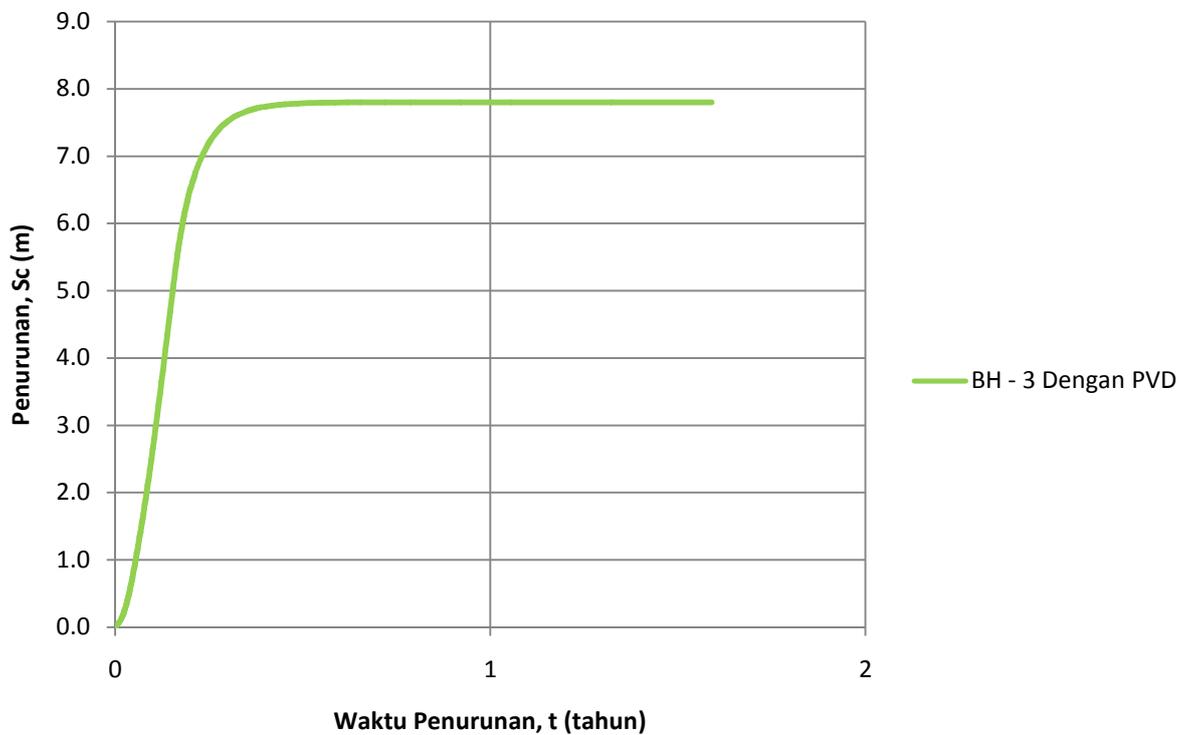
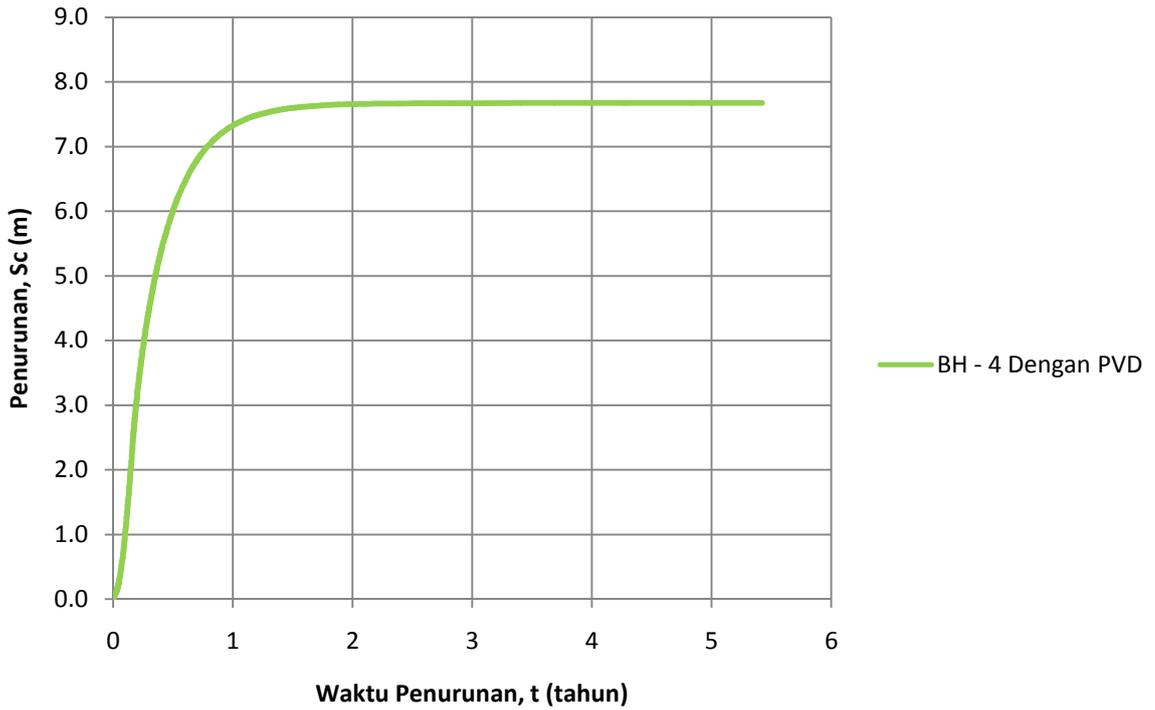


