

## BAB IV

### ANALISIS DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Analisis *Plaxis 8.6*

Dari data hasil pengujian sampel tanah di lapangan dan laboratorium, maka nilai yang didapatkan akan digunakan sebagai data pokok pada saat melakukan input data pada program *plaxis 8.6*.

#### 4.2 *Plaxis 8.6 Calculation*

Tahap-tahap perhitungan (*calculation*) dibagi menjadi beberapa tahap / *phase* yaitu:

1. ***Intial Phase***

Default dari program, dimulai sebelum dilakukan pengerukan.

2. ***Gravity loading***

Tahap awal sesuai design awal dari model perencanaan perkuatan lereng karena beban yang bekerja.

3. ***Cut-SoilReinforce***

Tahap kedua merupakan terdiri dari beberapa tahap, diantaranya :

- Pengaktifan pembebanan sebesar 25 Kpa
- Pengaktifan perkuatan lereng

4. ***SF (Safety Factor)***

Tahap ketiga dari proses analisa perkuatan stabilitas lereng yaitu tahap akhir untuk mencari angka keamanan lereng.

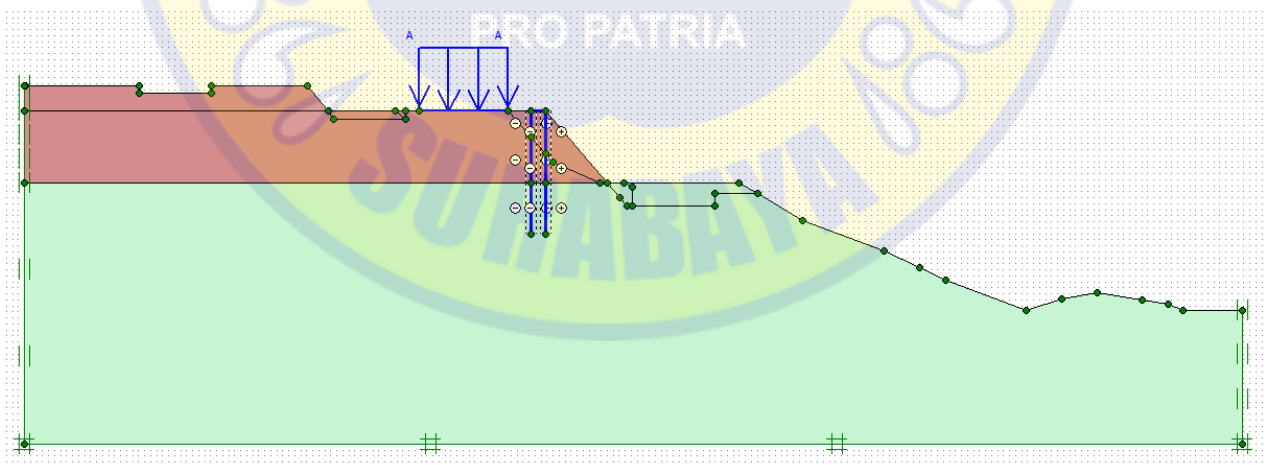
Pada proses analisis perkuatan lereng ini, analis memodelkan 3 model perkuatan, diantaranya:

- 4.2.1 Pemodelan perkuatan lereng menggunakan *bored pile*
- 4.2.2 Pemodelan perkuatan lereng menggunakan *soil nailing*
- 4.2.3 Pemodelan perkuatan lereng menggunakan *soil nailing* dan *bored pile*

Dari ketiga pemodelan diatas beban analisa yang dimasukkan sama yaitu sebesar  $25 \text{ kN/m}^2$ , beban yang dimasukkan ini merupakan beban lalu lintas dan beban di luar jalan (beban rumah-rumah sekitar lereng). Tentunya dari ketiga analisis pemodelan perkuatan lereng mempunyai nilai angka keamanan (*safety factor*) yang berbeda-beda.

#### 4.2.1 Pemodelan perkuatan lereng menggunakan *bored pile*

Pada (gambar 4.1) adalah tampilan awal pemodelan perkuatan lereng menggunakan *bored pile*.



**Gambar 4.1** Tahap awal perkuatan lereng menggunakan *bored pile*

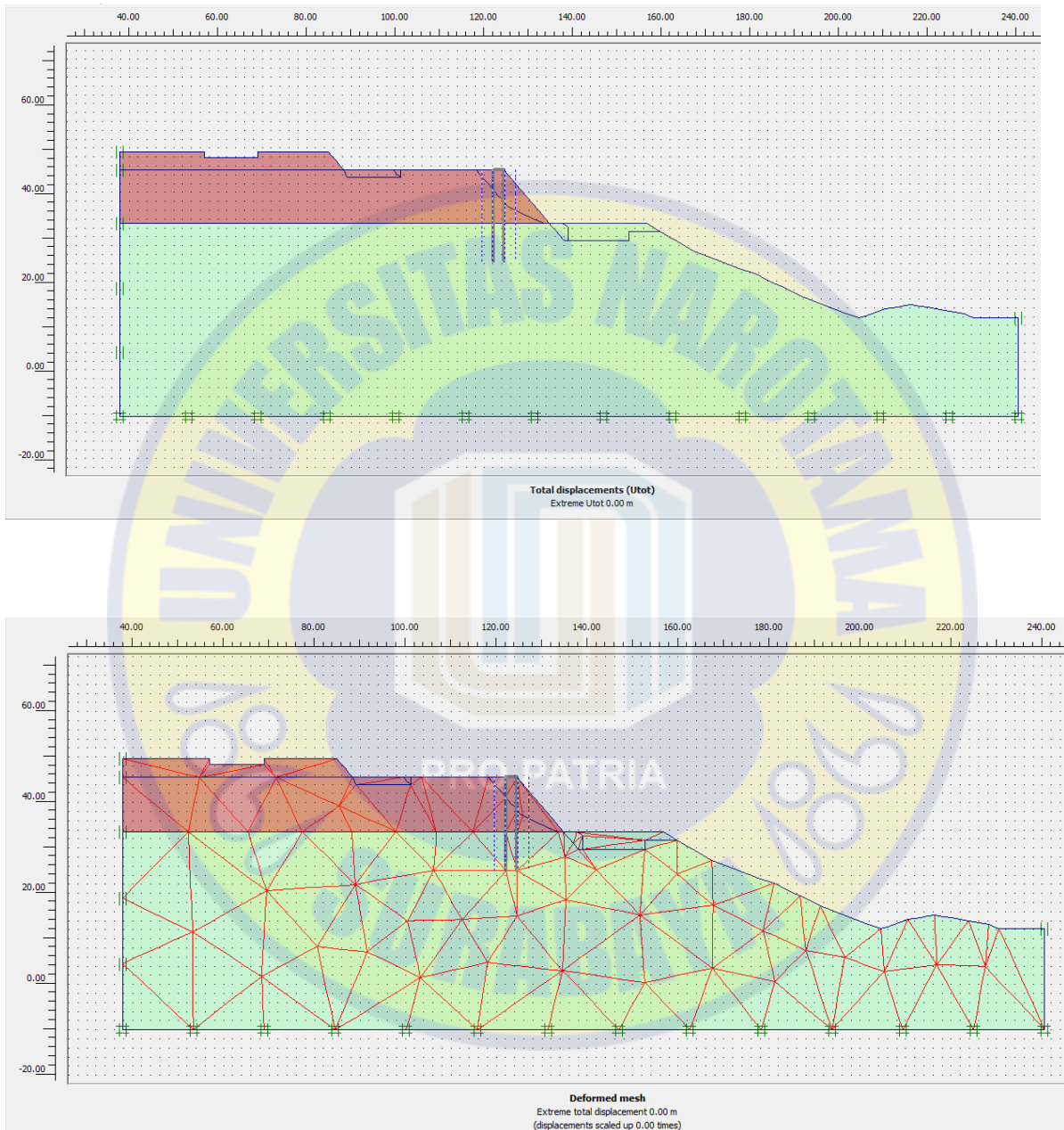
Dan dibawah ini adalah (tabel 4.1) yang merupakan nilai titik koordinat pemodelan menggunakan *bored pile* pada program *plaxis*.

