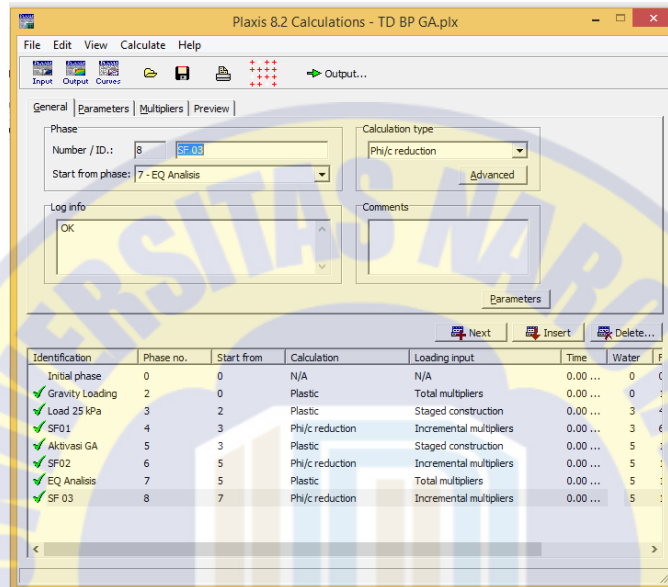


## BAB IV

### ANALISIS DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 *Plaxis 8.2 Calculation*

Tahap – tahap perhitungan kalkulasi dapat dilihat pada gambar 4.1 di bawah ini :

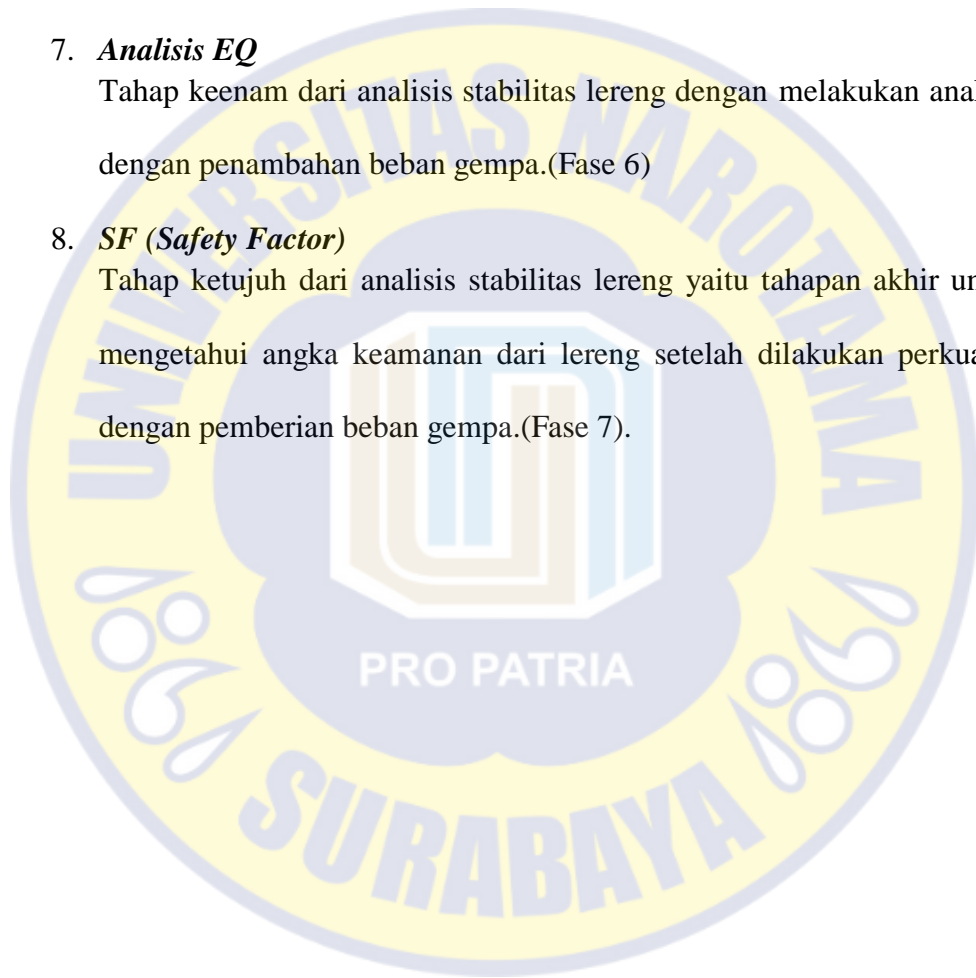


**Gambar 4.1** Tahap – Tahap Perhitungan Kalkulasi.

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

1. ***Intial Phase***  
Default dari program, dimulai sebelum dilakukan pengerukan. (fase 0).
2. ***Gravity loading***  
Tahap awal sesuai design awal dari model perencanaan karena beban yang bekerja.(Fase 1)
3. ***Beban 25 kPa***  
Tahap kedua dari model perencanaan stabilitas lereng dengan memberi beban sebesar 25 kPa.(Fase 2)
4. ***SF (Safety Factor)***  
Tahap ketiga dari proses analisa stabilitas lereng yaitu mencari angka keamanan lereng sebelum dilakukan perkuatan.(Fase 3)

