD kedalam massa tanah. Tekanan vakum yang ditimbulkan pada massa tanah kemudian akan menyebabkan berkurangnya kadar air maupun udara dari butiran tanah. Proses tersebut akan mengakibatkan penyusutan volume dan pemadatan tanah.

Cara kerja Konsolidasi dengan Vertical Drain :

- Memperpendek jarak tempuh air pori
- Memanfaatkan permeabilitas tanah yang umumnya lebih baik pada arah horizontal
- Menambahkan preload pengganti beban rencana



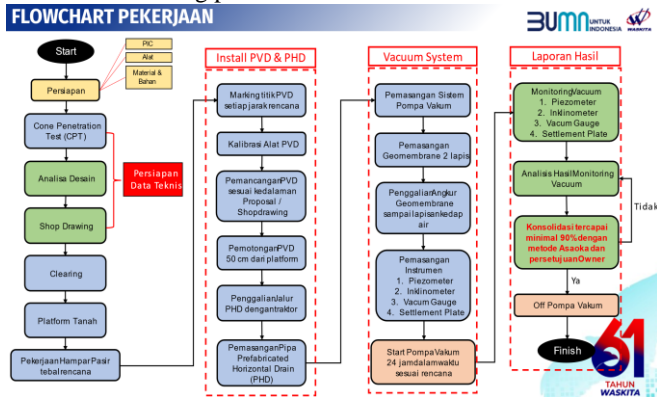
Gambar 2. Cara Kerja Konsolidasi Drain

2. Metodologi

Metodologi pelaksanaan diawali dengan mengumpulkan data primer & sekunder pada lokasi yang akan diamati (Sta. 48+475 – 48+875). Metodologi penyelidikan tanah yang dilakukan untuk mendapatkan data tanah berupa :

1. Pekerjaan Pemboran Dalam (*Deep Boring*)
2. Pekerjaan *Standard Penetration Test* (SPT)
3. Pekerjaan *Sampling*
4. Pekerjaan *Cone Penetration Test* (CPT) atau Uji Sondir
5. Uji Labortorium

Setelah data soil investigation terkumpul, akan dilakukan analisa kebutuhan design optimum untuk pelaksanaan pekerjaan PVD + PHD + *Vacuum Preloading* pada lokasi tersebut. Berikut flowchart metode pelaksanaan pekerjaan PVD + PHD + *Vacuum Preloading* pada Sta. 48+475 – 48+875



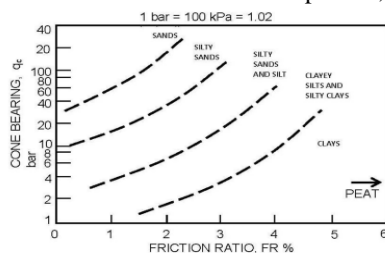
Gambar 3. Flowchart Metode Pelaksanaan Pekerjaan PVD + PHD + *Vacuum Preloading*

3. Hasil dan Pembahasan

Berikut hasil pelaksanaan, monitoring *settlement*, dan final konsolidasi pekerjaan PVD + PHD + *Vacuum Preloading* :

3.1 Data Sondir Lapangan

Pekerjaan *Cone Penetration Test* (CPT) dilakukan untuk mengetahui perlawanan tanah yang meliputi, tahanan konus (*cone resistance*), unit friksi, total friksi, dan angka perbandingan antara harga tahanan konus dengan hambatan lekat lokal (*friction ratio*). Hasil pekerjaan sondir disajikan dalam bentuk grafik yang menampilkan kedalaman penyondiran, nilai q_c dan JHP. Sebagai verifikasi hasil pemboran maka berdasarkan nilai tahanan konus q_c dan *friction ratio* L_f/q_c , jenis tanah pada masing-masing lokasi penyelidikan diklasifikasikan menurut Robertson dan Campanella, 1983.