**Tabel 4.1** Nilai Koordinat Pada *Plaxis 8.6*

Point	X	Y	Point	X	Y
	[m]	[m]		[m]	[m]
0	160	31.7	24	152.9	31.7
1	167.6	27.2	25	187	19.4
2	181.2	22.2	26	88.644	45.5
3	191.4	17.2	27	156.9236	33.5
4	204.8	12.2	28	38	49.68333
5	210.7	14.2	29	38	-10
6	216.6	15.2	30	38	45.5
7	224	14	31	38	33.5
8	228.4	13.2	32	126	37
9	230.8	12.2	33	118.4444	45.5
10	240.8	12.2	34	133.875	33.5
11	240.8	-10	35	138.25	26
12	38.1	49.6	36	135.028	33.5
13	57.2	49.6	37	103.8	45.5
14	57.2	48.4	38	141.75	32.7
15	69.2	48.4	39	141.75	22.7
16	69.2	49.6	40	141.75	29.7
17	85.2	49.6	41	139.25	32.7
18	89.4	44	42	139.25	22.7
19	101.4	44	43	139.25	29.7
20	101.4	45.5	44	137.8199	33.5
21	124.8	45.5	45	137.1278	31.02355
22	138.25	29.7	46	99.74189	45.5
23	152.9	29.7			

## 1. Tahap *Initial Phase*

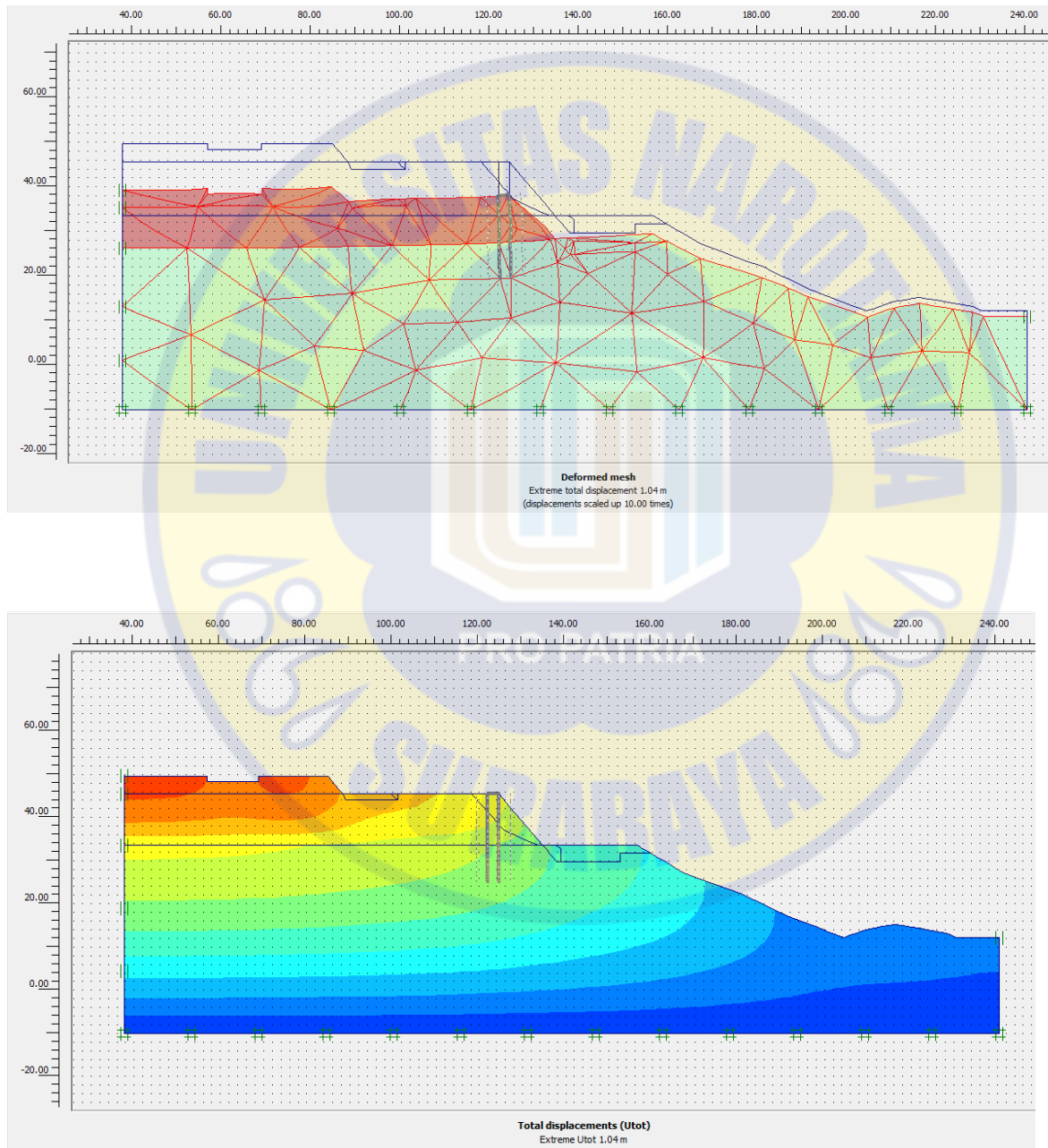
Pada (gambar 4.2) merupakan tampilan output dari tahap *initial phase*.



**Gambar 4.2** Tampilan *Total Displacement* dan *Deformed Mesh*

## 2. Tahap *Gravity Loading*

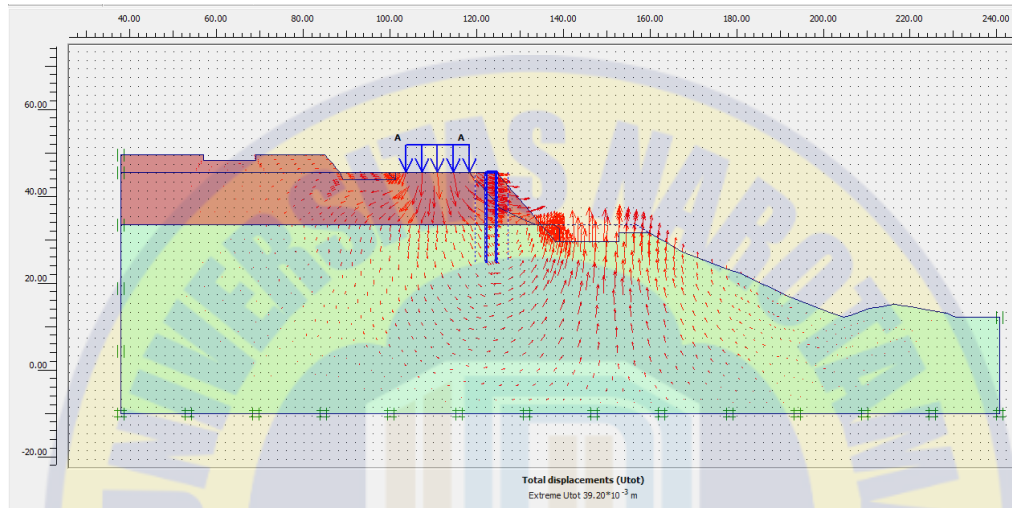
Tahap awal sesuai design awal dari model perencanaan perkuatan lereng menggunakan *bored pile*, Pada (gambar 4.3) merupakan tampilan output dari tahap *gravity loading* karena beban yang bekerja akibat dari beban pengerukan.



**Gambar 4.3** Tampilan *Total Displacemnt* dan *Deformed Mesh*

### 3. Tahap *Cut-SoilReinforce*

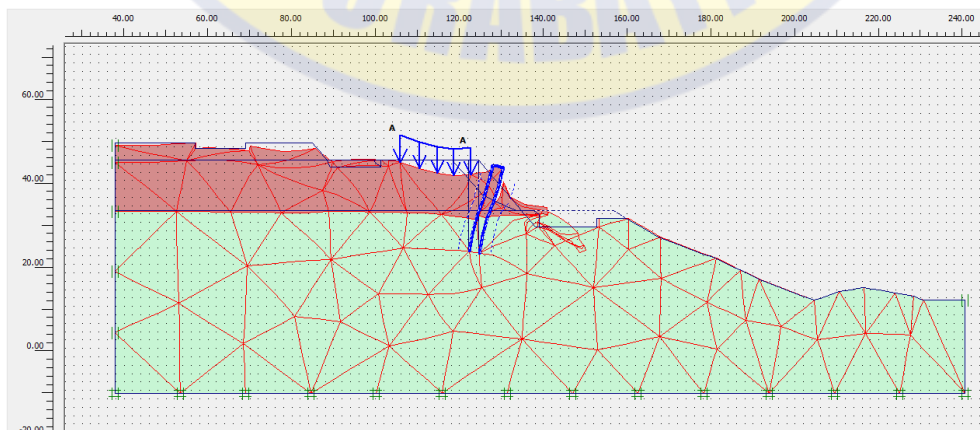
Tahap ini merupakan tahap aktivasi beban sebesar  $25 \text{ kN/m}^2$  dan pengaktifan perkuatan *bored pile*. Pada (gambar 4.4) merupakan tampilan output dari tahap *cut-soilreinforce*.