5. **Aktivasi Ground Anchor dan Bored Pile Tanpa Beban Gempa**  
Tahap ke empat dari analisa stabilitas lereng yaitu pemberian perkuatan *Ground anchor dan Bored Pile*.(Fase 4)
6. **SF (Safety Factor)**  
Tahap kelima mencari nilai faktor keamanan analisis tanpa beban gempa setelah dilakukan perkuatan.(Fase 5)
7. **Analisis EQ**  
Tahap keenam dari analisis stabilitas lereng dengan melakukan analisis dengan penambahan beban gempa.(Fase 6)
8. **SF (Safety Factor)**  
Tahap ketujuh dari analisis stabilitas lereng yaitu tahapan akhir untuk mengetahui angka keamanan dari lereng setelah dilakukan perkuatan dengan pemberian beban gempa.(Fase 7).



## 4.2 *Plaxis 8.2 output*

### 4.2.1 Perkuatan Hanya Dengan *Bored Pile*

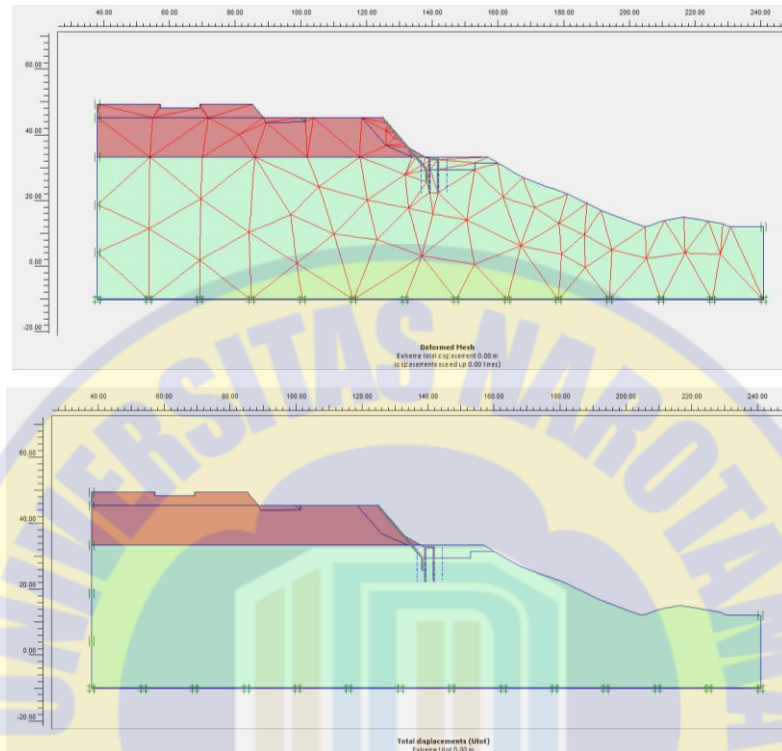
Dalam melakukan input *plaxis 8.2* didapatkan input koordinat (Tabel 4.1) sebagai berikut :

**Tabel 4.1** Input Koordinat Pada Model 1 Plaxis 8.2.

Point	X [m]	Y [m]	Point	X [m]	Y [m]
0	160	31.7	22	152.9	31.7
1	167.6	27.2	23	88.644	45.5
2	191.4	17.2	24	137.2	33.5
3	204.8	12.2	25	45	-10
4	210.7	14.2	26	45.00362	49.6
5	216.6	15.2	27	45.00337	45.5
6	224	14	28	45.00264	33.5
7	228.4	13.2	29	129.1462	40.2405
8	230.8	12.2	30	111	21
9	240.8	12.2	31	135.6055	34.91155
10	240.8	-10	32	119	16
11	57.2	49.6	33	105	14
12	57.2	48.4	34	113	9
13	69.2	48.4	35	141	33.5
14	69.2	49.6	36	141	12
15	85.2	49.6	37	141	29.7
16	89.4	44	38	145	33.5
17	101.4	44	39	145	12
18	101.4	45.5	40	145	29.7
19	122.4	45.5	41	114	45.5
20	140.9	29.7	42	137	21
21	152.9	29.7	43	137	33.5

