ANALISIS PERCEPATAN KONSOLIDASI TANAH RAWA JAKABARING DENGAN PENGGUNAAN METODA PREFABRICATED VERTICAL DRAIN

Marwan ASOF

Dosen Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya
Kampus Unsri Palembang – Inderalaya Ogan Ilir, 30662
Email : marwan_asof@yahoo.com

ABSTRAK

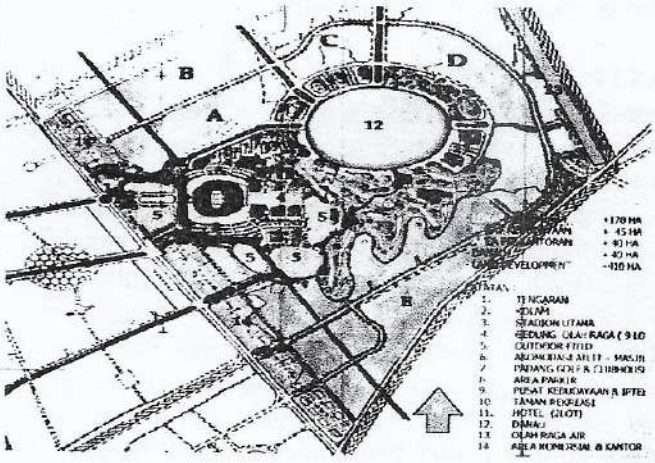
Secara umum topografi daerah sekitar Jakabaring Palembang, merupakan daerah dataran rendah (daerah rawa-rawa) yang merupakan endapan alluvial pantai yang bersifat lunak. Daerah rawa mempunyai banyak permasalahan bilamana dibangun suatu konstruksi diatasnya seperti terjadinya penurunan/konsolidasi (settlement) dan berkurangnya daya dukung tanah, dimana akan dapat beresiko tinggi bilamana tidak dilakukan perbaikan tanah yang sesuai. Pembangunan infrastruktur yang telah dan/atau akan dilakukan pada daerah rawa Jakabaring, seperti ***Stadion Utama****, seyogianya upaya perbaikan tanah disesuaikan dengan kondisi lapangan, yaitu metoda Prefabricated Vertical Drain (PVD). Metoda ini merupakan salah satu alternatif yang banyak digunakan pada kondisi tanah lunak, dan telah terbukti berhasil. Paper ini bertujuan untuk memberikan gambaran tentang metoda penggunaan PVD dan analisis percepatan penurunan (proses konsolidasi) tanah yang terjadi pada saat pelaksanaan pembangunan Stadion Utama, dan diharapkan akan menjadikan referensi pada kegiatan pembangunan disekitarnya atau daerah yang relatif sama..*

Keywords : *penurunan, daya dukung, Prefabricated Vertical Drain (PVD)*

I. PENDAHULUAN

Kemampuan tanah dasar untuk mendukung suatu beban yang bekerja diatasnya merupakan salah satu faktor utama dalam suatu perencanaan konstruksi bangunan, sehingga konstruksi bangunan yang berdiri diatasnya akan berdiri kokoh dan dapat bertahan lama.

Bangunan Stadion Utama di daerah Jakabaring Seberang Ulu Palembang, Sumatera Selatan merupakan salah satu prasarana yang digunakan pada Pekan Olahraga Nasional (PON) XVI tahun 2004. Adapun master plan Stadion olahraga dan kawasan pemukiman di Jakabaring dapat dilihat pada gambar 1. Pembangunan Stadion utama ini berguna sebagai pusat sarana kegiatan olahraga bagi penduduk kota Palembang khususnya dan warga Sumatera Selatan pada umumnya. Selain itu juga diharapkan berfungsi sebagai sarana peningkatan pembangunan dan kegiatan-kegiatan lainnya di sekitar lokasi, selain sebagai proses dari pengembangan kota Palembang itu sendiri.



Gambar 1. Master Plan Stadion Olahraga dan Kawasan Pemukiman di Jakabaring

Namun pemilihan tempat, yang dalam hal ini daerah Jakabaring, juga mengalami berbagai kendala yang harus ditangani secara tepat guna, mengingat Stadion Utama Jakabaring tersebut terletak di daerah dataran rendah (daerah rawa-rawa) yang merupakan endapan alluvial pantai yang sifat struktur tanahnya sangat lunak. Tanah lunak sendiri mempunyai banyak permasalahan bilamana dibangun suatu konstruksi diatasnya antara lain penurunan permukaan tanah yang

disebabkan oleh pemadatan tanah timbunan itu sendiri karena adanya beban diatasnya.