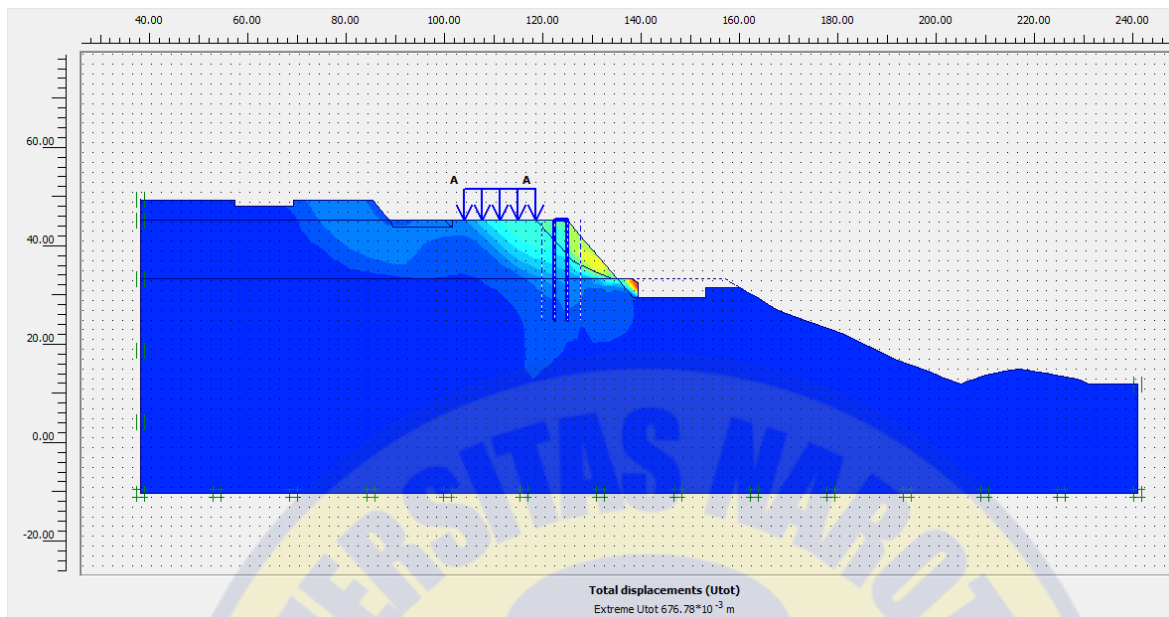
**Gambar 4.4** Tampilan *Total Displacement*

### 4. Tahap *Safety Factor*

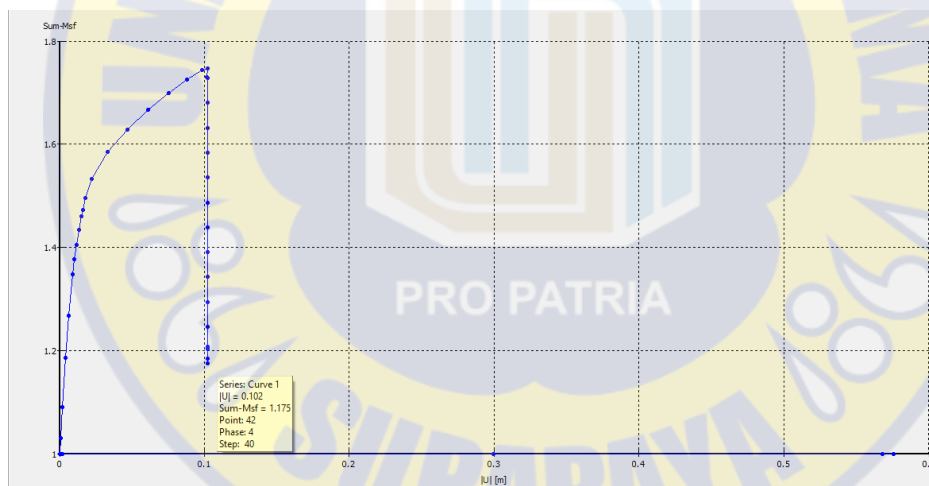
Pada tahap ini dilihat dari (gambar 4.5) merupakan hasil setelah dilakukan perkuatan lereng menggunakan *bored pile*. Dan pada (gambar 4.6) menunjukkan dalam posisi *shadings*.



**Gambar 4.5** Tampilan *Deformed Mesh*



**Gambar 4.6**  $SF = 1,1747 < 1,5$  (not OK)



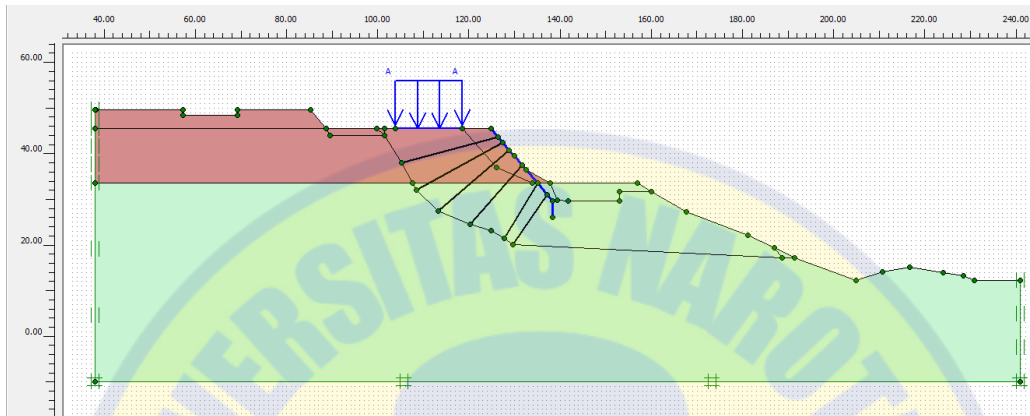
**Gambar 4.7** Tampilan diagram nilai *safety factor*

Pada (gambar 4.7) adalah hasil dan gambar diagram setelah dilakukan *calculation* pada perkuatan *bored pile*, dan nilai angka keamanan yang didapat pada perkuatan ini sebesar 1,1747. Dimana syarat batas minimal angka keamanan lereng menurut SNI Geoteknik 2017 sebesar 1,5. Maka pemodelan menggunakan *bored pile* ini kurang memenuhi syarat yang ditentukan oleh SNI Geoteknik 2017.



#### 4.2.2 Pemodelan perkuatan lereng menggunakan *soil nailing*

Pada (gambar 4.8) adalah gambar tampilan awal pemodelan perkuatan lereng menggunakan *soil nailing*.



**Gambar 4.8** Tahap awal perkuatan lereng menggunakan *soil nailing*

Dan dibawah ini adalah (tabel 4.2) yang merupakan nilai titik koordinat pemodelan perkuatan menggunakan *soil nailing* pada program *plaxis*.

**Tabel 4.2** Nilai Koordinat Pada *Plaxis* 8.6

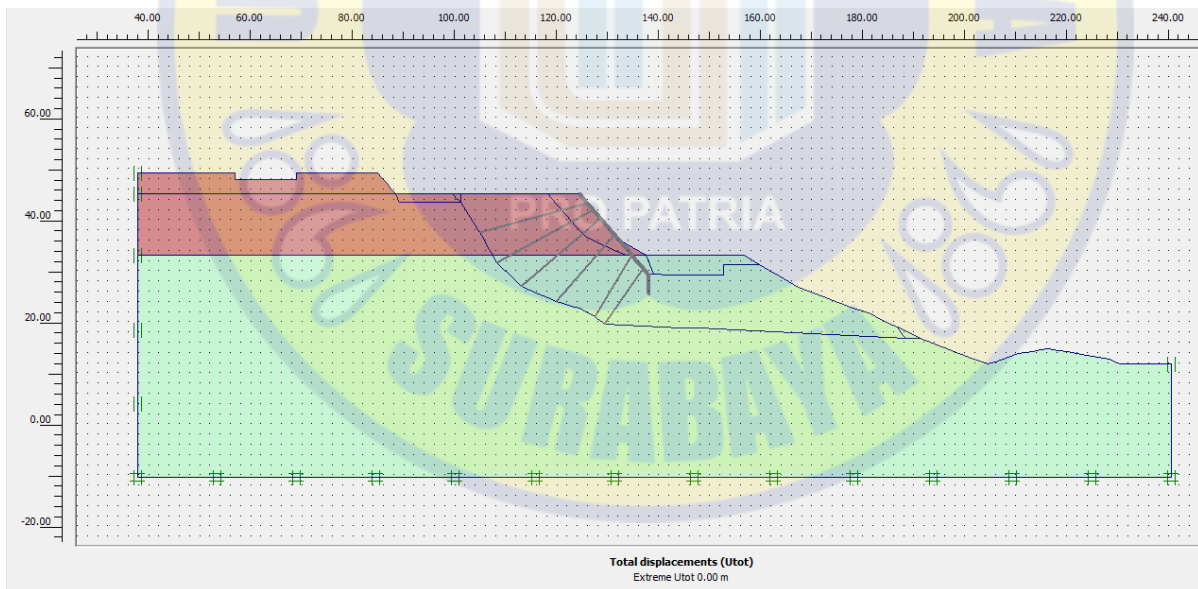
Point	X	Y	Point	X	Y
	[m]	[m]		[m]	[m]
0	160	31.7	29	38	49.68333
1	167.6	27.2	30	38	-10
2	181.2	22.2	31	38	45.5
3	191.4	17.2	32	38	33.5
4	204.8	12.2	33	126	37
5	210.7	14.2	34	118.4444	45.5
6	216.6	15.2	35	133.875	33.5
7	224	14	36	138.25	26
8	228.4	13.2	37	135.028	33.5
9	230.8	12.2	38	129.907	39.50696
10	240.8	12.2	39	103.8	45.5
11	240.8	-10	40	141.75	29.7
12	38.1	49.6	41	139.25	29.80168
13	57.2	49.6	42	132.4829	36.48542
14	57.2	48.4	43	137.8199	33.5