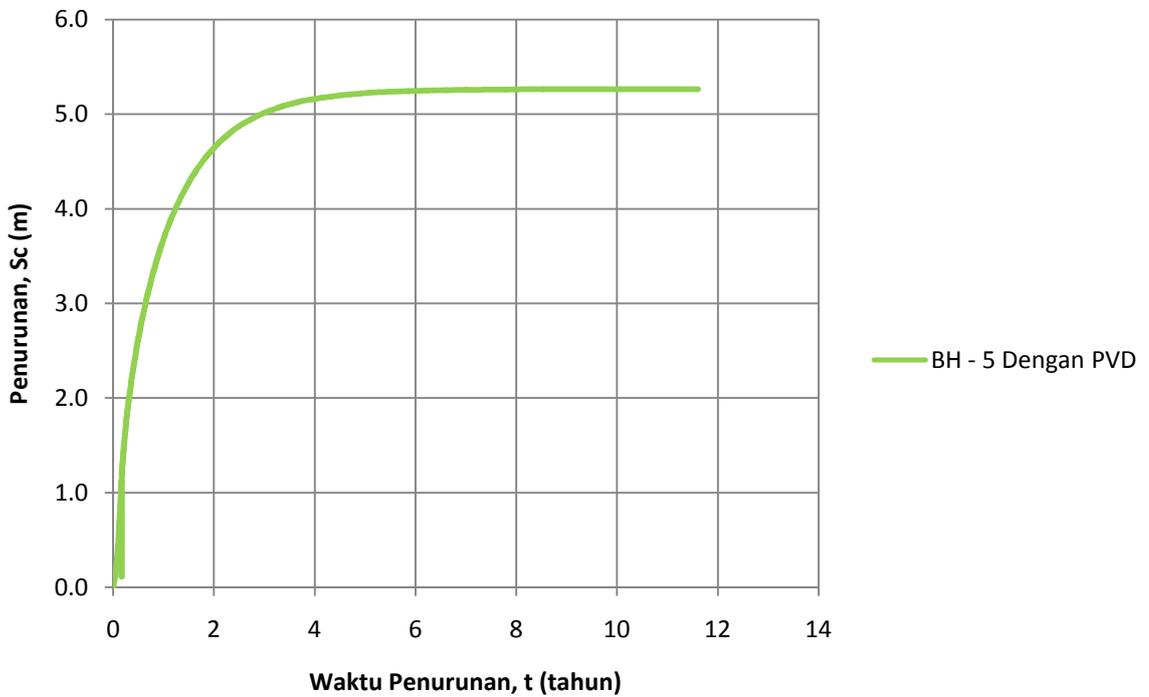
Gambar 4.56 Kurva korelasi Sc dengan t dengan PVD pada *bore hole* 2 dengan bantuan program Plaxis 8.2 2D
 Sumber : Hasil Perhitungan, 2014



Gambar 4.57 Kurva korelasi Sc dengan t dengan PVD pada *bore hole* 3 dengan bantuan program Plaxis 8.2 2D
 Sumber : Hasil Perhitungan, 2014