Gambar 4. Klarifikasi Tanah Sondir (Robertson & Campanella, 1983)

DEPTH (m)	CONE BEARING									
	219021	219721	219021	219721	219021	219721	219021	219721	219021	219721
1	48+500	48+550	48+600	48+650	48+700	48+750	48+800	48+850	48+900	48+950
2	CLAY	CLAY	CLAY	CLAY	CLAY	CLAY	CLAY	CLAY	CLAY	CLAY
3	CLAY	CLAY	CLAY	CLAY	CLAY	CLAY	CLAY	CLAY	CLAY	CLAY
4	CLAY	CLAY	CLAY	CLAY	CLAY	CLAY	CLAY	CLAY	CLAY	CLAY
5	CLAY	CLAY	CLAY	CLAY	CLAY	CLAY	CLAY	CLAY	CLAY	CLAY
6	CLAY	CLAY	CLAY	CLAY	CLAY	CLAY	CLAY	CLAY	CLAY	CLAY
7	CLAY	CLAY	CLAY	CLAY	CLAY	CLAY	CLAY	CLAY	CLAY	CLAY
8	CLAY	CLAY	CLAY	CLAY	CLAY	CLAY	CLAY	CLAY	CLAY	CLAY
9	CLAY	CLAY	CLAY	CLAY	CLAY	CLAY	CLAY	CLAY	CLAY	CLAY
10	CLAY	CLAY	CLAY	CLAY	CLAY	CLAY	CLAY	CLAY	CLAY	CLAY
11	CLAY	CLAY	CLAY	CLAY	CLAY	CLAY	CLAY	CLAY	CLAY	CLAY
12	CLAY	CLAY	CLAY	CLAY	CLAY	CLAY	CLAY	CLAY	CLAY	CLAY
13	CLAY	CLAY	CLAY	CLAY	CLAY	CLAY	CLAY	CLAY	CLAY	CLAY
14	CLAY	CLAY	CLAY	CLAY	CLAY	CLAY	CLAY	CLAY	CLAY	CLAY
15	CLAY	CLAY	CLAY	CLAY	CLAY	CLAY	CLAY	CLAY	CLAY	CLAY
16	CLAY	CLAY	CLAY	CLAY	CLAY	CLAY	CLAY	CLAY	CLAY	CLAY
17	CLAY	CLAY	CLAY	CLAY	CLAY	CLAY	CLAY	CLAY	CLAY	CLAY
18	CLAY	CLAY	CLAY	CLAY	CLAY	CLAY	CLAY	CLAY	CLAY	CLAY
19	CLAY	CLAY	CLAY	CLAY	CLAY	CLAY	CLAY	CLAY	CLAY	CLAY
20	CLAY	CLAY	CLAY	CLAY	CLAY	CLAY	CLAY	CLAY	CLAY	CLAY
21	CLAY	CLAY	CLAY	CLAY	CLAY	CLAY	CLAY	CLAY	CLAY	CLAY
22	CLAY	CLAY	CLAY	CLAY	CLAY	CLAY	CLAY	CLAY	CLAY	CLAY
23	CLAY	CLAY	CLAY	CLAY	CLAY	CLAY	CLAY	CLAY	CLAY	CLAY
24	CLAY	CLAY	CLAY	CLAY	CLAY	CLAY	CLAY	CLAY	CLAY	CLAY

Gambar 5. Hasil CPTU

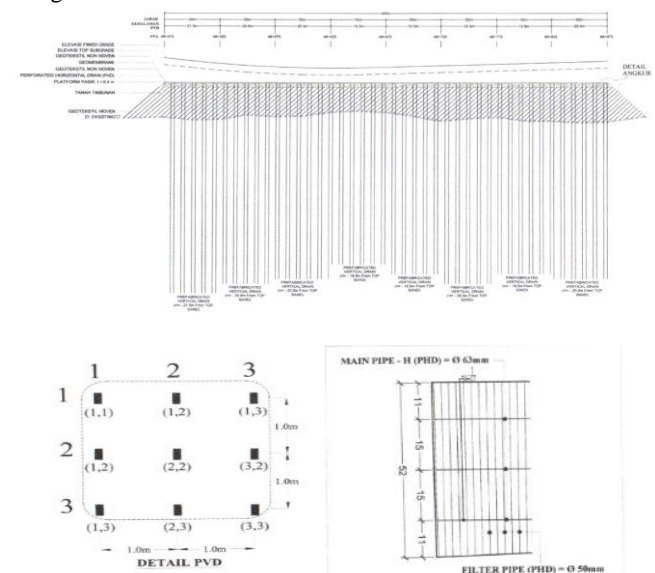
3.2 Design Pekerjaan

Berdasarkan data CPTU, maka dapat ditentukan rencana kedalaman PVD pada tabel 1 berikut :