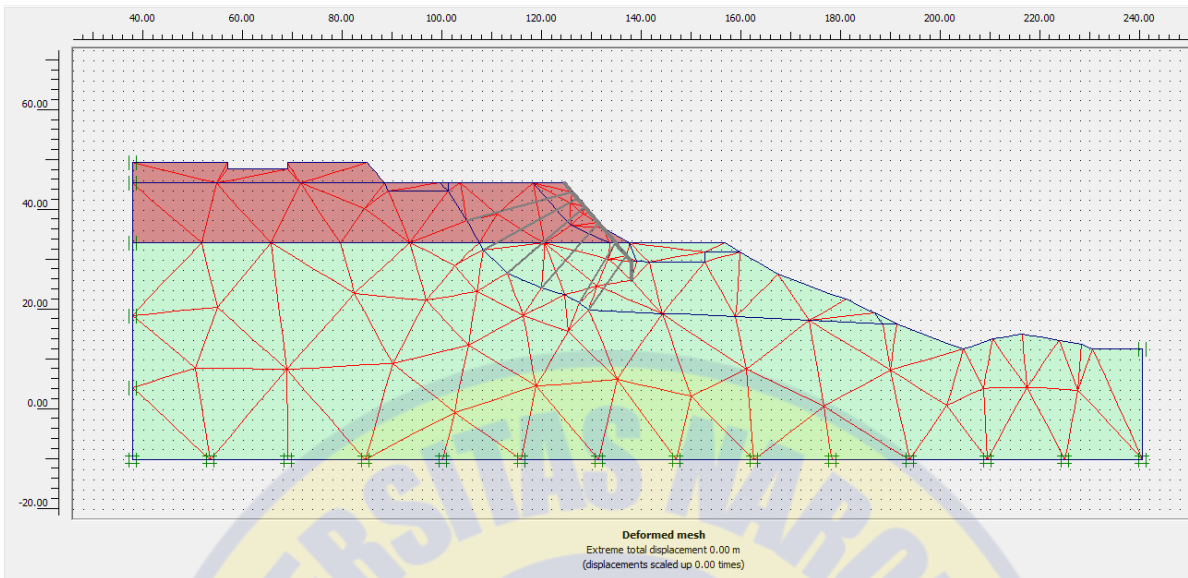


15	69.2	48.4	44	105.2	38
16	69.2	49.6	45	108.4	32.1
17	85.2	49.6	46	113.2	27.5
18	89.4	44	47	120.2	24.5
19	101.4	44	48	137.1278	31.02355
20	101.4	45.5	49	129.6	20.1
21	124.8	45.5	50	124.8	23.1
22	138.25	29.7	51	127.7	21.5
23	152.9	29.7	52	99.74189	45.5
24	152.9	31.7	53	107.6407	33.5
25	187	19.4	54	126.3196	43.71673
26	188.6	17.2	55	127.4169	42.42914
27	88.644	45.5	56	128.803	40.80253
28	156.9236	33.5	57	131.561	37.56678

1. Tahap *Initial Phase*

Pada (gambar 4.9) merupakan tampilan output dari tahap *initial phase*.

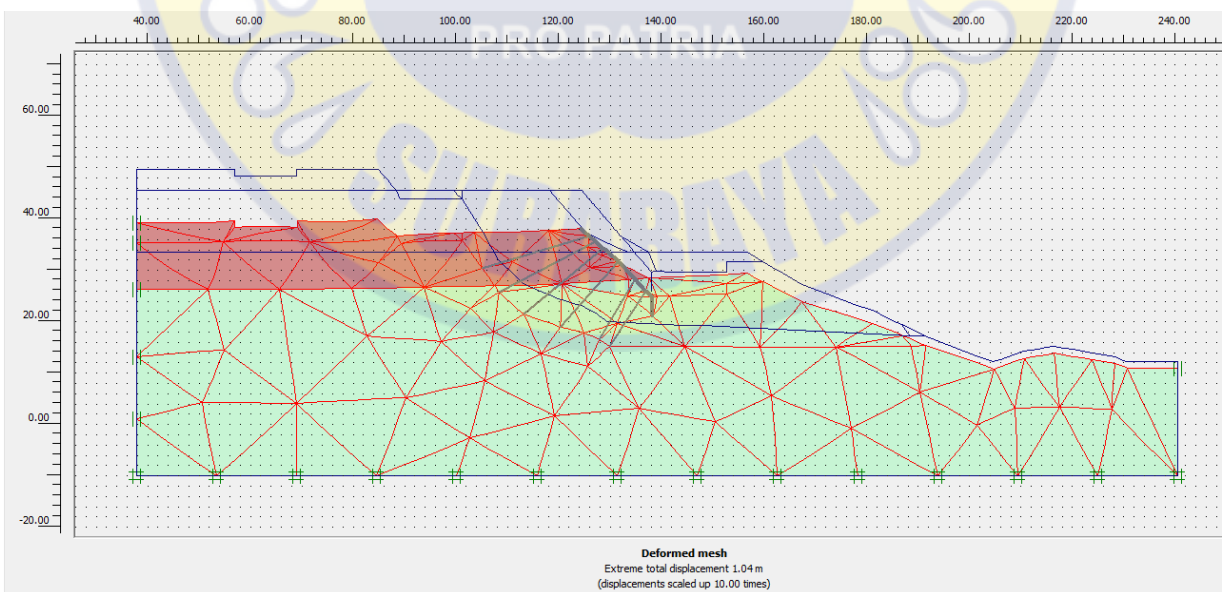


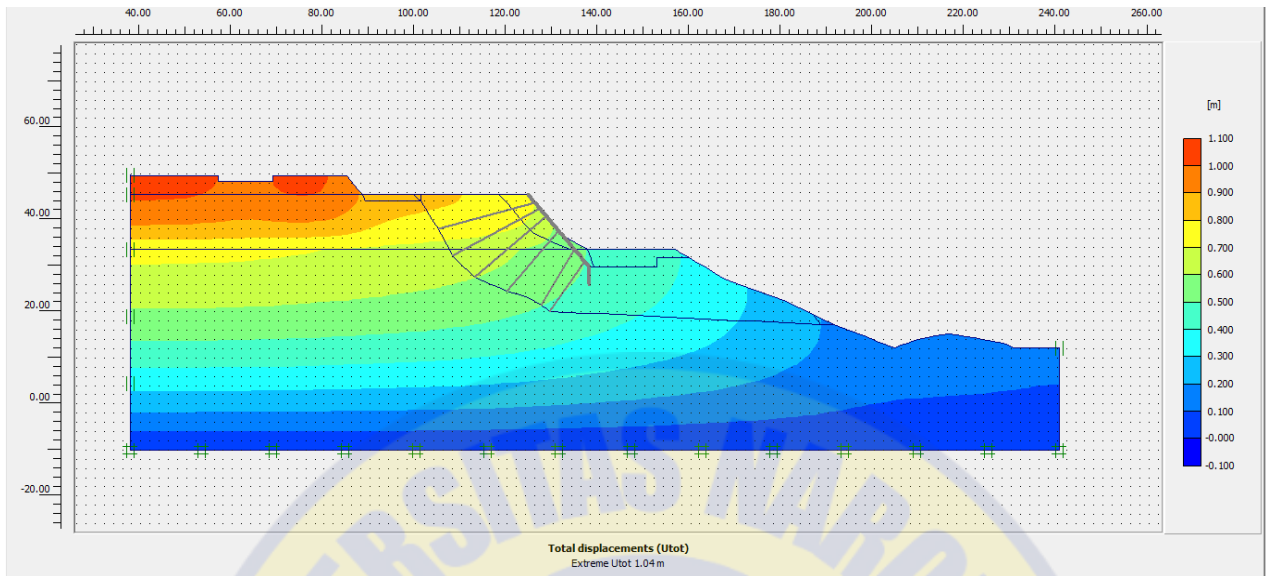


**Gambar 4.9** Tampilan *Total Displacement* dan *Deformed Mesh*

## 2. Tahap *Gravity Loading*

Tahap awal sesuai design awal dari model perencanaan perkuatan lereng menggunakan *soil nailing*, Pada (gambar 4.10) merupakan tampilan output dari tahap *gravity loading* karena beban yang bekerja akibat dari beban pengerukan.