## 1. Tahap Initial Phase

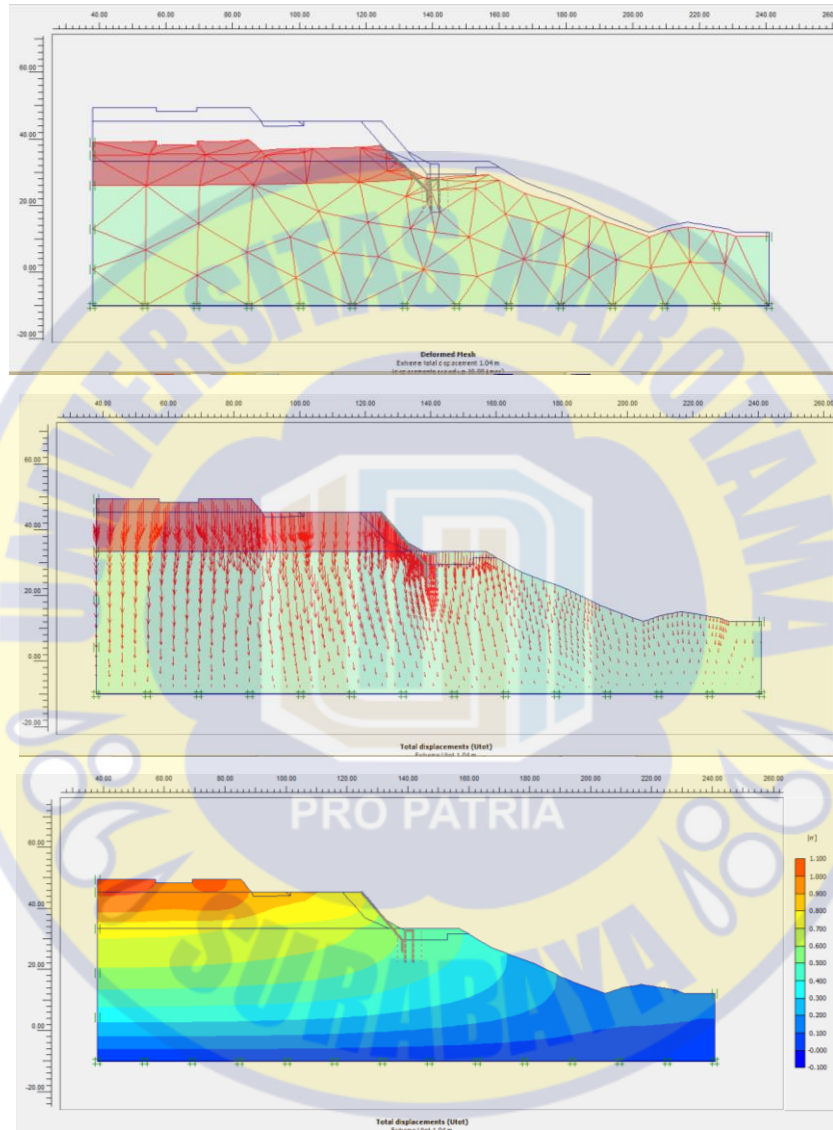
Tahapan awal (Gambar 4.2) sebagai berikut :



**Gambar 4.2** Displacement dan Deformed mesh fase 0 Model 1.

## 2. Tahap *Gravity Loading*

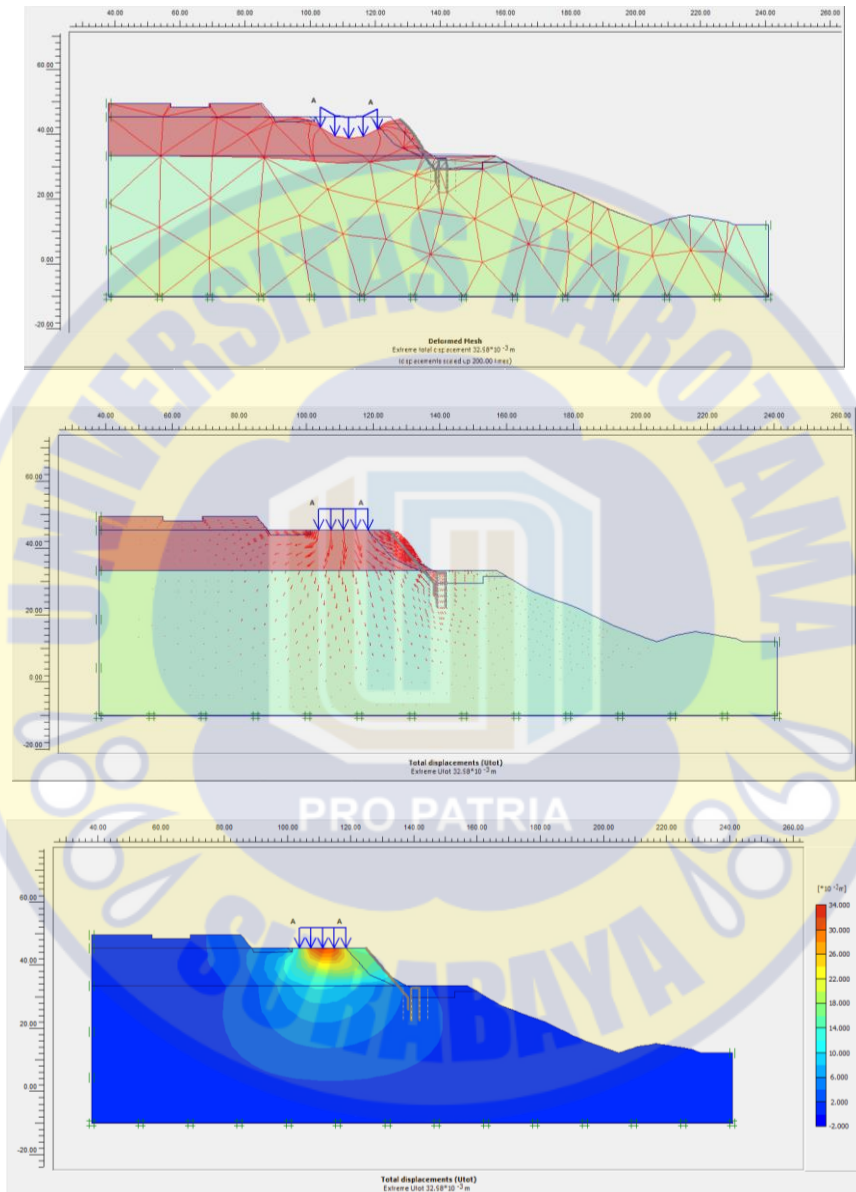
Tahapan awal sesuai desain awal dari model perencanaan karena beban yang bekerja pada tanah akibat beban dari pengerukan baru (Gambar 4.3).