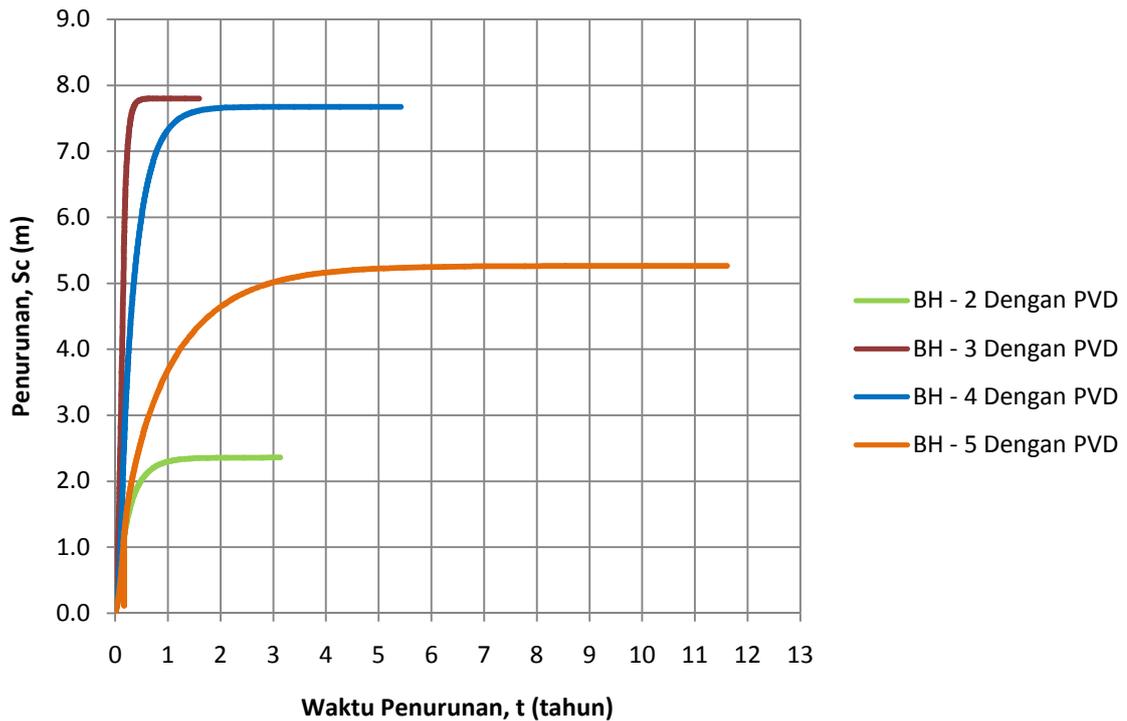


Gambar 4.58 Kurva korelasi Sc dengan t dengan PVD pada *bore hole* 4 dengan bantuan program Plaxis 8.2 2D
 Sumber : Hasil Perhitungan, 2014



Gambar 4.59 Kurva korelasi Sc dengan t dengan PVD pada *bore hole* 5 dengan bantuan program Plaxis 8.2 2D
 Sumber : Hasil Perhitungan, 2014