Tabel 1. Rencana Kedalaman PVD

STA	Timbunan Pasir (m)	Timbunan Tanah Platform (m)	Kedalaman Tanah Lunak Hasil CPT (m)	Total Kedalaman Tanah Lunak + Platform (m)	Kedalaman PVD (m)
48+500	0.4	2.1	18.7	21.2	21.5
48+550	0.4	2.0	17.7	20.1	20.5
48+600	0.4	2.0	17.1	19.5	20.0
48+650	0.4	1.4	17.7	19.5	18.5
48+700	0.4	3.0	15.6	19.0	19.5
48+750	0.4	3.1	16.9	20.4	20.5
48+800	0.4	3.6	15.2	19.2	19.5
48+850	0.4	3.9	15.4	19.7	20.0

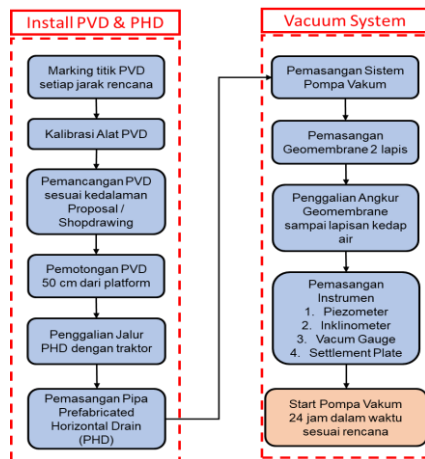
Berdasarkan interpretasi data CPTU yang dituangkan dalam Tabel 1, maka dapat direncanakan design pekerjaan sebagai berikut :



Gambar 6. Design Pekerjaan PVD + PHD + *Vacuum Preloading*

3.3 Pelaksanaan Pekerjaan

Tahapan pelaksanaan pekerjaan dapat dilihat pada Gambar



Gambar 7. Flowchart Pelaksanaan Pekerjaan PVD + PHD + Vacuum Preloading

Setiap tahapan pelaksanaan wajib disaksikan dan disetujui bersama konsultan pengawas dan owner yang tertuang dalam berita acara

PEMBANGUNAN JALAN TOL KAYU AGUNG – PALEMBANG – BETUNG
PAKET II SEKSI 2 : STA 42+500 s/d 52+200

SUB KONTRAKTOR	KONTRAKTOR	KONSULTAN SUPERVISI	PEMBERI TUGAS
GEOTEKINDO DIVISI PROJEK	WASKITA	PT. PERENTJANA DIAJA	WASKITA SRIWIJAYA TOL
PT. GEOTEKINDO	PT. WASKITA KARYA	PT. PERENTJANA DIAJA	PT. WASKITA SRIWIJAYA TOL

Nomor : .../VK-KAPB/.../2022
Tanggal : 15/7/2022
Yang bertanda tangan di bawah ini :

1. Nama : Jabatan : Mewakili :	2. Nama : Jabatan : Mewakili :	3. Nama : Jabatan : Mewakili :	4. Nama : Jabatan : Mewakili :
--------------------------------------	--------------------------------------	--------------------------------------	--------------------------------------

Pada hari ini :
Lokasi :
Rincian peralatan, material dan monitoring sistem vakum :

Nomor	Alat dan material	Jumlah	Keterangan
1.	Settlement plate	6 set	dit. 1 ✓
2.	Piezometer	4 set	dit. 1 ✓
3.	Layered settlement	2 set	dit. 1 ✓
4.	Inclinometer	1 set	dit. 1 ✓
5.	Vakum meter	8 set	dit. 1 ✓
6.	Pompa vakum dan aksesoris	20 set	dit. 1 ✓
7.	Geomembran	2 set	dit. 1 ✓
8.	Geotekstil	1 set	dit. 1 ✓
9.	Generator	1 set	dit. 1 ✓
10.	Panel listrik	1 set	dit. 1 ✓