**Gambar 4.3** *Displacement dan Deformed mesh fase 1 Model 1.*

### 3. Tahap Pembebanan 25 kPa

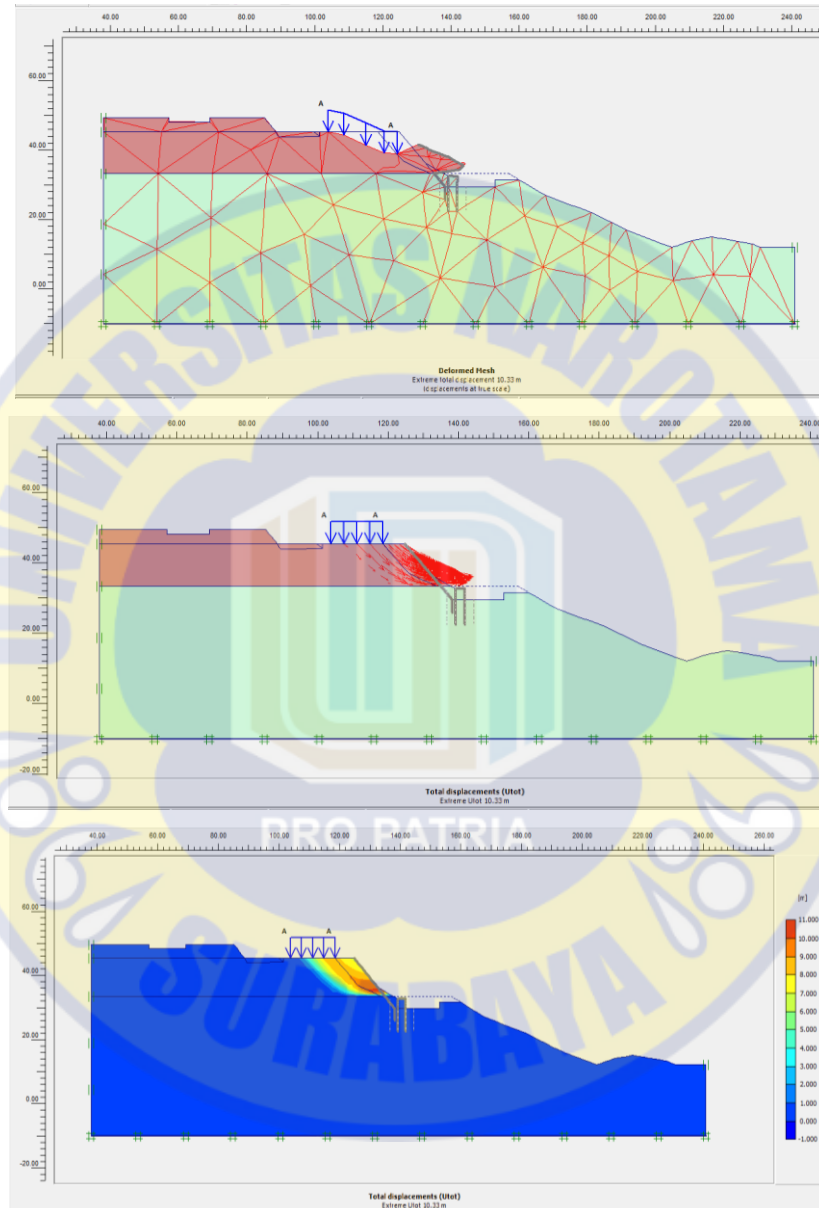
Pada tahap ini (Gambar 4.4) menunjukkan hasil dari pembebanan sebesar 25 kPa.



**Gambar 4.4** Displacement dan Deformed mesh fase 2 Model 1.

#### 4. Tahap *Safety Factor* Sebelum dilakukan perkatan

Pada tahap ini (Gambar 4.5) menunjukkan hasil angka keamanan sebelum dilakukan perkuatan.