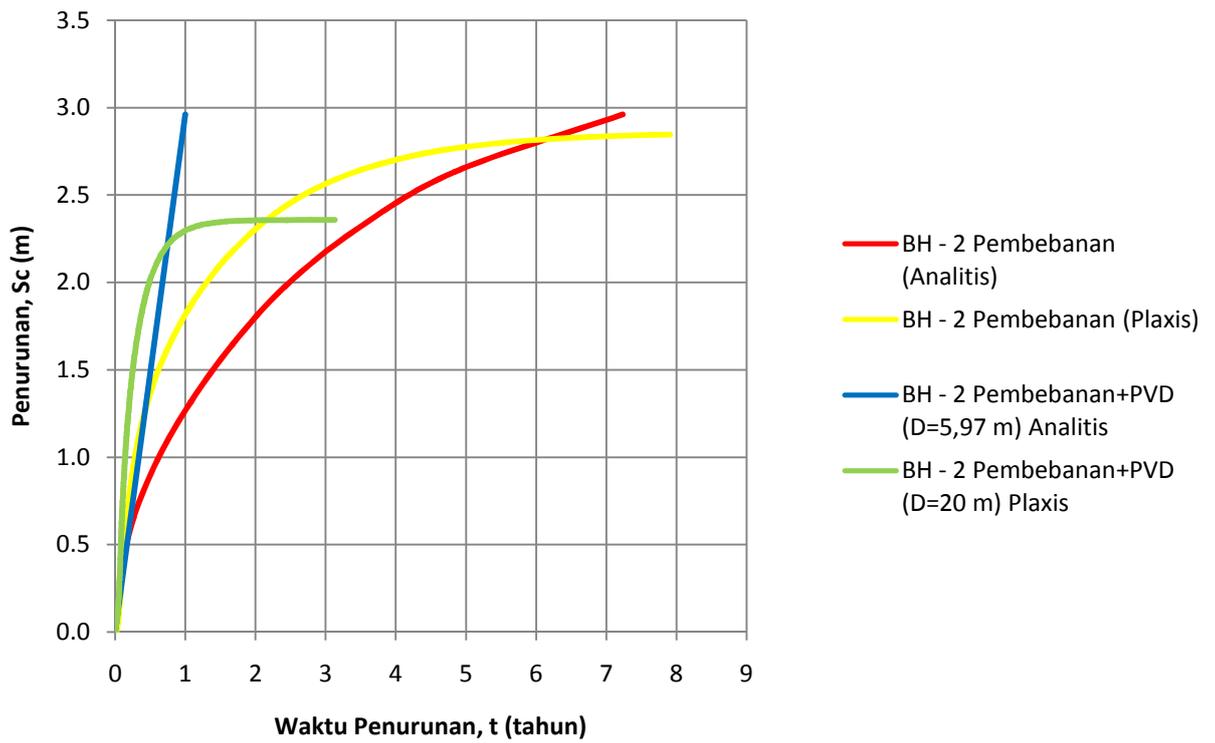


Gambar 4.60 Kurva korelasi S_c dengan t dengan PVD pada program Plaxis 8.2 2D
Sumber : Hasil Perhitungan, 2014

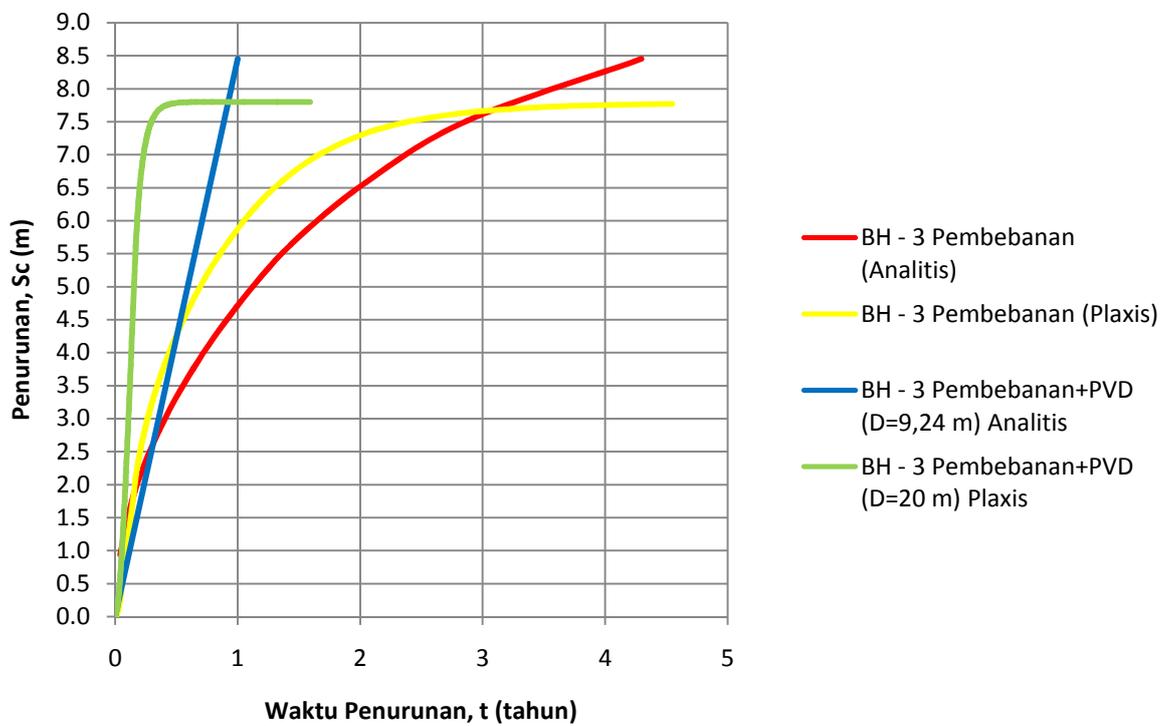
4.4.4 Analisa Hasil Perhitungan Penurunan Akibat Pembebanan Awal (*Preloading*) dan Drainase Vertikal (*Prefabricated Vertical Drain*)

Pada sub bab ini akan membandingkan secara keseluruhan semua hasil perhitungan yang telah dilakukan sebelumnya, dan harapannya dari hasil tersebut dapat di berikan analisa mengenai kedua metode perhitungan penurunan konsolidasi dan lama waktu konsolidasi dengan pembebanan maupun pembebanan yang digabungkan dengan pemakaian PVD, baik secara analitis maupun plaxis 8.2 2D.