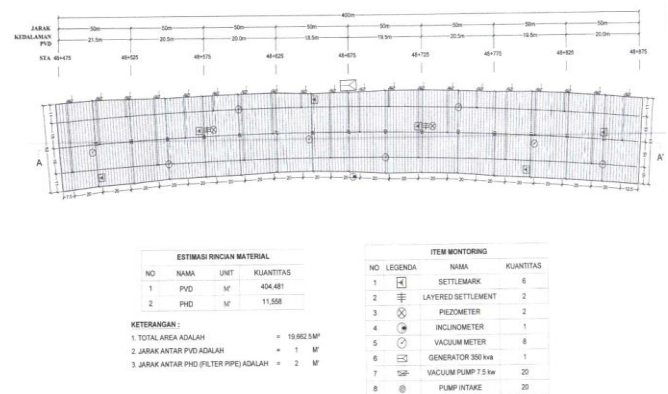
Sub kontraktor, Kontraktor, Konsultan, Pemberi tugas, PT. GEOTEKINDO, PT. WASKITA KARYA, PT. PERENTJANA DIAJA, PT. WASKITA SRIWIJAYA TOL

Gambar 8. Berita Acara Start On Vacuum

3.4 Monitoring Settlement

Terdapat beberapa instrument geoteknik yang digunakan sebagai alat untuk melakukan monitoring settlement guna mengetahui seberapa besar realisasi fungsi dari pompa vacuum dalam pemadatan dan perbaikan tanah lunak. Instrument geoteknik yang digunakan antara lain :

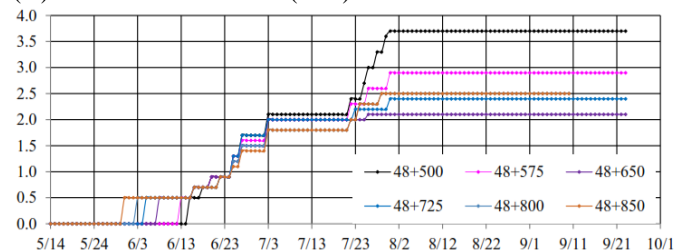
1. Settlement Plate, berfungsi untuk mengukur besar penurunan vacuum dari mulai pompa dinyalakan sampai pompa dimatikan (konsolidasi 90%)
2. Vacuum Gauge, berfungsi untuk mengukur tekanan vacuum, dipasang pada pompa vakum dan pada titik-titik tertentu area cell vacuum
3. Piezometer, berfungsi untuk mengukur tekanan air pori negative akibat tekanan vakum
4. Inclinometer, berfungsi untuk memonitor pergerakan lateral tanah. Dipasang pada daerah dengan timbunan tinggi atau yang berdekatan dengan bangunan sekitar lokasi kerja



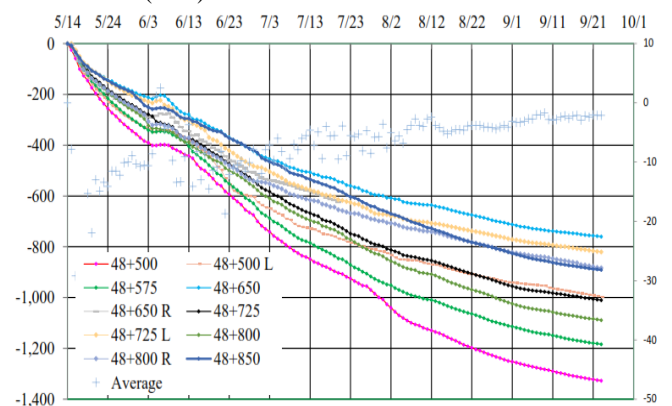
Gambar 9. Posisi Instrument Geoteknik

Pengamatan dilakukan setiap hari dimulai dari hari pertama pompa vacuum menyala hingga tercapai konsolidasi 90 % berdasarkan hasil analisis asaoka.