Bila penurunan terjadi secara merata pada semua bagian maka itu tidaklah perlu dicemaskan, namun tidak bisa dipungkiri bahwa penurunan itu terjadi tidaklah sama pada berbagai tempat walaupun pada lokasi pembangunan yang sama, hal inilah yang sangat riskan bila terjadi pada pembangunan konstruksi dengan beban besar seperti halnya Stadion Utama ini, karena kemungkinan terbesar adalah robohnya konstruksi itu sendiri.

Selain permasalahan penurunan tanah yang tidak merata, pembangunan yang direncanakan untuk selesai dalam waktu yang relatif singkat tidaklah memungkinkan dikarenakan harus menunggu cukup lama bila penurunan secara alami. Dengan demikian maka dicarilah alternatif untuk melakukan perbaikan tanah dalam usaha mempercepat penurunan dengan penggunaan produk Prefabricated Vertical Drain (PVD) sebagai sarana untuk mempercepat pengeluaran air tanah serta dilakukannya timbunan dengan beban tambahan (surcharge).

Pembangunan dengan produk PVD ini bukanlah teknologi baru akan tetapi merupakan salah satu metoda perbaikan tanah yang telah banyak dipergunakan pada berbagai jenis tanah, khususnya tanah lembek/lunak dan berhasil dengan baik. Paper ini bertujuan untuk memberikan gambaran tentang penggunaan PVD pada pembangunan Stadion Utama Jakabaring dan menganalisis percepatan penurunan (proses konsilidasi) tanah yang terjadi.

II. DASAR PEMIKIRAN

2.1. Jenis-Jenis Perbaikan Tanah

Jenis-jenis perbaikan tanah yang dapat dipergunakanan, antara lain : perbaikan secara mekanis, secara hidrolis, secara fisika & kimiawi, dan perkuatan dengan inklusi. Perbaikan secara mekanis adalah pemberian gaya mekanis dari luar untuk sementara seperti kompaksi. Perbaikan secara hidrolis adalah pengurangan tekanan air pori sehingga keluar dari tanah dengan pemasangan drainase atau sumur. Termasuk dalam kategori ini adalah preloading, penggunaan vertical drains, penurunan muka air tanah dengan pemompaan dari sumur dan trenches.

Perbaikan secara fisika dan kimiawi adalah penggunaan campuran seperti semen, kapur dan lain-lain yang bereaksi secara kimiawi dengan tanah sehingga memperbaiki karakteristik tanah tersebut, seperti "grouting". Stabilisasi tanah dengan proses "heating and freezing" yang pada akhirnya mengubah struktur mineral tanah disebut metoda termal. Perbaikan dengan 'inclusions and confinement" dalam hal ini termasuk perkuatan tanah dengan goetextile, nailing, angker, confinement tanah dengan beton, baja, atau elemen-elemen dari fabric.

Dalam menentukan pemilihan metoda perbaikan tanah maka perlu memperhatikan beberapa hal sebagai berikut ; a). jenis tanah, struktur tanah, dan kondisi aliran air tanah; b). jenis dan tingkat perbaikan yang diinginkan; c). biaya; d). ketersediaan dari peralatan dan material; e). kemungkinan kerusakan struktur disekitarnya; f). ketahanan material yang digunakan.

Perbaikan tanah bertujuan antara lain untuk menaikkan kuat geser, menaikkan modulus, mengurangi kompresibilitas, mengontrol stabilitas volume, mengurangi suspensibility terhadap liquefaction, memperbaiki kualitas material untuk timbunan, dan menghindari perubahan fisik atau kimiawi tanah terhadap kondisi lingkungan seperti kondisi basah dan kering yang bergantian.

2.2. Prefabricated Vertical Drain (PVD)

Prefabricated Vertical Drain (PVD) mulai berkembang sejak awal tahun 1980, dimana merupakan penyempurnaan sistem konvensional pada konstruksi Teknik Sipil yang ada atau merupakan konstruksi modern. PVD diaplikasikan pada penggunaan sistem drainase bawah tanah, struktur dan percepatan pemampatan tanah lembek, dengan menggunakan beban tambahan. Metode beban tambahan dilakukan dengan cara membiarkan beban tambahan dalam waktu tertentu, untuk elevasi akhir beban tambahan dapat dievaluasi barada tepat pada elevasi tinggi rencana.

PVD diciptakan sebagai alur aliran dimana dipasang dengan beberapa metoda dan masing-masing mempunyai beberapa karateristik fisik. PVD dapat diartikan sebagai bahan yang difabrifikasi (prefabricated) atau produk yang mempunyai beberapa macam karakteristik yaitu dapat dipasang vertikal pada lapisan tanah yang mampu memampat (compressible), dapat mengalirkan air pori tanah yang diserap oleh lapisan penyerap (geotextile), dan diartikan juga sebagai pengumpul air pori tanah yang disalurkan ke atas sepanjang PVD.