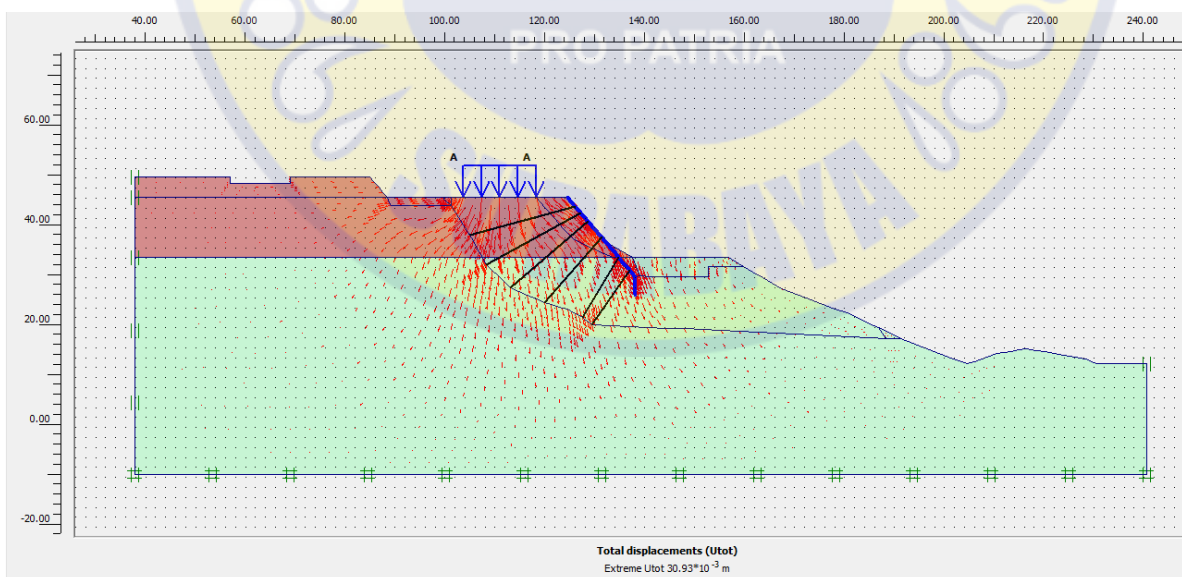




**Gambar 4.10** Tampilan *Total Displacment* dan *Deformed Mesh*

### 3. Tahap *Cut-Soil Reinforce*

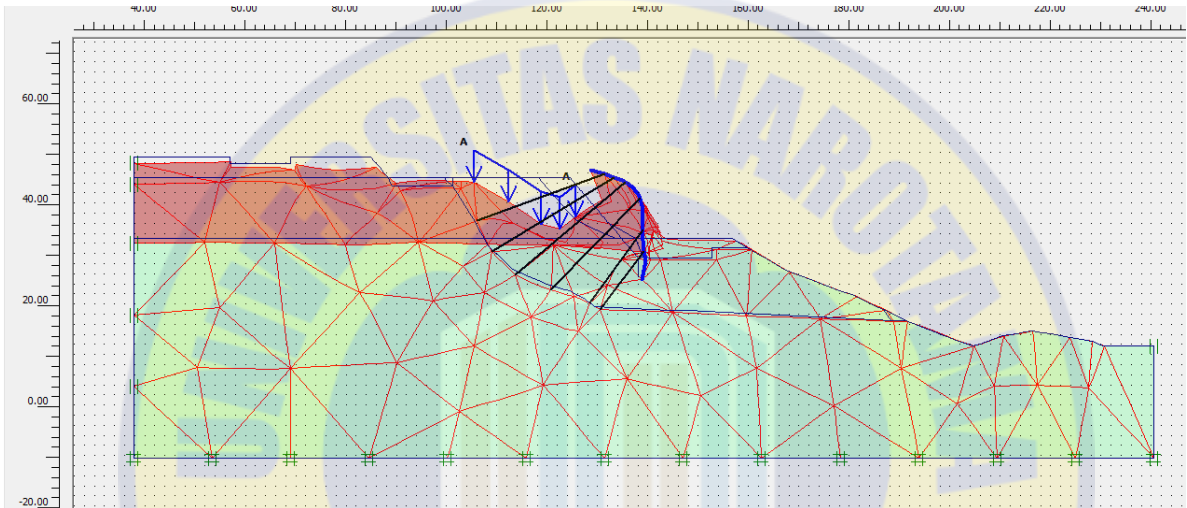
Tahap ini merupakan tahap aktivasi beban sebesar  $25 \text{ kN/m}^2$  dan pengaktifan perkuatan *soil nailing*. Pada (gambar 4.11) merupakan tampilan output dari tahap *cut-soilreinforce*.



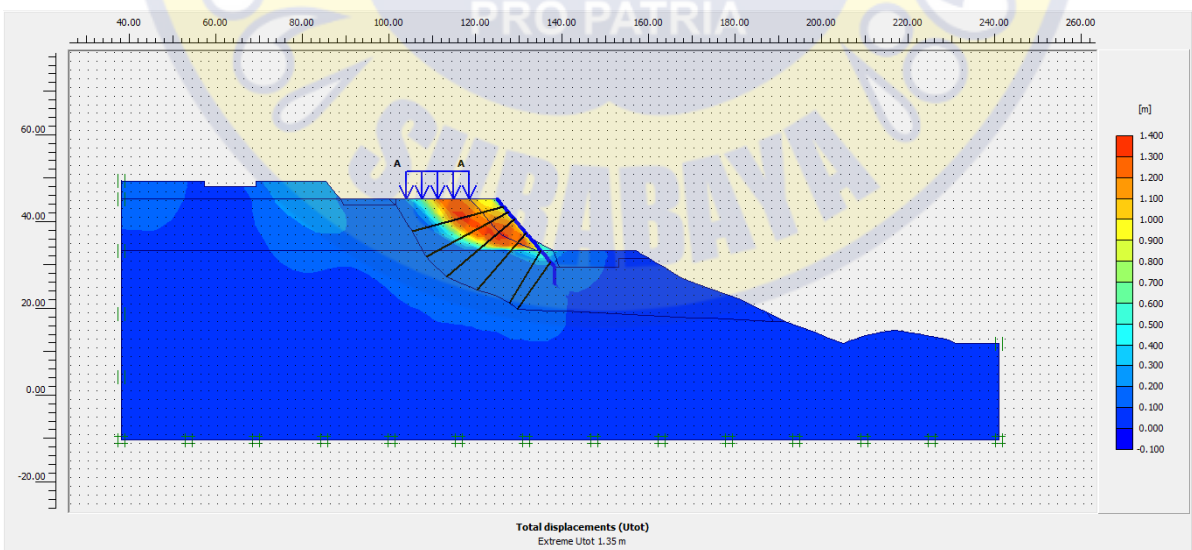
**Gambar 4.11** Tampilan *Total Displacment*

#### 4. Tahap *Safety Factor*

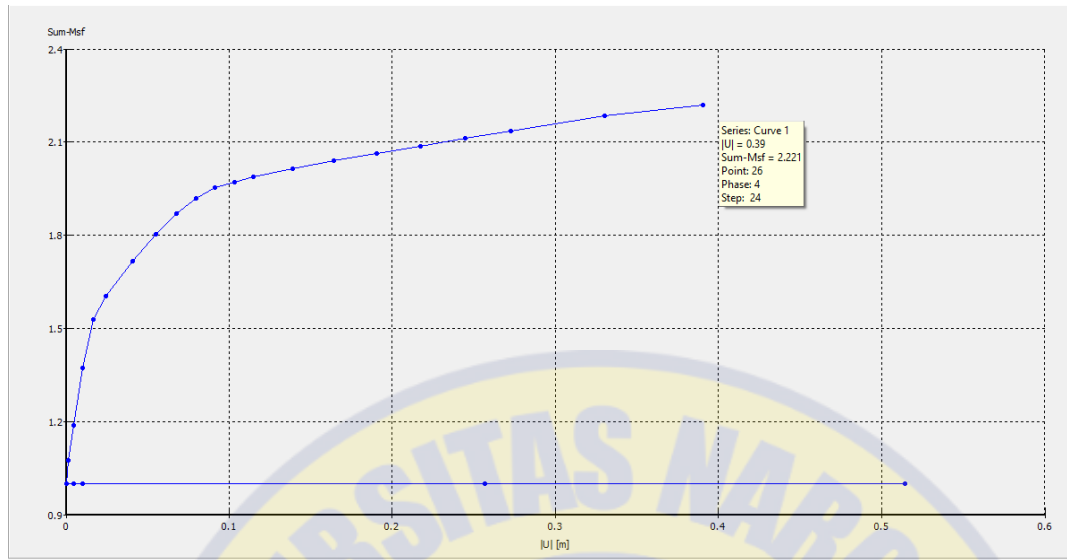
Pada tahap ini, dilihat dari (gambar 4.12) merupakan hasil setelah dilakukan perkuatan lereng menggunakan *soil nailing*. Dan pada (gambar 4.13) menunjukkan dalam posisi *shadings*.



**Gambar 4.12** Tampilan *Deformed Mesh*



**Gambar 4.13**  $SF = 2,2205 > 1,5$  (OK)

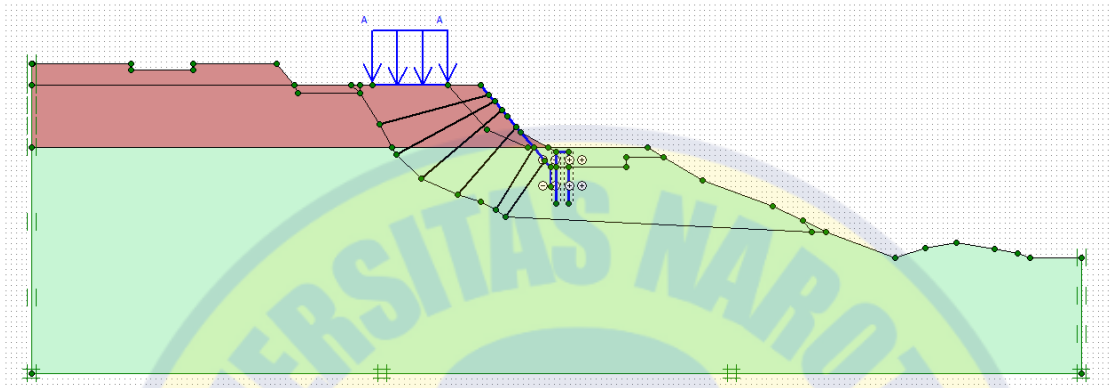


**Gambar 4.14** Tampilan diagram nilai *safety factor*

Pada (gambar 4.14) adalah hasil dan gambar diagram setelah dilakukan *calculation* pada perkuatan *soil nailing*, dan nilai angka keamanan yang didapat pada perkuatan ini sebesar 2,2205. Dimana syarat batas minimal angka keamanan lereng menurut SNI-2017 Geoteknik sebesar 1,5. Maka pemodelan menggunakan *soil nailing* telah memenuhi syarat yang ditentukan oleh SNI-2017 Geoteknik.