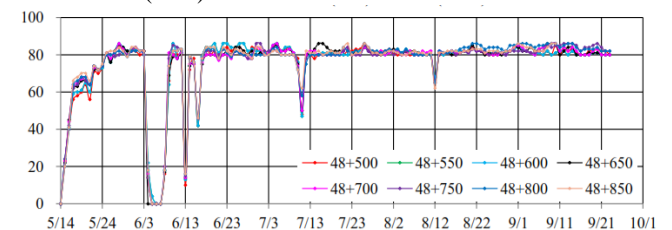
Tabel 2. Pembacaan Tinggi Timbunan di Atas Geomembrane (m) vs Waktu Pelaksanaan (Hari)



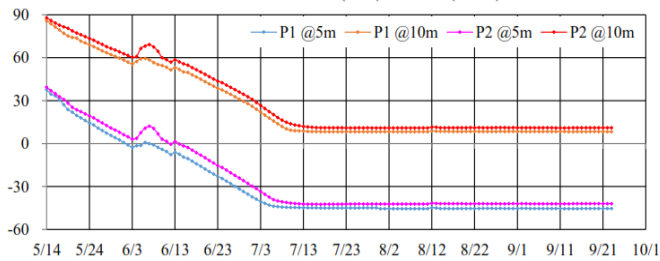
Tabel 3. Pembacaan Total Settlement (mm) vs Waktu Pelaksanaan (Hari)



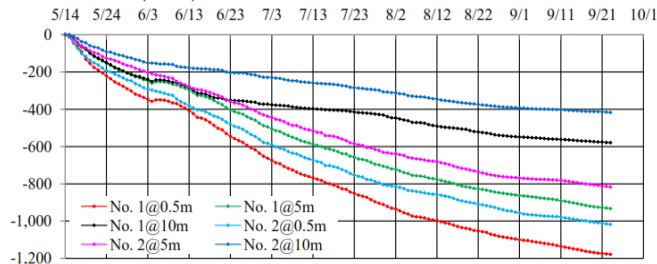
Tabel 4. Pembacaan Tekanan Vacuum (Kpa) vs Waktu Pelaksanaan (Hari)



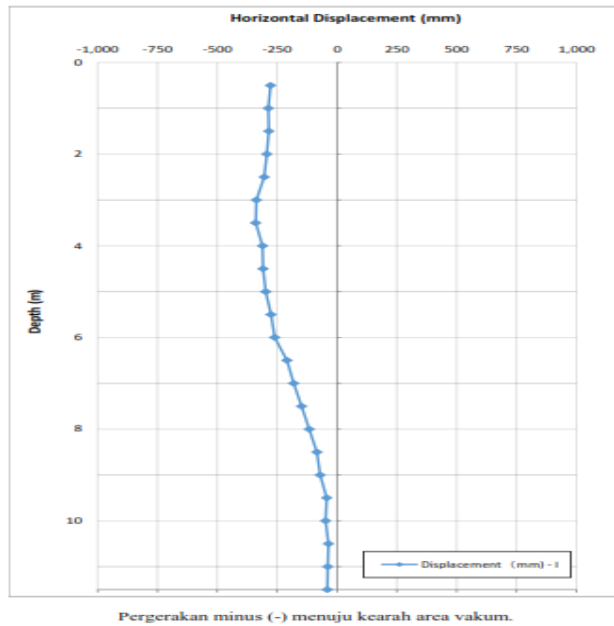
Tabel 5. Pembacaan Pour Water Pressure (Kpa) vs Waktu Pelaksanaan (Hari)



Tabel 6. Pembacaan Layered Settlement (mm) vs Waktu Pelaksanaan (Hari)