Keberhasilan suatu sistem PVD dipengaruhi oleh kondisi tanah, perencanaan PVD (kedalaman, jarak, pola, lapisan pembawa air atau sand blanket, timbunan tambahan), peralatan pemasangan dan juga teknik pemasangannya.

Produk PVD yang digunakan adalah Nylex Megawick (MW-EB6). Produk ini merupakan salah satu produk yang telah banyak digunakan dibidang perbaikan tanah lunak dan reklamasi, yang memerlukan pemampatan tanah compressible dalam waktu dekat. Nylex Megawick (MW-EB6) terdiri atas inti (core) yang terbuat dari bahan polypropylene dengan bentuk saluran menerus, yang berfungsi sebagai pembentuk penampang dan mengalirkan air, kemudian dibungkus dengan bahan geotextile yang

berfungsi sebagai filtrasi sehingga air dapat lewat dengan mudah, tetapi tidak dapat dilalui oleh partikel atau butiran tanah.

Beberapa keuntungan penggunaan Nylex PVD adalah sebagai berikut; memiliki inti yang khusus dan fleksibel yang tidak akan menyempit ketika aliran berbelok selama proses konsolidasi; ringan; kedalaman pemasangan dapat mencapai 40 m; proses pemasangan cepat; proses konsolidasi cepat; dan telah terbukti berhasil dalam berbagai proyek dengan kondisi tanah yang berbeda.

Bahan PVD merupakan suatu material yang terkumpul dan mempunyai perbandingan persegi (lebar dibagi dengan tebal) melebihi 50. Bahan PVD terdiri dari inti (*core*) dan lapisan pembungkus yang bersifat menyerap dan menyaring (*geotextile non woven*) yang seragam. Lapisan pembungkus tersebut harus dapat dilalui air pori tanah ke dalam inti tanpa adanya material tanah yang hilang. Inti dari PVD haruslah dapat memberikan drainase vertikal yang konstan.

2.3. Metode Pemasangan PVD

PVD dipasang dengan peralatan khusus dengan memperhatikan pengaruh minimum terhadap terganggunya tanah dasar (untuk memperkecil gangguan terhadap tanah dasar, mandrell mempunyai batasan luasan potongan maksimum yaitu sekitar 65 cm^2) selama pelaksanaan pemasangan dan dipasang selalu tetap pada posisi vertikal.

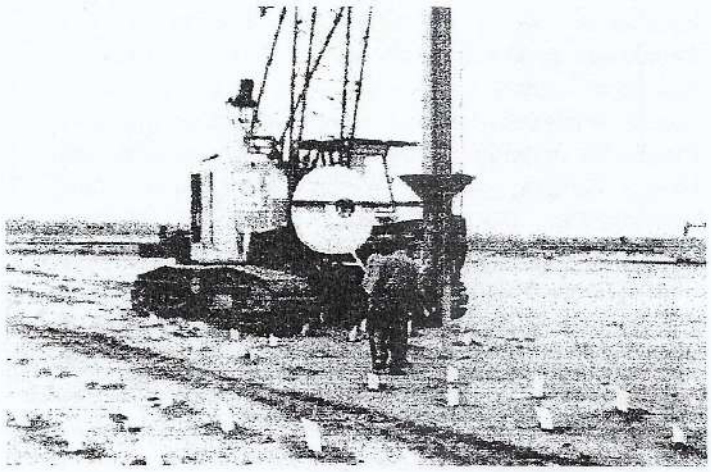
Peralatan kerja pemasangan PVD terdiri dari Crawler Crane, Mastrell atau Rig, dan Mandrell. Crawler Crane adalah alat angkat untuk pelaksanaan kerja instalasi yang berfungsi sebagai pemegang *stricker rig* dan untuk bergerak sesuai dengan posisi titik yang dipasang PVD. Kapasitas crawler crane yang dibutuhkan adalah 35 ton atau 45 ton.

Mastrell atau Rig merupakan besi berbentuk segi empat dengan dimensi 0.3m x 0.3m x 6m, sebagai penempatan mandrell dan bahan vertical drain. Panjang keseluruhan mastrell disesuaikan dengan kebutuhan kedalaman pemasangan PVD. Untuk kebutuhan pemasangan sampai kedalaman 16.5 m diperlukan panjang mastrell 24 m. Mastrell diletakkan pada posisi vertical dan dipegang oleh boom crane dibagian atas dan ditopang oleh penyangga H-beam di bagian bawah.