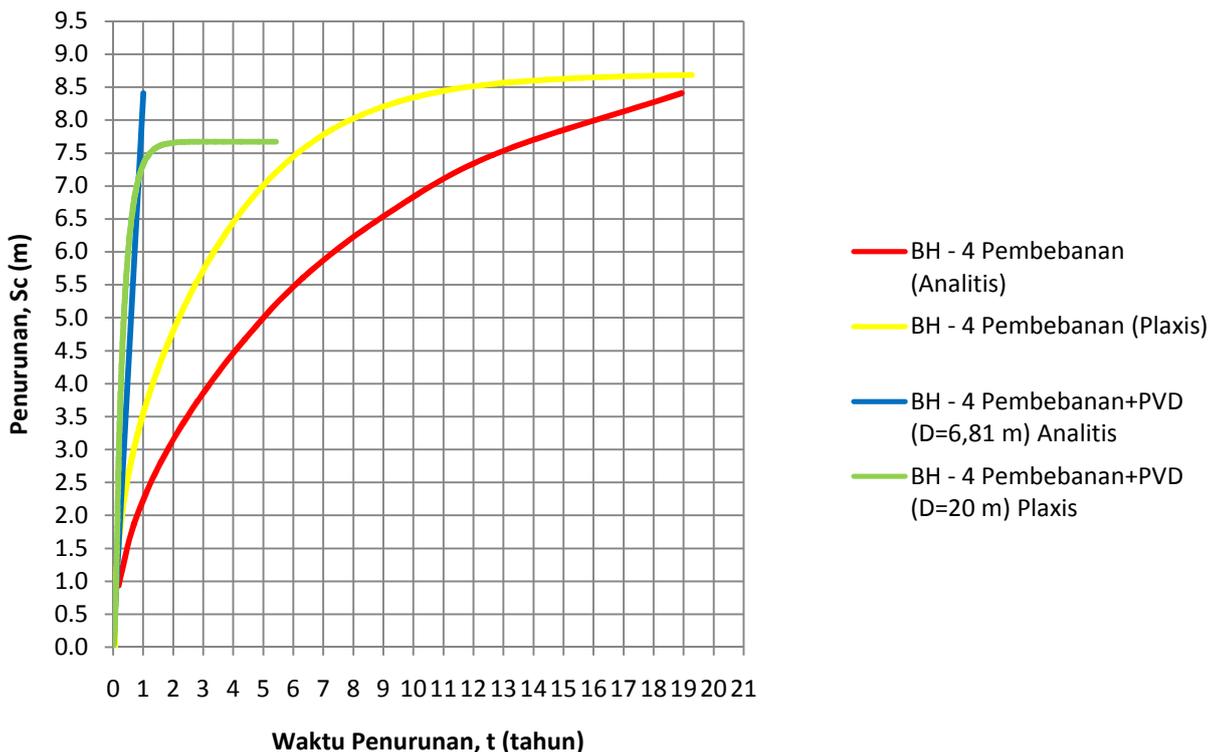
Untuk mendukung analisa diatas, maka diperlukan penggabungan hasil dari semua perhitungan untuk masing-masing *bore hole*. Penggabungan tersebut dapat dilihat pada grafik yang akan disajikan sebagai berikut.



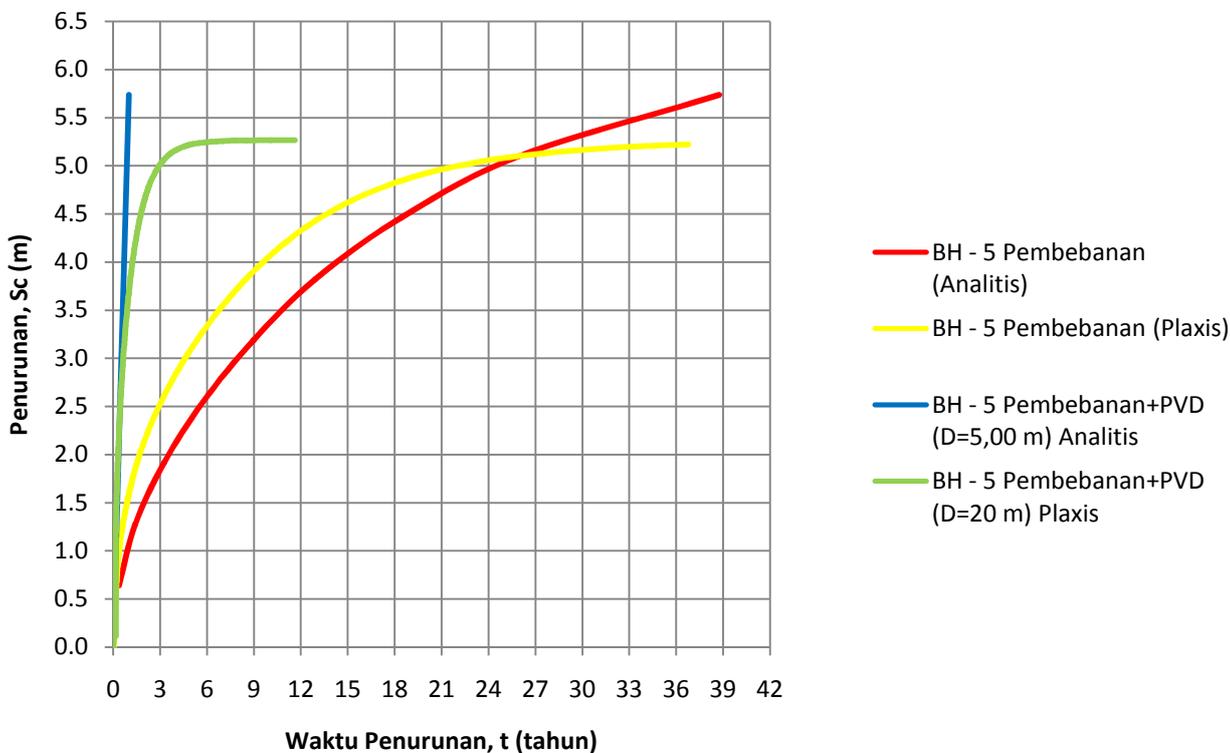
Gambar 4.61 Kurva korelasi Sc dengan t pada *bore hole* 2
 Sumber : Hasil Perhitungan, 2014