Tabel 7. Pembacaan Inclinometer



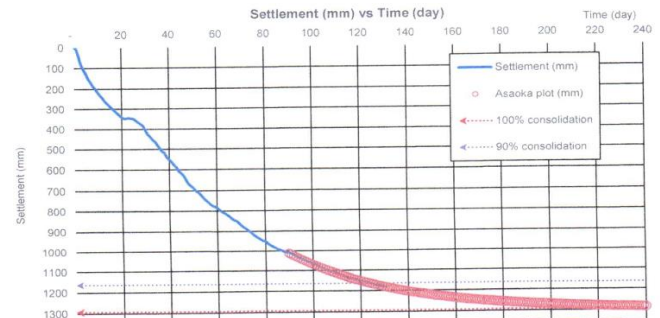
Berdasarkan data pengamatan yang membentuk regresi linear pada kurva, dimana keseluruhan data didapat selama 131 hari, maka dapat dilihat kurva asaoka dari titik nol hingga akhir monitoring menunjukkan garis lurus. Hasil analisa tersebut dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 8. Hasil Analisa Asaoka

Plate No.	Settlement (mm)	100 % by Asaoka (mm)	Consolidation Degree (%)
Sta. 48+500	1325	1431	92.6 %
Sta. 48+575	1181	1293	91.4 %
Sta. 48+650	758	835	90.7 %
Sta. 48+725	1008	1087	92.7 %
Sta. 48+800	1086	1172	92.6 %
Sta. 48+850	889	987	90.1 %

Rata - Rata	1041.2	1134.2	91.8 %
-------------	--------	--------	--------

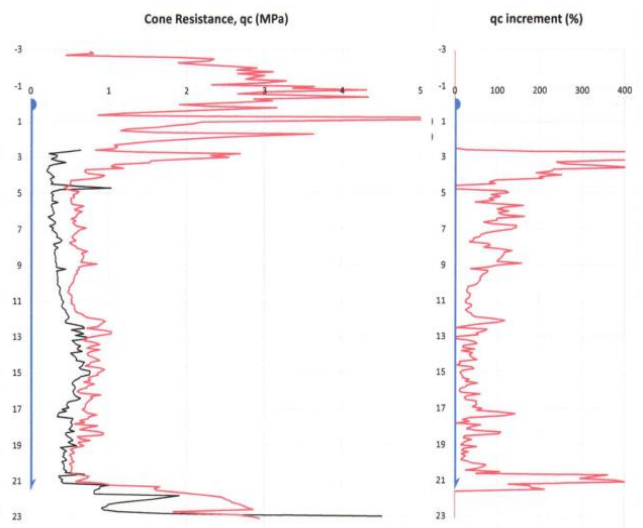
Tabel 9. Grafik Asaoka



Berdasarkan spesifikasi dan pencapaian yang ada pada tabel tersebut, dapat disimpulkan bahwa proses konsolidasi pada Zona 3C cell 1A Sta. 48+450 – 48+850 telah tercapai, sehingga proses *vacuum* dapat dihentikan dengan persetujuan bersama.

3.5 Data Perbandingan Hasil Sebelum vs Setelah Proses Penanganan Tanah Lunak (PVD + PHD + *Vacuum Preloading*)

Sebagai pembandingan hasil dari penanganan tanah lunak, maka dilakukan pengambilan data sondir setelah pompa *vacuum* dimatikan. Pengambilan data dilakukan dengan metode CPTU. Berikut hasil perbandingan data sondir sebelum dan setelah proses *vacuum* :



Gambar 10. Perbandingan Hasil Sondir Sebelum dan Sesudah Proses *Vacuum*

Dilakukan Perhitungan terhadap hasil analisa preloading (rasio beban) dengan 2 langkah.