Mandrell merupakan besi berbentuk empat persegi panjang berlubang dengan ukuran 6cm x 2cm panjang per batang 6 m. Berfungsi membawa PVD ke dalam tanah dilengkapi dengan pelat sepatu sebagai pemegang vertikal drain. Mandrell meluncur pada posisi vertikal drain di dalam kedudukannya pada mastrell.

Pemasangan PVD haruslah pada area yang dalam keadaan bersih tanpa ada halangan yang mengganggu (seperti pohon, semak, batuan) sehingga memudahkan dalam melakukan titik-titik pemasangan PVD. Penentuan posisi titik PVD dilakukan dengan bantuan alat ukur untuk membuat titik ikat, setelah itu dilakukan penandaan titik-titik PVD dengan menggunakan pelat sepatu, yang disesuaikan dengan design pola pemasangan, jarak pemasangan dan kedalaman pemasangan. Pemasangan PVD harus dilaksanakan tanpa adanya kerusakan PVD saat pemancangan atau penarikan mandrell.

PVD yang telah terpasang harus dilebihkan lebih kurang 0.20 m diatas permukaan tanah setempat, kemudian bagian ujung PVD kembali diberi pelat sepatu. Pada tahap awal PVD dipasang di lokasi daerah Stadion dan track lari dipasang dengan jarak pemasangan PVD 2 m dengan pola segi empat, kedalaman 16.5 m sebanyak 3.798 titik. Kemudian dilanjutkan ke lokasi daerah tribune, dipasang dengan jarak pemasangan PVD 1.2 m dengan pola segi empat dan kedalaman 16.5 m sebanyak 33.355 titik. Gambar 2 memperlihatkan pemasangan PVD di Stadion Utama Jakabaring.

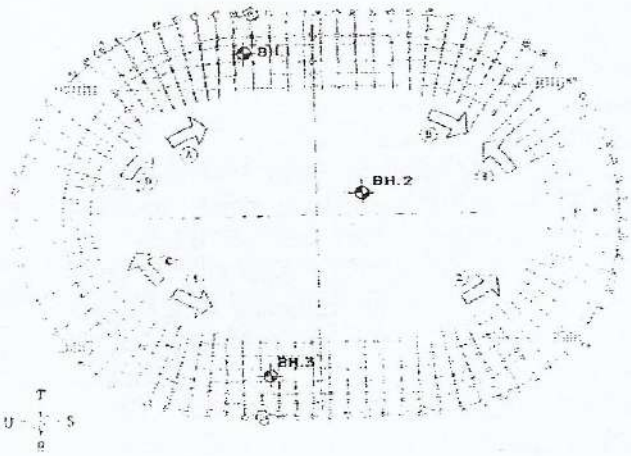


Gambar 2. Pemasangan Prefabricated Vertical Drain (PVD) di Stadion Utama Jakabaring

2.4. Kondisi Tanah

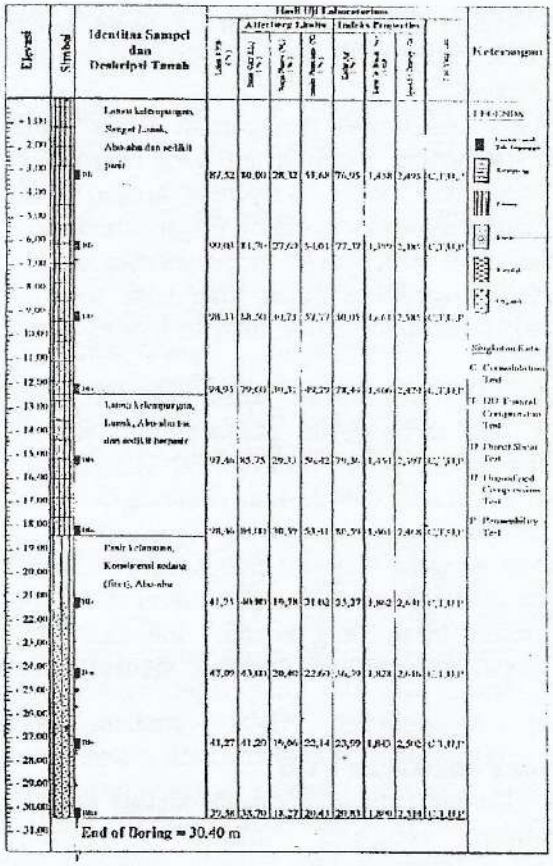
Seringkali kegagalan konstruksi disebabkan oleh kurangnya perhatian terhadap pentingnya penyelidikan kondisi tanah konstruksi. Identifikasi jenis tanah dan mineral yang dikandungnya sangat penting untuk mengetahui respon tanah terhadap pembebanan. Hal yang juga penting adalah pengetahuan mengenai struktur tanah secara makro. Untuk mendapatkan parameter yang benar-benar mewakili suatu tanah, maka program penyelidikan tanah yang lengkap dan hati-hati haruslah dilakukan.