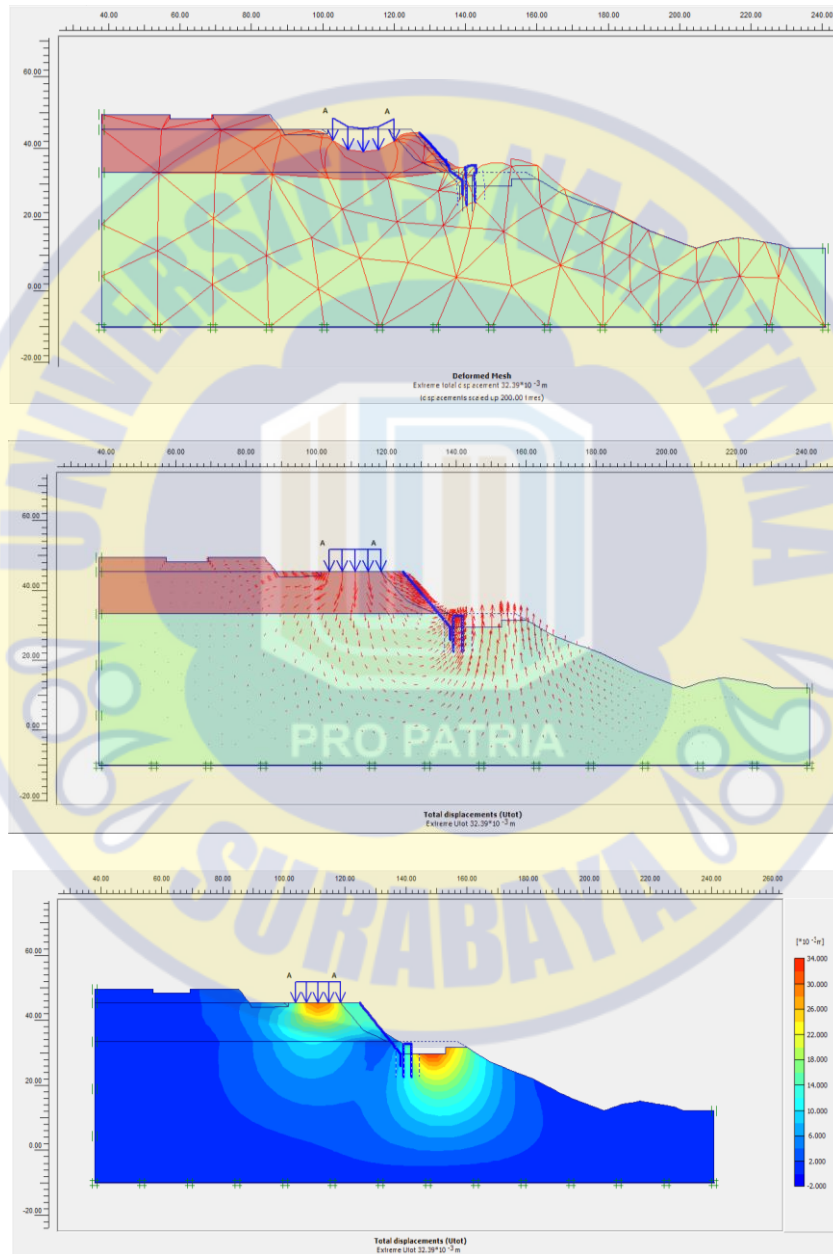


**Gambar 4.5** Displacement dan Deformed mesh fase 3 Model 1.

Dari hasil analisis sebelum dilakukan perkuatan didapatkan angka keamanan (*Safety Factor*) sebesar 1.2095. Hal ini lereng dinyatakan tidak aman berdasarkan (SNI-8460 2017) yaitu nilai minimum sebesar 1.5.

## 5. Tahap *Activasi Bored Pile* tanpa Beban Gempa

Pada tahap ini menunjukkan hasil dari perkuatan lereng dengan *bored pile* tanpa beban gempa. Disini (Gambar 4.6) *bored pile* dipasang dengan kedalaman maksimal mencapai tanah keras (*dense clay*).