Langkah 1 : Perhitungan total timbunan

Elevasi Tanah Asli	+ 0.906
Elevasi Top Subgrade	+ 6.322
Tebal Perbaikan Tanah	21.5 m (kedalaman PVD)
Penurunan	1.325 m
Elevasi Platform	+3.796

Beban Lalu Lintas	20 Kpa
Beban Perkerasan	4.5 Kpa
Beban Sub-Dasar	9.5 Kpa

Tabel 10. Perhitungan Rasio Beban *Preload*

Deskripsi	Ketebalan Perbaikan (m)	Ketebalan Operasional (m)	Berat Jenis (kN/m ³)	Beban Perbaikan (kPa)	Beban Operasional (kPa)
Beban Lalu Lintas	-	-	-	-	20,00
Beban Perkerasan Hotmix / Rigid	-	0,200	22,50	-	4,50
Beban Sub-dasar	-	0,500	19	-	9,50
Timbunan di Atas Geomembrane	3,700	3,851	16	59,20	61,62
Vacuum Preload : 80 Kpa	-	-	-	80,00	-
Tebal Timbunan Platform : 2,89 m	2,890	2,890	16	46,24	46,24
Total Beban di Atas Tanah Asli :				185,44	141,86
Rasio Beba (Harus > 1,2) :					1,31

Langkah 2 : Deskripsi perhitungan yang terdiri dari elevasi timbunan dan ketebalan timbunan

Elevasi Timbunan

Elevasi Tanah Asli	+0.906	
Elevasi Platform	+ 3.796	
Total Elevasi Tanah Timbunan	+7.647	(Elevasi Top Subgrade + Penurunan)
Penurunan	1.325 m	

Timbunan di Atas Geomembrane :

Saat Perbaikan	3.700 m
Setelah Perbaikan	0.151 m
Total Timbunan Setelah Perbaikan	3.851 m

Elevasi Tanah Terakhir	+ 6.322
------------------------	---------

Ketebalan Timbunan

Ketebalan Platform	2.890 m
--------------------	---------

Timbunan di Atas Geomembrane :

Saat Perbaikan	3.700 m
Setelah Perbaikan	0.151 m
Total Timbunan Setelah Perbaikan	3.851 m

Total Timbunan (dari tanah asli)	6.741 m
----------------------------------	---------



Gambar 11. Sketsa Lapisan Timbunan

4. Kesimpulan

Berdasarkan data perencanaan, pelaksanaan, pengamatan dan hasil laporan akhir pekerjaan PVD + PHD + *Vacuum Preloading* pada Proyek Pembangunan Jalan Tol Kayu Agung – Palembang – Betung Paket II Seksi 2 khusus pada Zona 3C Cell 1A (Sta. 48+475 – 48+875) didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

1. Perencanaan design pekerjaan PVD + PHD + *Vacuum Preloading* didapatkan dari hasil analisis data *soil investigation*;
2. Pelaksanaan pekerjaan PVD + PHD + *Vacuum Preloading* harus sesuai dengan spek soil improvement dari binamarga;
3. Instrument geoteknik dipasang sesuai dengan design sebagai alat monitoring hasil dari pekerjaan *Vacuum Preloading*;
4. Pembacaan monitoring *settlement* di representasikan dalam bentuk grafik asoka sehingga didapatkan hasil konsolidasi rata – rata dari 6 settlement plate sebesar 91,2 % > syarat 90 % pada hari ke 131 dimulai dari pompa vacuum dinyalakan;

5. Pembacaan hasil sondir sebelum dengan sesudah proses *Vacuum Preloading* menghasilkan bahwa terdapat peningkatan daya dukung tanah sesuai dengan hasil perencanaan dengan load rasio sebesar 1,31 > syarat 1,2;

Ucapan terima kasih

Dengan mengucapkan puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan Rahmat, Ridho dan Karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan artikel ini dengan baik. Penulis mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan, bimbingan dan motivasi dalam penyelesaian artikel ini. Semoga artikel ini dapat bermanfaat dan dapat memberikan sumbangan ilmu pengetahuan secara umum.

Daftar pustaka

Balai Besar Wilayah Sungai Sumatera VIII (2017), Identifikasi Daerah Rawa Sumatera Selatan

Roberston dan Campanella, (1983). *Interpretation of Cone Penetration Tests: Sands and Clays*

ASTM D2113-14. *Standard Practice for Rock Core Drilling and Sampling of Rock for Site Exploration*

ASTM D1452 *Standard Practice for Soil Exploration and Sampling by Auger Borings*

Direktorat Jenderal JBH (2017). *Spesifikasi Umum*