Penyelidikan tanah yang telah dilaksanakan pada proyek pembangunan Stadion Utama Jakabaring bertujuan untuk mendapatkan data awal parameter tanah yang sangat diperlukan sebagai dasar pertimbangan dalam menganalisa kemungkinan penurunan yang mungkin terjadi.



Gambar 3. Posisi Titik Bor (BH1, BH2, BH3)

Pekerjaan penyelidikan tanah yang telah dilaksanakan meliputi 3 buah titik bor dengan kedalaman 30 m (Gambar 3). Pemboran yang dimaksudkan adalah pemboran inti dengan ukuran Nx size atau coring untuk mendapatkan contoh tanah secara stratigrafi dari atas sampai akhir pengeboran. Pemboran dilakukan dengan sistem penangkapan inti tanah dengan sarana mesin bor putar yang dikendalikan dengan mesin penggerak. Selama pelaksanaan pemboran, dilaksanakan pengambilan undisturbed sample interval 5 m dan dilakukan pengujian Standar Penetrasi (SPT) pada setiap interval 2 m. Gambar 4 memperlihatkan deskripsi kondisi tanah bawah permukaan di Stadion Utama Jakabaring.



Gambar 4. Kondisi Tanah di Stadion Utama Jakabaring

Pengujian laboratorim dilakukan untuk menentukan index properties yang terdiri dari kadar air (%), berat isi basah (γ_m), berat isi kering (γ_d), berat jenis butir (Gs), angka pori (e), dan derajat kejenuhan (Sr). Pengujian tersebut juga untuk menentukan engineering properties yang terdiri dari Compression Strength, UU Triaxial Compression, dan Consolidation Test. Atterberg Test, Sieve dan Hidrometer Test juga dilakukan untuk mendapatkan kalsifikasi tanah. Semua prosedur pengujian di laboratorium mengikuti ASTM Standard.

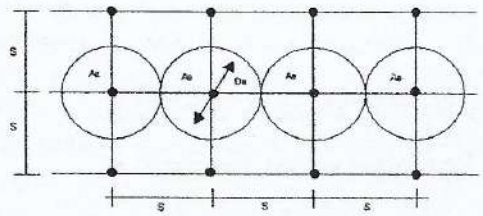
Data-data yang diperoleh baik berdasarkan pengujian lapangan maupun laboratorium dipakai sebagai dasar pertimbangan untuk mendapatkan daya dukung tanah dan penurunan/settlement untuk pondasi bangunan yang disarankan. Tabel 1 mendeskripsikan hasil uji laboratorium mengenai karakteristik tanah dibawah Stadion Utama Jakabaring.

Tabel 1. Hasil Uji Laboratorium

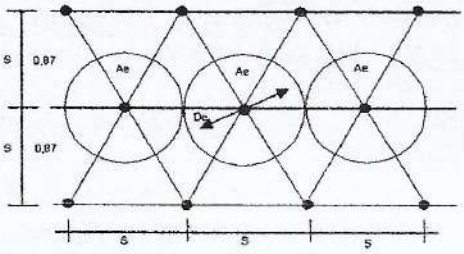
PARAMETER-PARAMETER		KEDALAMAN		
		0-10 m	11-20 m	21-30 m
Lolos # 200	%	94.96	98.29	42.30
ATTERBERG LIMITS				
Batas Cair (LL)	%	83.40	83.12	40.92
Batas Plastis (PL)	%	28.91	30.08	19.38
Index Plastisitas (PI)	%	54.49	53.04	21.54
Klasifikasi		CH	CH	CL
PROPERTIES				
Kadar Air	%	78.12	79.46	26.62
Berat Isi Basah (γ_b)	t/m³	1.44	1.46	1.83
Berat Isi Kering (γ_k)	t/m³	0.81	0.81	1.45
Specific Gravity (G_s)	-	2.52	2.51	2.57
Angka pori (e)	-	2.12	2.09	0.77
Derajat Kejenuhan (Sr)	%	93	96	88
COMPRESSION STRENGTH				
Unconfined Comp. Strength (q_u)	kg/cm²	0.14	0.29	0.91
Sensitifitas (St)		1.33	1.38	1.55
UU TRIAXIAL COMPRESSION				
Kohesi Undrained (c_u)	kg/cm²	0.21	0.14	0.24
Sudut Friksi (ϕ)	Derajat (°)	1.38	2.10	8.03
PERMEABILITAS				
Koefisien Permeabilitas	cm/detik	$2.98x10^{-7}$	$3.53x10^{-7}$	$1.27x10^{-5}$
KONSOLIDASI				
Index Kompresi (Cc)	-	0.60	0.54	0.13