Gambar 4.62 Kurva korelasi Sc dengan t pada *bore hole* 3
 Sumber : Hasil Perhitungan, 2014



Gambar 4.63 Kurva korelasi Sc dengan t pada bore hole 4
 Sumber : Hasil Perhitungan, 2014



Gambar 4.64 Kurva korelasi Sc dengan t pada bore hole 5
 Sumber : Hasil Perhitungan, 2014

Dari kurva diatas, dapat dilihat sebuah hubungan penurunan dengan waktu penurunannya. Pada setiap *bore hole* memiliki pola masing-masing yang tidak sama, hal itu dapat dijadikan suatu pembanding antara ke empat alternatif dengan mempertimbangkan besar penurunan dan lama waktu penurunan. Sebagai pembanding pada *bore hole 2*, besar penurunan akibat pembebanan adalah 2,96 m dengan cara analitis. Sedangkan dengan cara plaxis, penurunan akibat pembebanan sebesar 2,84 m. Dari perbandingan tersebut, nilai penurunan dengan cara analisis cenderung lebih besar jika dibandingkan dengan cara plaxis meskipun perbedaannya hanya 2,167 %. Sehingga, hal itu dapat dijadikan acuan dalam menentukan perhitungan penurunan konsolidasi selanjutnya.

Sedangkan untuk lama waktu penurunan akibat pembebanan, kedua metode ini juga tidak mempunyai perbedaan yang jauh. Untuk *bore hole 2* analitis lama waktu penurunan sebesar 7,2 tahun, sedangkan pada program plaxis sebesar 7,9 tahun terpaut selisih 8,46 %. Program plaxis cenderung mempunyai pola nilai besar untuk lama waktu penurunan.

Kedua cara perhitungan diatas memiliki kesamaan bahwa tidak cukup berhenti pada pembebanan, namun harus ada alternatif tambahan untuk mereduksi lamanya waktu penurunan. Pengkombinasian pembebanan dengan pemasangan PVD adalah solusi yang digunakan dalam permasalahan ini. Dan hasilnya bisa dilihat pada kurva diatas, lamanya waktu penurunan bisa berkurang hingga mencapai 1 tahun.

Pada kurva diatas, parameter jarak pemasangan tidaklah sama antara analitis dengan plaxis. Hal ini dikarenakan terlalu kecil jarak tersebut yang menyebabkan tidak dapatnya program membuat jaring elemen pada geometri. Namun, dapat diambil kesimpulan bahwa semakin rapatnya jarak pemasangan PVD maka semakin besar pula reduksi terhadap lama waktu penurunan.

4.5 Perhitungan Volume Pekerjaan dan Biaya Bahan

4.5.1 Perhitungan Volume Pekerjaan

a. Pembebanan Awal (*Preloading*)

Untuk kebutuhan material urugan total dapat dihitung berdasarkan luas area rencana perbaikan tanah. Contoh perhitungannya sebagai berikut untuk *bore hole 2* :

$$\text{Luas area perbaikan tanah (A)} = 40 \text{ ha} \approx 400.000 \text{ m}^2$$

$$\text{Tinggi timbunan pembebanan (H}_{ef}\text{)} = 8,3 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Total volume timbunan (V)} &= A \cdot H_{ef} \\ &= 400.000 \cdot 68,3 = 3,316 \cdot 10^6 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Jadi, untuk melaksanakan timbunan pembebanan dengan titik tinjau *bore hole* 2 dibutuhkan sedikitnya $3,316 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ tanah urugan.