### 4.2.3 Pemodelan perkuatan lereng menggunakan *soil nailing* dan *bored pile*

Pada (gambar 4.15) adalah tampilan awal pemodelan perkuatan lereng menggunakan perkuatan *soil nailing* dan *bored pile*.



**Gambar 4.15** Tampilan Awal Pemodelan Perkuatan Lereng Menggunakan *Soil Nailing* Dan *Bored Pile*

Dan dibawah ini adalah (tabel 4.3) yang merupakan nilai titik koordinat pemodelan menggunakan *soil nailing* dan *bored pile* pada program *plaxis*.

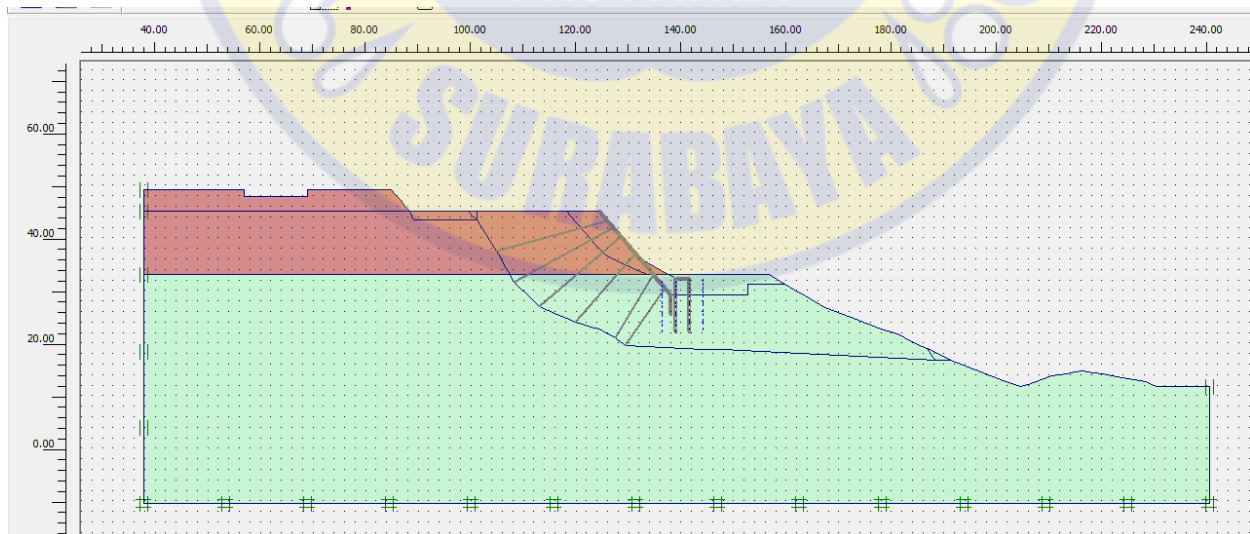
**Tabel 4.3** Nilai Koordinat Pada *Plaxis 8.6*

Point	X	Y	Point	X	Y
	[m]	[m]		[m]	[m]
0	160	31.7	31	38	45.5
1	167.6	27.2	32	38	33.5
2	181.2	22.2	33	126	37
3	191.4	17.2	34	118.444	45.5
4	204.8	12.2	35	133.875	33.5
5	210.7	14.2	36	138.25	26
6	216.6	15.2	37	135.028	33.5
7	224	14	38	129.907	39.507
8	228.4	13.2	39	103.8	45.5
9	230.8	12.2	40	141.75	32.7
10	240.8	12.2	41	141.75	22.7
11	240.8	-10	42	141.75	29.7
12	38.1	49.6	43	139.25	32.7

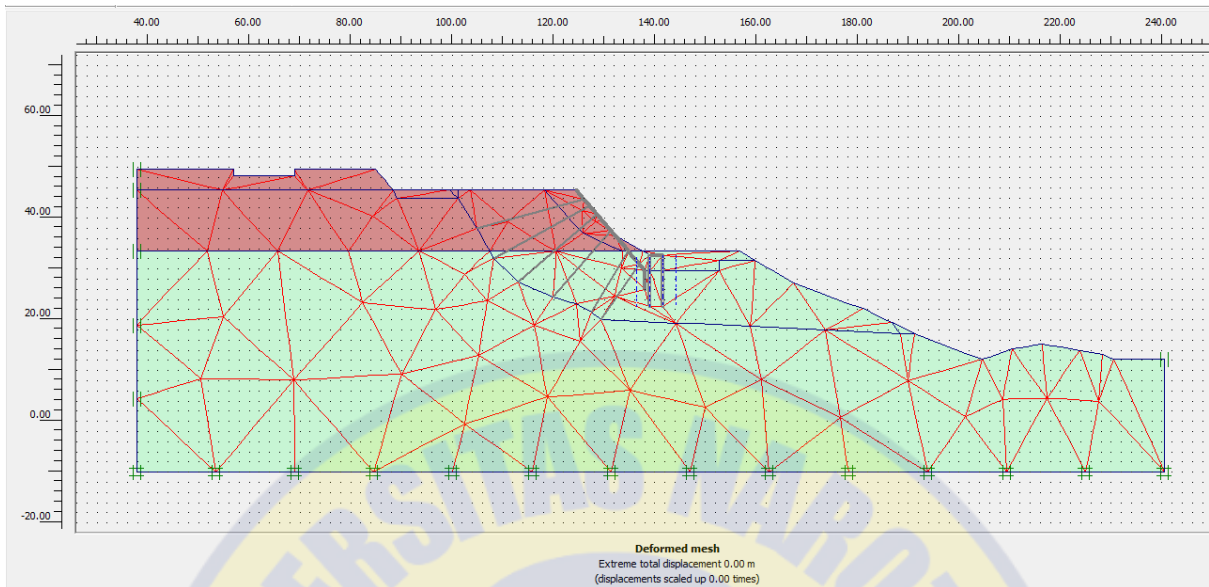
13	57.2	49.6	44	139.25	22.7
14	57.2	48.4	45	139.25	29.7
15	69.2	48.4	46	132.483	36.4854
16	69.2	49.6	47	137.82	33.5
17	85.2	49.6	48	105.2	38
18	89.4	44	49	108.4	32.1
19	101.4	44	50	113.2	27.5
20	101.4	45.5	51	120.2	24.5
21	124.8	45.5	52	137.128	31.0235
22	138.25	29.7	53	129.6	20.1
23	152.9	29.7	54	124.8	23.1
24	152.9	31.7	55	127.7	21.5
25	187	19.4	56	99.7419	45.5
26	188.6	17.2	57	107.641	33.5
27	88.644	45.5	58	126.32	43.7167
28	156.924	33.5	59	127.417	42.4291
29	38	49.6833	60	128.803	40.8025
30	38	-10	61	131.561	37.5668

1. Tahap *Initial Phase*

Pada (gambar 4.16) merupakan tampilan output dari tahap *initial phase*.