III. POLA DAN PERHITUNGAN TEKNIK PEMASANGAN PVD

Pemasangan PVD dapat dilakukan dengan dua macam pola yaitu pola bujur sangkar dan pola segi tiga. Gambar 5 memperlihatkan pola pemasangan PVD secara bujur sangkar dan segitiga.



a). Pola Bujur Sangkar



b). Pola Segitiga

Gambar 5. Pola Pemasangan PVD

Dimana ● adalah vertical drain, S adalah jarak pemasangan vertical drain, De adalah diameter daerah pengaruh aliran air dan Ae adalah luas daerah pengaruh aliran air, yang dihitung dengan persamaan :

$$Ae = \frac{1}{4} \pi (De)^2 \quad \text{.....} \quad 1)$$

De = 1,13 x s (khusus pola bujur sangkar)

De = 1,05 x s (khusus pola segi tiga)

Tinggi timbunan dapat mempengaruhi proses terjadinya penurunan. Adapun tujuan penimbunan tanah adalah sebagai preloading vertikal drain yang telah dipasang dibawahnya. Material tanah yang digunakan sebagai preloading adalah tanah merah. Metode ini dibuat berdasarkan kondisi terakhir dan kesiapan lahan urugan pasir. Daerah preloading dibagi menjadi dua lokasi yaitu areal tribune dan areal lapangan. Timbunan tanah dimulai dari level +4.5. Tinggi urugan tanah untuk preloading berdasarkan perhitungan adalah setinggi 1 m, untuk mencapai tinggi 1 m, tanah timbunan tersebut diratakan dengan bulldozer perlayer. Tebal tiap layer adalah 30-35 cm (padat).

Setelah diratakan perlayer kemudian tanah tersebut dipadatkan menggunakan vibro compactor sampai mencapai 95 % maksimum dry density standart proctor, kemudian kepadatan tersebut diuji bila hasilnya memenuhi, maka perlayeran berikutnya dapat dilaksanakan sampai mencapai ketebalan 1 m.

Tabel 2. Volume timbunan tanah pada setiap lokasi

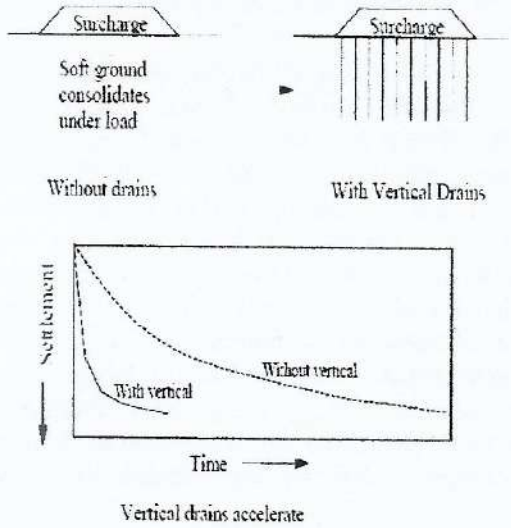
No.	Lokasi	Volume (m^3)
1.	Tribune barat	10.245
2.	Tribune timur	9.683
3.	Tribune utara	5.900
4.	Tribune selatan	5.900
5.	Tribune Lapangan	18.345
Total		50.073

Untuk mempercepat pekerjaan di lapangan maka pelaksanaan timbunan tanah urugan dibagi menjadi dua lokasi yaitu utara-barat, dan selatan-timur dengan menggunakan masing-masing alat 1 buldozer dan 1 vibro compactor. Setelah tinggi tanah timbunan mencapai 1 m maka urugan tersebut didiamkan selama 2 bulan, pengamatan alat geotechnical instrument terus dilakukan. Total volume timbunan pada setiap lokasi dapat dilihat pada Tabel 2.