Untuk perhitungan selengkapnya pada tabel 4.16 seperti berikut :

Tabel 4.16 Volume Tanah Urugan Untuk Pembebanan Awal (*Preloading*)

No.	<i>Bore Hole</i>	A m ²	H _{ef} m	V m ³
1	BH - 2	400000	8,3	3.316.427
2	BH - 3	400000	14,4	5.757.000
3	BH - 4	400000	14,4	5.742.081
4	BH - 5	400000	11,4	4.551.464

Sumber : Hasil Perhitungan, 2014

b. Drainase Vertikal dengan PVD

Untuk satu titik pemancangan sedalam 30 – 60 m diperlukan bahan PVD sepanjang 30 – 60 m itu sendiri, ditambah 30 cm untuk pengangkuran ujung bawah material dengan sepatu pelat (*anchor plate*), dan 30 cm untuk melebihkan ujung atas PVD yang dipergunakan sebagai pengaliran air kedalam lapisan pasir (*sand blanket*).

Sehingga pada satu titik pemancangan (*bore hole* 2), bahan yang dibutuhkan sebesar :

$$\begin{aligned} L &= (30 + 0,3 + 0,3) \\ &= 30,6 \text{ m} \end{aligned}$$

Untuk kebutuhan material total dapat dihitung berdasarkan luas area pemasangan PVD. Contoh perhitungannya sebagai berikut untuk titik tinjau *bore hole* 2 :

$$\begin{aligned} \text{Luas area pemasangan (A)} &= 400.000 \text{ m}^2 \\ \text{Jarak Pemasangan (S)} &= 2,6 \text{ m (pola segitiga sama sisi)} \\ \text{Jumlah titik pemancangan} &= A / A_s \\ &= 400.000 / (1/4 \cdot \pi \cdot 2,6^2) \\ &= 75.377,83 \text{ titik} \approx 75.378 \text{ titik} \\ \text{Kebutuhan bahan} &= 75.378 \cdot 30,6 \\ &= 2.306.562 \text{ m} \end{aligned}$$

Jadi, untuk melaksanakan pemasangan PVD dengan titik tinjau BH-2 dibutuhkan sedikitnya $2,306 \cdot 10^6$ m bahan PVD. Untuk perhitungan selengkapnya pada tabel 4.17 sebagai berikut.

Tabel 4.17 Jumlah Titik Pemasangan dan Kebutuhan Bahan PVD

Pemasangan	S		Jumlah Titik Pemasangan		Kebutuhan Bahan (m)	
	Pola Segitiga (m)	Pola Bujur Sangkar (m)	Pola Segitiga	Pola Bujur Sangkar	Pola Segitiga	Pola Bujur Sangkar
BH - 2	2,6	2,4	75.969	69.070	2.324.665	2.113.529
	3,5	3,3	41.552	37.778	1.271.486	1.156.005
	4,2	3,9	29.107	26.463	890.660	809.766
	4,8	4,4	22.581	20.531	690.992	628.233
	5,7	5,3	15.764	14.332	482.370	438.560
BH - 3	4,0	3,7	32.384	29.443	1.962.471	1.784.231
	5,4	5,0	17.556	15.962	1.063.916	967.287
	6,5	6,0	12.240	11.128	741.751	674.382
	7,3	6,8	9.466	8.607	573.665	521.562
	8,8	8,2	6.581	5.983	398.809	362.588
BH - 4	2,9	2,7	58.692	53.361	3.521.527	3.201.688
	4,0	3,7	32.012	29.105	1.920.729	1.746.281
	4,8	4,4	22.390	20.356	1.343.381	1.221.370
	5,4	5,0	17.353	15.777	1.041.162	946.599
	6,5	6,0	12.097	10.999	725.841	659.917
BH - 5	2,2	2,0	107.343	97.594	5.367.144	4.879.678
	2,9	2,7	58.969	53.613	2.948.456	2.680.665
	3,5	3,3	41.399	37.639	2.069.928	1.881.929
	4,0	3,7	32.165	29.244	1.608.245	1.462.177
	4,8	4,4	22.497	20.454	1.124.857	1.022.693

Sumber : Hasil Perhitungan, 2014

4.5.2 Perhitungan Biaya Bahan

Analisa biaya yang dilakukan hanya berdasarkan harga pokok bahan tanpa memperhitungkan faktor pelaksanaan dan pengangkutan bahan sampai ke lokasi, berikut adalah contoh perhitungannya.

a. Biaya Timbunan (*Preloading*)

Harga bahan = Rp. 70.000/m³ (KPTS Kutai Kartanegara 2006)

Total timbunan BH-2 = 3.316.427 m³

Total biaya bahan BH-2 = Rp. 70.000 x 3.316.427

= Rp. 232.149.908.917,57

Perhitungan lengkapnya dapat dilihat pada tabel 4.18 berikut.