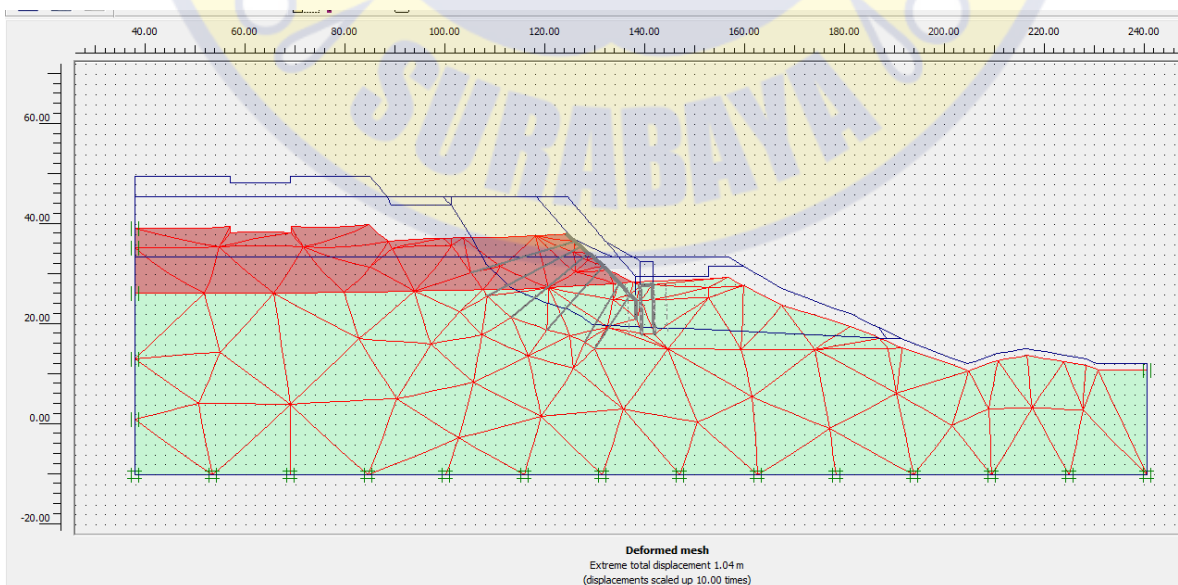


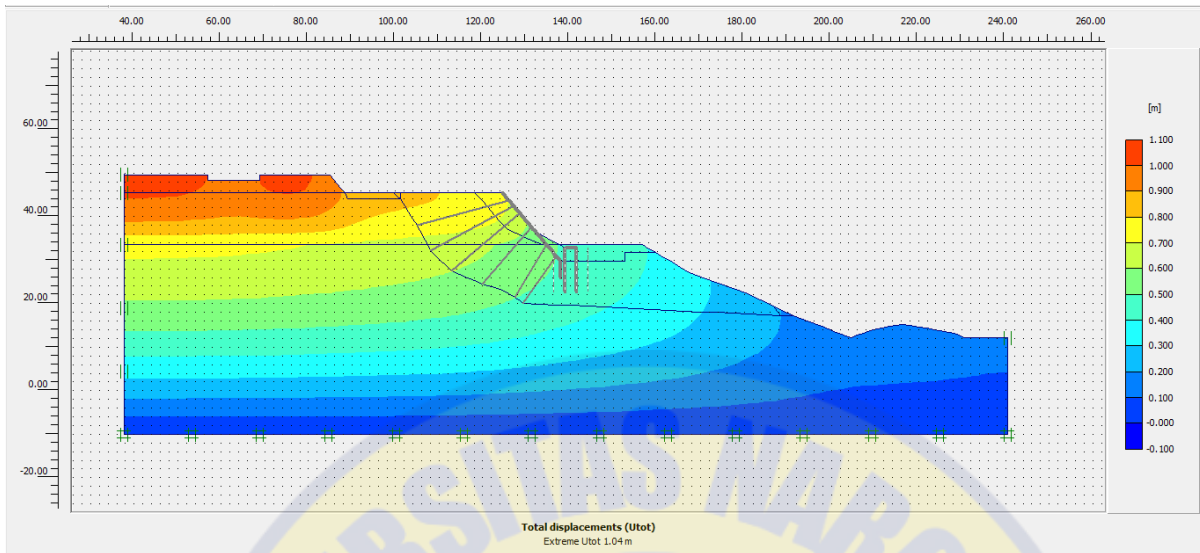


**Gambar 4.16** Tampilan *Total Displacement* dan *Deformed Mesh*

## 2. Tahap *Gravity Loading*

Tahap awal sesuai design awal dari model perencanaan perkuatan lereng menggunakan *soil nailing* dan *bored pile*, Pada (gambar 4.17) merupakan tampilan output dari tahap *gravity loading* karena beban yang bekerja akibat dari beban pengerukan.

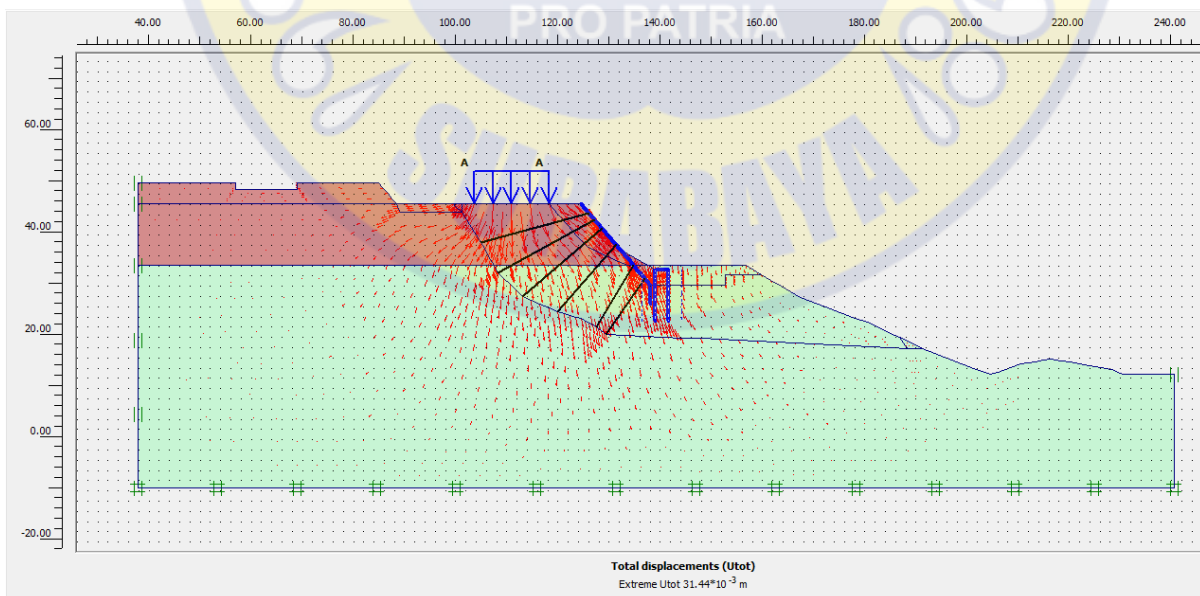




**Gambar 4.17** Tampilan *Total Displacement* dan *Deformed Mesh*

### 3. Tahap *Cut-Soil Reinforce*

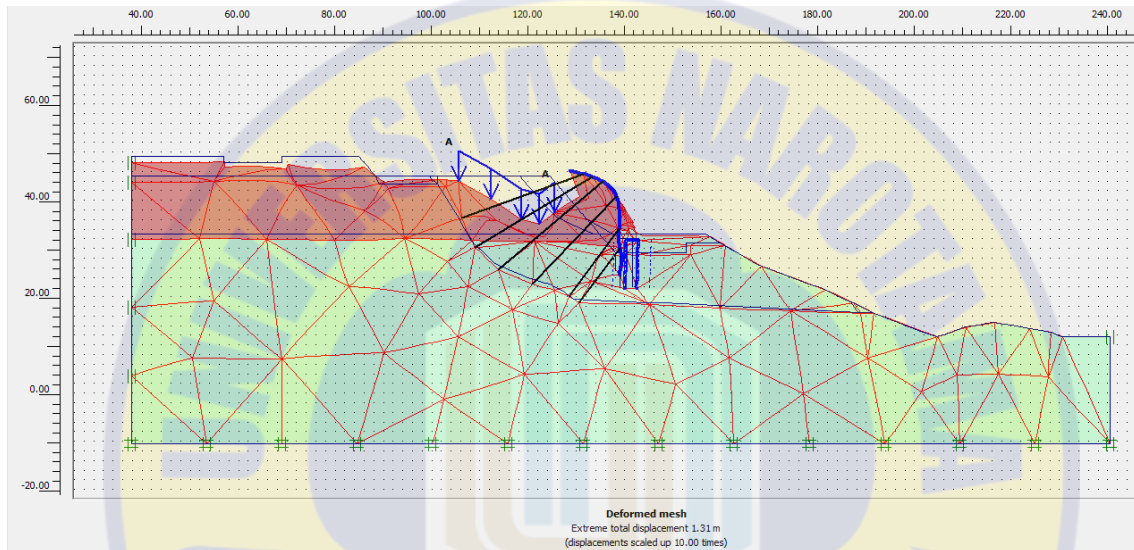
Tahap ini merupakan tahap aktivasi beban sebesar  $25 \text{ kN/m}^2$  dan pengaktifan perkuatan *soil nailing* dan *bored pile*. Pada (gambar 4.18) merupakan tampilan output dari tahap *cut-soilreinforce*.



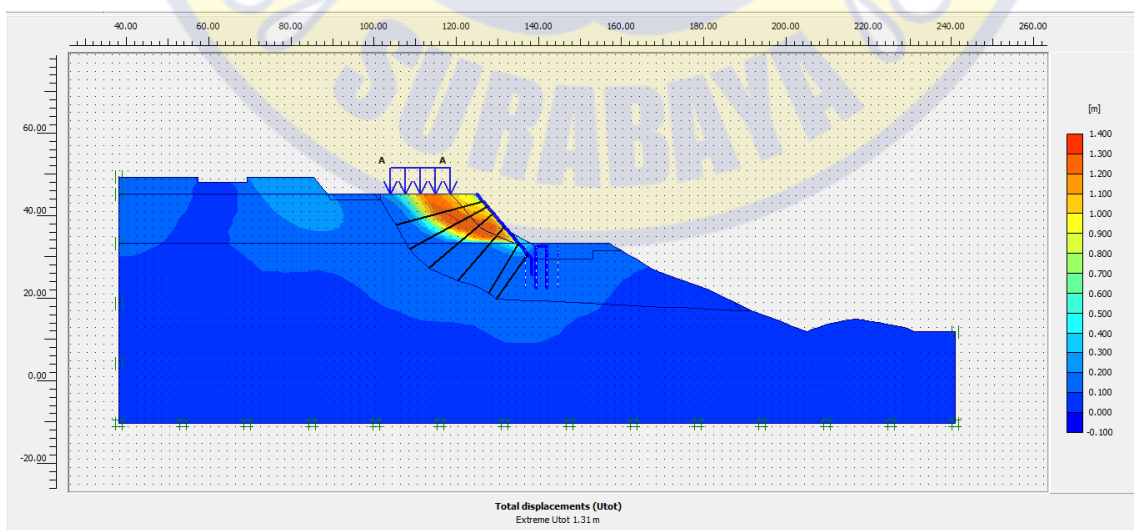
**Gambar 4.18** Tampilan *Total Displacement*