IV. ANALISIS PERCEPATAN PENURUNAN DENGAN PENGGUNAAN PVD

4.1. Percepatan Penurunan tanah

Perbandingan percepatan penurunan dengan penggunaan PVD dan tanpa penggunakan PVD dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 6. Perbandingan penurunan dengan Penggunaan PVD dan tanpa PVD (Hausmann, 1990)

Perhitungan waktu percepatan penurunan tanah tanpa penggunaan PVD dan dengan penggunaan PVD berbeda. Waktu percepatan penurunan tanah tanpa penggunaan PVD dapat dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$t = \frac{Tv \times d^2}{Cv} = \frac{Tv \times H^2}{Cv} \quad \text{.....} \quad 2)$$

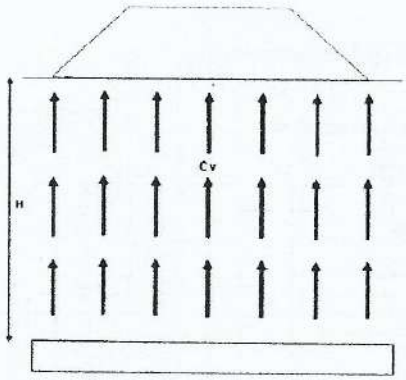
Dimana t adalah waktu (detik), Tv adalah faktor waktu (untuk konsolidasi arah vertikal) tanpa dimensi, d = H adalah panjang lintasan drainase air pori dalam tanah, dan Cv adalah koefisien konsolidasi (cm^2/dtk) tergantung kondisi tanah dan dari hasil pengujian laboratorium.

Sedangkan waktu penurunan tanah dengan penggunaan PVD dapat dihitung dengan menggunakan persamaan :

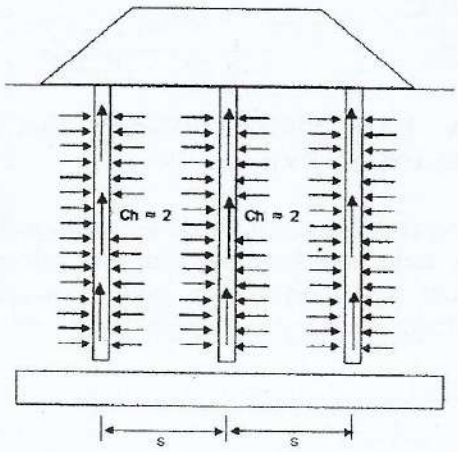
$$t = \frac{Th \times d^2}{Ch} = \frac{Th \times (0{,}5\,H)^2}{Ch} \quad \text{.....} \quad 3)$$

Dimana t adalah waktu (detik), Th adalah faktor waktu (untuk konsolidasi arah horizontal), tanpa dimensi, d = 0,5 H adalah panjang lintasan drainase air pori dalam tanah, dan Ch adalah koefisien konsolidasi (cm^2/dtk), tergantung kondisi tanah dan dari hasil pengujian laboratorium

Gambar 7 memperlihatkan percepatan penurunan tanah tanpa atau dengan penggunaan PVD.



a). Tanpa Penggunaan PVD



b). Dengan Penggunaan PVD

Gambar 7. Percepatan Penurunan Tanah

Penurunan terdiri dari penurunan segera *(immediate settlement)*, penurunan pertama konsolidasi *(primary consolidation settlement)*, dan penurunan kedua konsolidasi/rangkak *(secondary consolidation settlement/creep)*.

Penurunan total dapat dinyatakan dengan persaman sebagai berikut :

$$S = S_i + Sc + Ss \quad \text{.....} \quad 4)$$

Dimana S_i adalah penurunan segera *(immediate settlement)*, Sc adalah penurunan pertama konsolidasi *(primary consolidation settlement)*, dan Ss adalah penurunan kedua konsolidasi/rangkak *(secondary consolidation settlement/creep)*.

Harga S_i jauh lebih kecil daripada harga S_c dan waktu yang diperlukan juga lebih kecil daripada waktu S_c. Sedangkan S_s merupakan tahapan kedua sesudah selesainya penurunan pertama, waktu yang diperlukan S_s sangat lama dan harga penurunannya juga kecil.

Besarnya penurunan tergantung pada kecenderungan sifat tanah dapat dirembes dan ditekan

atau tergantung pada koefisien rembesan dan koefisien konsolidasi.

Penurunan yang terjadi, dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$S = C_c \frac{H}{1+e_o} \log \frac{P_o + \Delta P}{P_o} \quad \text{.....} \quad 5)$$

Dimana S adalah penurunan yang terjadi (cm), Cc adalah compression index, H adalah tebal lapisan (cm), ΔP adalah tambahan tekanan (t/m^2), Po adalah tekanan overburden efektif (t/m^2), dan e_o adalah angka pori.