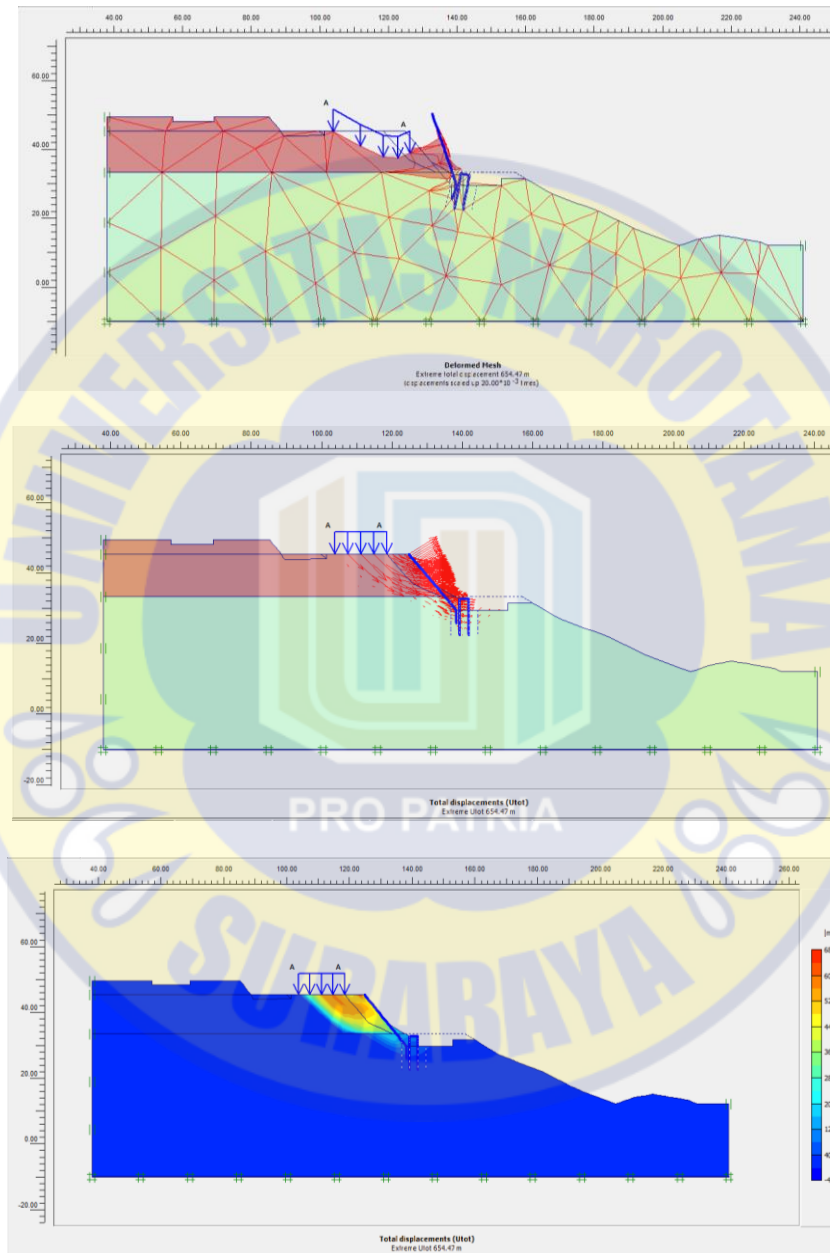


**Gambar 4.6** *Displacement dan Deformed mesh* fase 4 Model 1.



## 6. Tahap SF (Safety Factor)

Pada tahap ini (Gambar 4.7) menunjukkan hasil angka keamanan dari hasil perkuatan tanpa ditambahkan beban gempa.



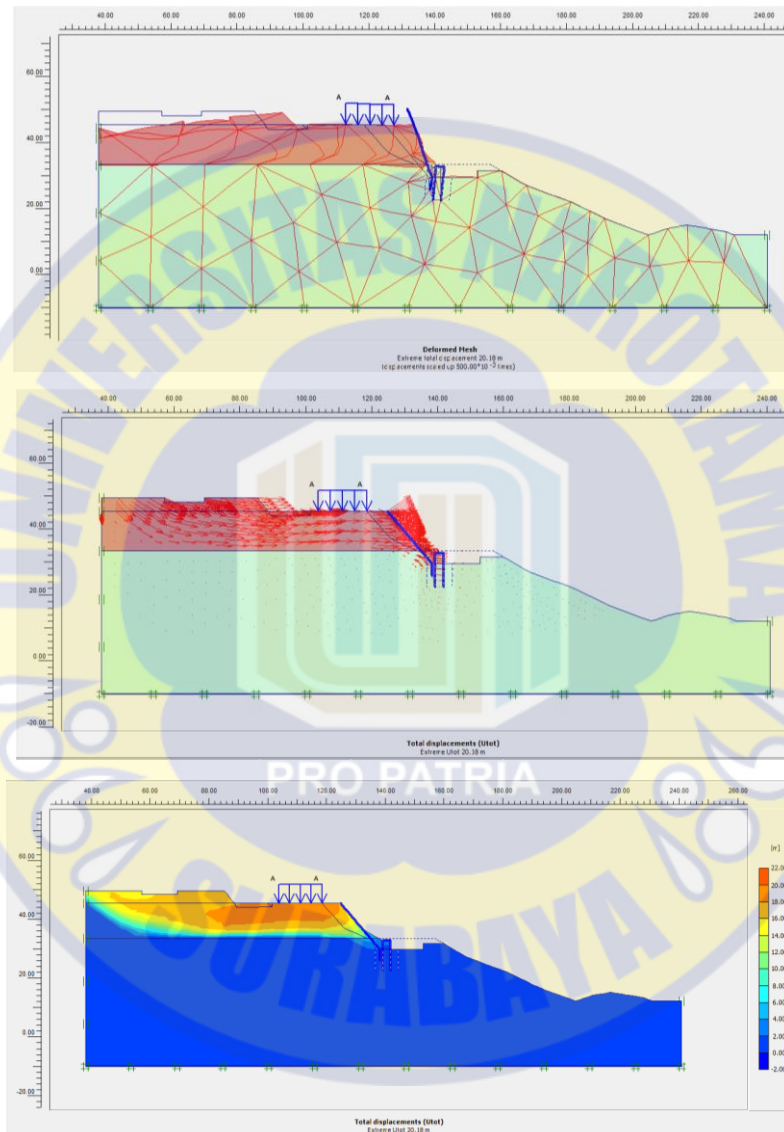
**Gambar 4.7** Displacement dan Deformed mesh fase 5 Model 1.