Tabel 4.18 Total Biaya Bahan Untuk Pelaksanaan Timbunan

No.	Bore Hole	V m ³	Biaya Satuan	Biaya Bahan
1	BH - 2	3.316.427	Rp 70.000,00	Rp 232.149.908.917,57
2	BH - 3	5.757.000	Rp 70.000,00	Rp 402.989.988.358,82
3	BH - 4	5.742.081	Rp 70.000,00	Rp 401.945.657.989,46
4	BH - 5	4.551.464	Rp 70.000,00	Rp 318.602.449.259,98

Sumber : Hasil Perhitungan, 2014

b. Biaya Drainase Vertikal (PVD)

Harga bahan	= Rp. 3.680,00 (RAB)
Harga Satuan BH-2	= 30,6 m x Rp. 3.680,00
	= Rp. 111.504,00
Jumlah Titik	= 75.969
Total Biaya Bahan	= Rp. 111.504,00 x 75.969
	= Rp. 8.470.896.745,67

Perhitungan lengkapnya dapat dilihat pada tabel 4.19 berikut.

Tabel 4.19 Total Biaya Bahan Untuk Pelaksanaan Drainase vertikal (PVD)

Pemasangan	S		Jumlah		Biaya Satuan	Biaya Bahan	
	Pola Segitiga (m)	Pola Bujur Sangkar (m)	Titik Pemasangan			Pola Segitiga	Pola Bujur Sangkar
			Pola Segitiga	Pola Bujur Sangkar			
BH - 2	2,6	2,4	75.969	69.070	Rp 111.504,00	Rp 8.470.896.745,67	Rp 7.701.535.712,31
	3,5	3,3	41.552	37.778	Rp 111.504,00	Rp 4.633.195.959,90	Rp 4.212.390.401,94
	4,2	3,9	29.107	26.463	Rp 111.504,00	Rp 3.245.493.488,14	Rp 2.950.724.669,82
	4,8	4,4	22.581	20.531	Rp 111.504,00	Rp 2.517.920.806,59	Rp 2.289.233.075,90
	5,7	5,3	15.764	14.332	Rp 111.504,00	Rp 1.757.719.631,07	Rp 1.598.076.439,52
BH - 3	4,0	3,7	32.384	29.443	Rp 111.504,00	Rp 3.610.945.926,70	Rp 3.282.985.242,84
	5,4	5,0	17.556	15.962	Rp 111.504,00	Rp 1.957.605.370,68	Rp 1.779.807.749,47
	6,5	6,0	12.240	11.128	Rp 111.504,00	Rp 1.364.822.010,09	Rp 1.240.863.366,33
	7,3	6,8	9.466	8.607	Rp 111.504,00	Rp 1.055.542.961,27	Rp 959.674.289,06
	8,8	8,2	6.581	5.983	Rp 111.504,00	Rp 733.808.710,39	Rp 667.161.241,45
BH - 4	2,9	2,7	58.692	53.361	Rp 111.504,00	Rp 6.544.405.687,87	Rp 5.950.016.348,23
	4,0	3,7	32.012	29.105	Rp 111.504,00	Rp 3.569.482.628,76	Rp 3.245.287.808,98
	4,8	4,4	22.390	20.356	Rp 111.504,00	Rp 2.496.539.966,51	Rp 2.269.794.130,02
	5,4	5,0	17.353	15.777	Rp 111.504,00	Rp 1.934.895.430,74	Rp 1.759.160.417,94
	6,5	6,0	12.097	10.999	Rp 111.504,00	Rp 1.348.903.275,58	Rp 1.226.390.435,54
BH - 5	2,2	2,0	107.343	97.594	Rp 111.504,00	Rp 11.969.160.681,90	Rp 10.882.073.197,87
	2,9	2,7	58.969	53.613	Rp 111.504,00	Rp 6.575.292.667,27	Rp 5.978.098.047,50
	3,5	3,3	41.399	37.639	Rp 111.504,00	Rp 4.616.104.464,55	Rp 4.196.851.225,19
	4,0	3,7	32.165	29.244	Rp 111.504,00	Rp 3.586.514.231,83	Rp 3.260.772.533,11
	4,8	4,4	22.497	20.454	Rp 111.504,00	Rp 2.508.520.026,86	Rp 2.280.686.112,93

Sumber : Hasil Perhitungan, 2014

Dari perhitungan biaya diatas, didapatkan biaya bahan untuk pemasangan PVD pola bujur sangkar lebih murah jika dibandingkan pola segitiga. Hal ini dikarenakan pola bujur sangkar memiliki jumlah titik pemasangan lebih sedikit dibanding pola segitiga. Namun, kenyataan dilapangan pemasangan PVD lebih didominasi dengan pola segitiga, dikarenakan pola tersebut lebih mudah dalam hal pelaksanaan meskipun titik pemasangannya lebih banyak.