4.2. Analisis dan Perhitungan Penurunan

Dari hasil pekerjaan lapangan (gambar 4) serta hasil pengujian laboratorium (tabel 1) dapat diketahui susunan tanah bawah. Daerah penyelidikan aslinya berupa daerah rawa-rawa yang direklamasi (tahap-1) setebal ± 2.5-4.5 m dengan material yang tidak dipadatkan berupa pasir, SP dan pasir lanauan, SM dengan N value 6-11. Reklamasi tahap-2 dilakukan setebal ± 1 m berupa red clay dengan pemadatan. Dengan demikian maka tinggi tanah timbunan pada level 5.5 meer. Pada waktu penyelidikan tanah dilakukan, level tanah sedang mengalami penurunan sampai pada elevasi rata-rata 5.19 m.

Sebagaimana dijelaskan bahwa daerah penyelidikan pada mulanya berupa daerah rawa yang kemudian di reklamasi dan dipasang vertikal drain. Pengurukan tahap-1 dilaksanakan pada bulan Oktober 2001 sampai level +4.5 m. Kemudian dilakukan pemasangan PVD pada Februari-April 2002. PVD dipasang pada jarak 2 m (daerah Tribun) dan 1.5 m (daerah Stadion) sampai kedalaman 16.5 m an iameter 10 cm dengan pola bujur sangkar.

Pengurukan tahap 2 (preloading) dilaksanakan pada bulan Mei 2002 (± 6 bulan kemudian) setebal 1 m berupa lempung merah sampai dengan elevasi ± 5.5 m. Disekitar lokasi Tribun Utara (BH.3) terdapat settlement plate yang mulai diukur pada tanggal 1 Juni 2002 telah mengalami penurunan 40 cm.

Tanah asli dibawah permukaan daerah penyelidikan di dominasi oleh lapisan lempung lanauan, CH lunak dengan N value 0-3, pasir setebal 4-6 m. Lapisan ini dijumpai kembali pada kedalaman 19-20 m (lapis-4). Menurut hasil titik bor tebal lapisan tanah yang compresible adalah rata-rata 11 m.

Berdasarkan hasil uji laboratorium (tabel 1) dan aplikasi persamaan (3) dan persamaan (5) maka akan diperoleh waktu penurunan selama ± 8 minggu dengan besarnya penurunan total sebesar ± 1.40 meter. Setelah tercapainya kondisi dimaksud, pekerjaan pemasangan pondasi baru dimulai yaitu minggu ketiga bulan Mei 2002. Metoda Terzaghy diatas telah dikomparasikan dengan metoda HANSBO yang menghasilkan penurunan sebesar ± 1.35 meter.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan dari analisis yang dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa untuk mempercepat terjadinya proses penurunan/pemampatan konsolidasi dan untuk mengurangi bahaya kerusakan bangunan akibat differensial settlement suatu konstruksi bangunan dapat menggunakan perbaikan tanah dengan metoda Prefabricated Vertical Drain (PVD).

Keberhasilan suatu metoda PVD dipengaruhi oleh beberapa hal, yaitu sebagai berikut : kondisi tanah, pemilihan parameter-parameter tanah, perencanaan PVD (kedalaman, jarak, pola, lapisan pembawa air atau sand blanket, timbunan tambahan), peralatan pemasangan, dan teknik pemasangannya.

Untuk mendapatkan hasil konstruksi yang baik dan tepat waktu maka perlu dilakukan beberapa hal, yaitu sebagai berikut disiplin kerja pelaksana dengan berdasarkan Time Schedule, kelancaran penyelidikan bahan yang digunakan, kualitas yang baik dari bahan yang digunakan dan Sumber daya manusia yang terampil.

VI. DAFTAR PUSTAKA

Hausmann. M. 1990. Engineering Principles of Ground Modification. *McGraw-Hill, New York*, 632p.

Indraratna, B. dan Bamunawita, C. 2002. Sost Clay Stabilisation by Mandrell Driven Geosynthetic Vertical Drains. Australian Geomechanics, 37(5): 57-86.

PT. Geoworks Indonesia. 2002. Metoda Pelaksanaan Pemasangan Prefabricated Vertical Drain Proyek Pembangunan Stadion Utama Jakabaring Palembang, Sumatera Selatan.

Roy Pangunraun Mekeng. Embankment Test untuk Evaluasi Efektifitas Vertical Drain di Laguna Indah Surabaya. Skripsi. Universitas Kristen Petra.

Sunggono, kh. 1984. Mekanika Tanah. Penerbit NOVA, Bandung.

Wesley. L.D. 1977. Mekanika Tanah. Trans. A.M. Luthfi. Jakarta. Badan Penerbit Pekerjaan Umum.