Dari hasil analisis setelah dilakukan perkuatan *bored pile* didapatkan angka keamanan (*Safety Factor*) sebesar 2.1013. Hal ini lereng dinyatakan telah melampaui batas minimum berdasarkan (SNI-8460 2017)

yaitu nilai minimum sebesar 1.5.

## 7. Tahap Analisis EQ

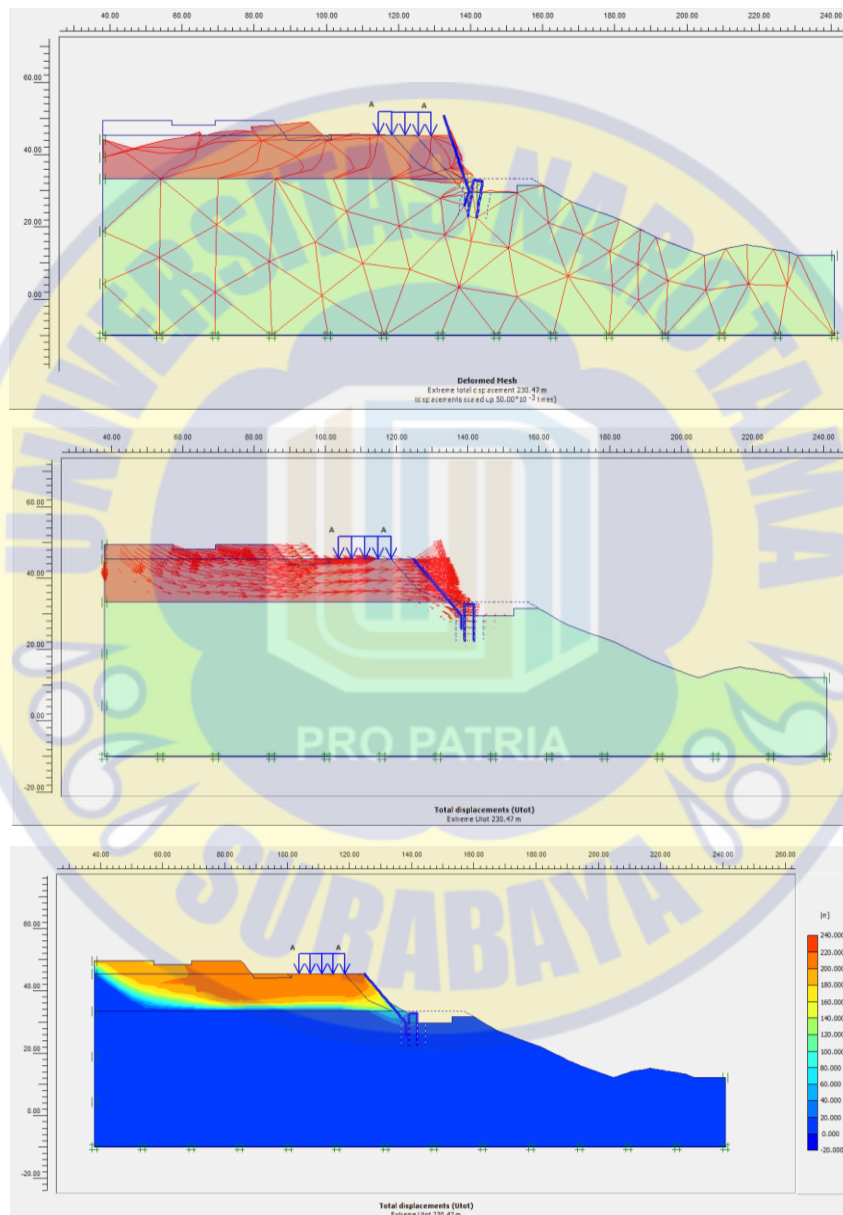
Pada tahap ini (Gambar 4.8) menunjukkan hasil dari input beban spektrum gempa sebesar 0.25 g.



**Gambar 4.8** Displacement dan Deformed mesh fase 6 Model 1.

## 8. Tahap SF (*Safety Factor*) Akhir

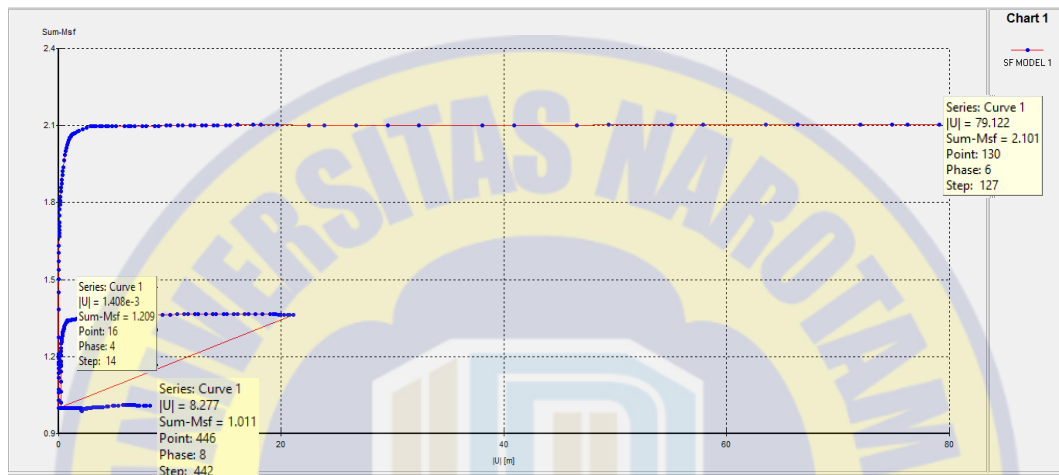
Pada tahap ini menunjukkan hasil akhir untuk mendapatkan angka keamanan setelah dilakukan rangkaian analisis dengan penambahan beban gempa sebesar 0.25g (Gambar 4.9).