#### 4. Tahap *Safety Factor*

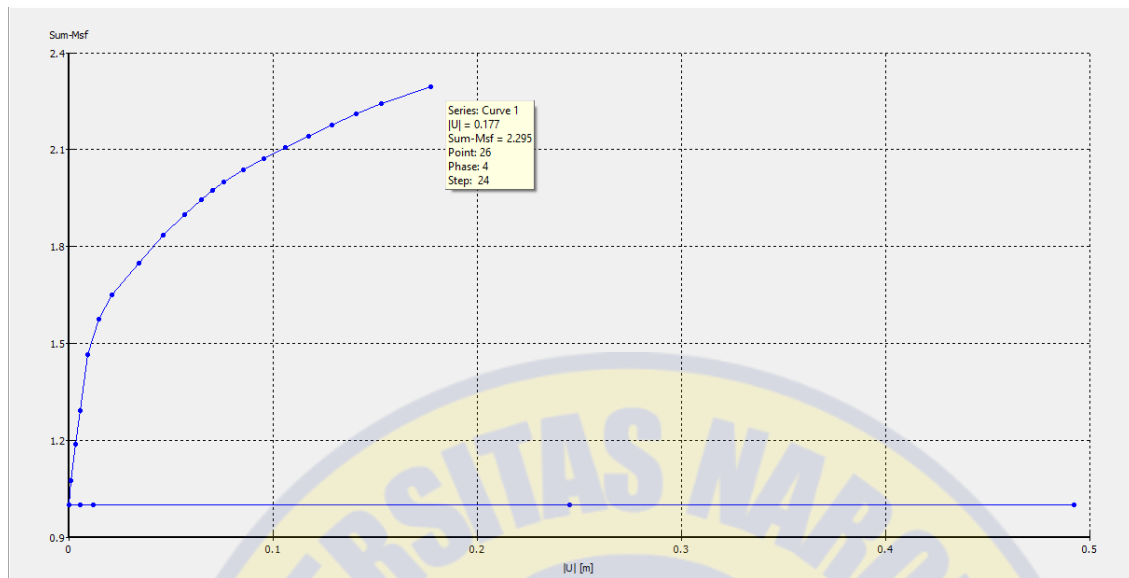
Pada tahap ini dilihat dari (gambar 4.19) merupakan hasil setelah dilakukan perkuatan lereng menggunakan *soil nailing* dan *bored pile*. Dan pada (gambar 4.20) menunjukkan dalam posisi *shadings*.



**Gambar 4.19** Tampilan *Deformed Mesh*



**Gambar 4.20**  $SF = 2,2949 > 1,5$  (OK)



**Gambar 4.21** Tampilan diagram nilai *safety factor*

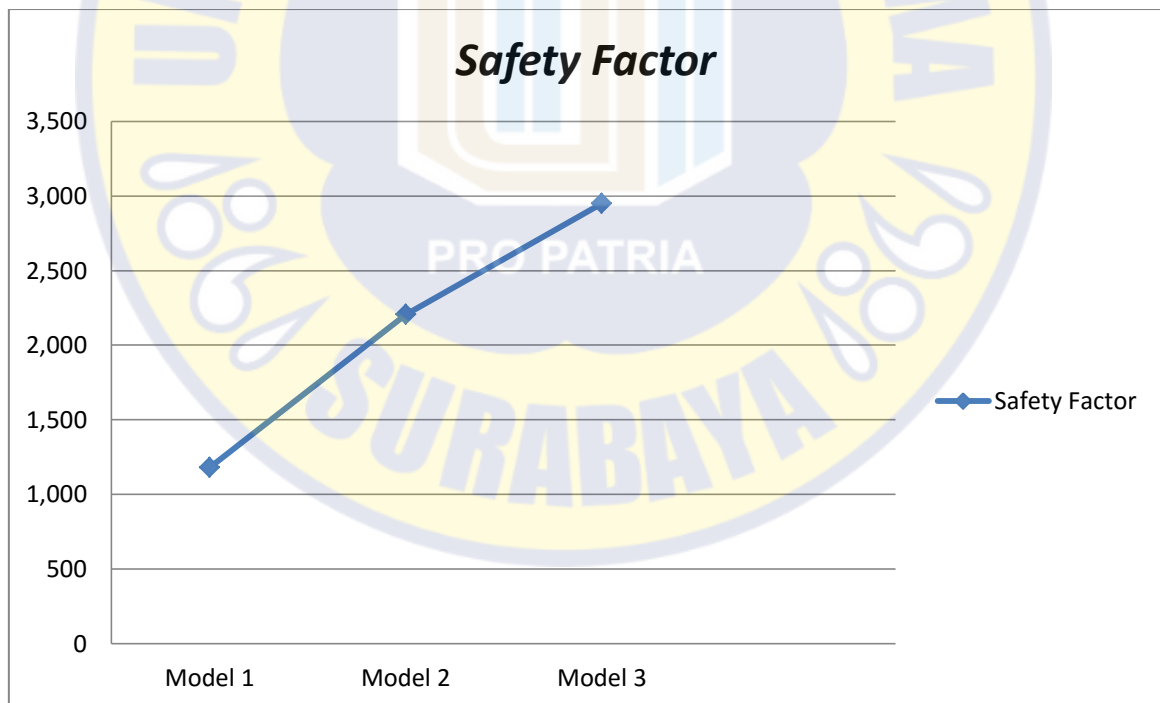
Pada (gambar 4.21) adalah hasil dan gambar diagram setelah dilakukan *calculation* pada perkuatan *soil nailing* dan *bored pile*, dan nilai angka keamanan yang didapat pada perkuatan ini sebesar 2,2949. Dimana syarat batas minimal angka keamanan lereng menurut SNI-2017 Geoteknik sebesar 1,5. Maka pemodelan menggunakan *soil nailing* dan *bored pile* telah memenuhi syarat yang ditentukan oleh SNI-2017 Geoteknik.

### 4.3 Analisis Geoteknik

Dari hasil analisis perkuatan stabilitas lereng dengan 3 model perkuatan lereng, mendapatkan nilai *safety factor* yang berbeda-beda yang ada pada (tabel 4.4) dibawah ini :

**Tabel 4.4** Hasil Analisis Setiap Model

Model	Keterangan	<i>Safety Factor</i>
I	Pemodelan perkuatan lereng menggunakan <i>bored pile</i>	1,1747
II	Pemodelan perkuatan lereng menggunakan <i>soil nailing</i>	2,2205
III	Pemodelan perkuatan lereng menggunakan <i>soil nailing</i> dan <i>bored pile</i>	2,2949



**Gambar 4.22** Perbandingan Nilai *Safety Factor*

Dari ketiga model perkuatan lereng, nilai tertinggi adalah dengan perkuatan menggunakan *soil nailing* dan *bored pile* diperoleh angka keamanan 2.2949 setelah dilakukan calculate dan running.

Penggunaan *soil nailing* dan *bored pile* sangat berpengaruh pada perkuatan lereng. Sebelum dilakukan perkuatan lereng dengan menggunakan *soil nailing* dan *bored pile*, daerah lereng mengalami kelongsoran apabila diberi beban 25 Kpa dan nilai faktor keamanan pada lereng hanya sebesar 1,1068 dan angka ini tidak memenuhi persyaratan dalam SNI 8460-2017 (Persyaratan Perancangan Geoteknik) yaitu  $SF > 1.5$ .

Penggunaan perkuatan lereng dengan *soil nailing* dan *bored pile* sangat cocok untuk kondisi lereng yang seperti ini, dikarenakan *soil nailing* dan *bored pile* yang sanggup untuk menahan beban lateral. Setelah dilakukan perkuatan selanjutnya dilakukan penambahan tanaman guna untuk tetap menjaga keindahan alami dari lereng tersebut atau di istilahkan dengan *bioengineering*. Banyak jenis tanaman yang bisa digunakan pada metode *bioengineering*, namun tidak semua jenis tanaman cocok untuk digunakan. Jenis tanaman yang cocok untuk digunakan pada metode ini adalah yang mempunyai karakteristik tumbuh dengan cepat dan berakar cukup dalam dan lebat.

#### **4.3 Analisis Dengan Menggunakan Kaidah *Bioengineering***

Dalam penerapan kaidah *bioengineering* permukaan lereng tidak ditutup dengan *shortcrete* full. Dalam pengaplikasiannya pada program *plaxis 8.6*, *bioengineering* dimodelkan dengan balok/ *pile cap* yang diterapkan pada dinding lereng. Pada tabel 3.4 dijelaskan nilai pemodelan balok/*pile cap* pada program *plaxis 8.6*. Penerapan



*Bioengineering* dapat dilakukan dilapangan dengan cara menanam tanaman yang memiliki akar serabut yang lebat. Salah satu contoh tanaman yang mempunyai akar serabut yang lebat adalah tanaman akar wangi. Keberadaan akar tanaman dapat mengurangi tegangan air pori positif dan memperbesar tegangan air pori negatif. Proses ini meningkatkan kekuatan tanah khususnya tegangan geser dalam menjaga kestabilan lereng, keberadaan akar tanaman juga dapat meningkatkan kekuatan tanah. Pada (gambar 4.23) adalah contoh *bioengineering* yang bisa dilihat tampaknya setelah 1 sampai 2 tahun mendatang setelah diterapkannya. Pada dasarnya fungsi dari kaidah *bioengineering* adalah mencegah adanya tambahan tekanan air akibat rembesan dan mampu mencegah kelongsoran butiran permukaan.



**Gambar 4.23** Contoh *Bioengineering*