**Gambar 4.9** *Displacement dan Deformed mesh* fase 7 Model 1.

Dari hasil analisis setelah dilakukan perkuatan terhadap *Bored Pile* dengan EQ analisis atau penambahan beban gempa sebesar 0.25g didapatkan angka keamanan

(*Safety Factor*) sebesar 1.0108. Hal ini lereng dinyatakan tidak aman atau akan terjadi *sliding* karena angka keamanan tidak mencapai angka keamanan yang disyaratkan dari (SNI-8460 2017) yaitu nilai minimum sebesar  $FK > 1.1$ . Dengan hasil grafik SF (*Safety Factor*) terlihat pada (Gambar 4.10).



**Gambar 4.10** Grafik *Safety Factor* hasil dari analisis Model 1.

#### 4.3.2 Perkuatan Hanya Dengan *Ground Anchor*

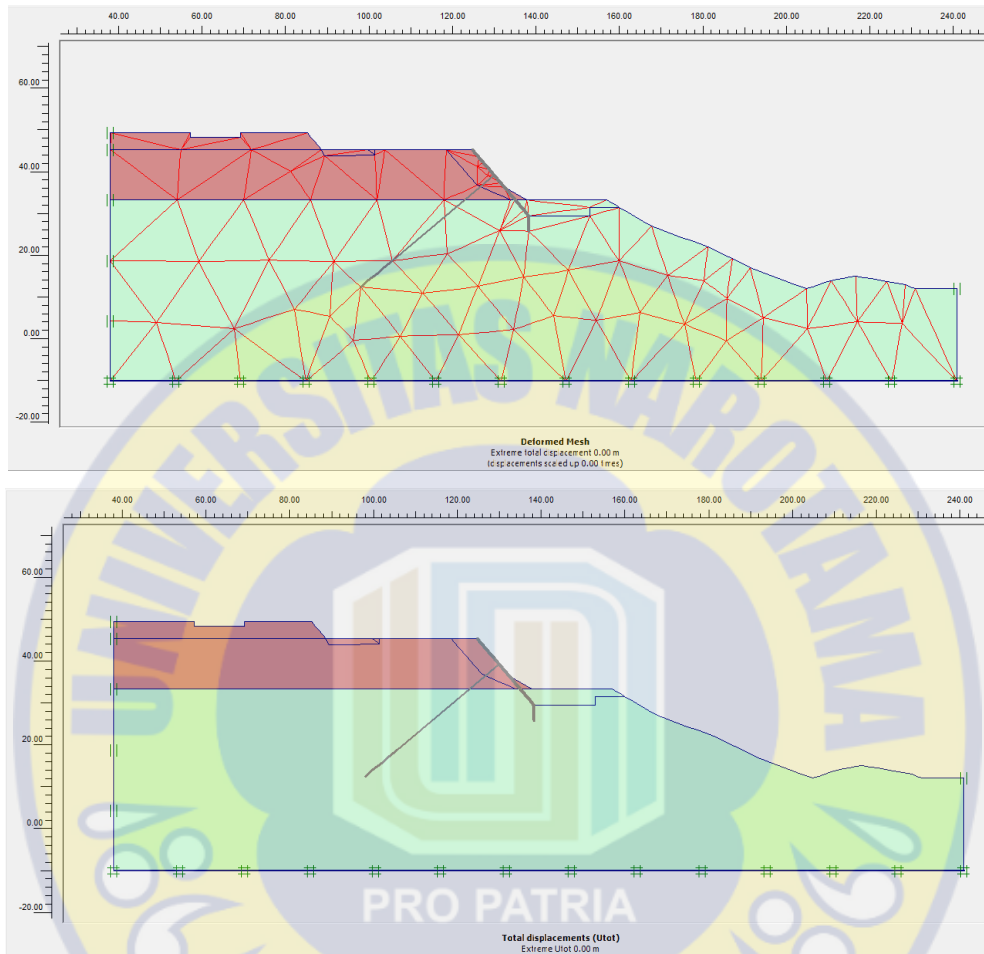
Dalam melakukan input *plaxis 8.2* didapatkan input koordinat (Tabel 4.2) sebagai berikut :

**Tabel 4.2** Input Koordinat Pada Model 2 Plaxis 8.2

Point	X [m]	Y [m]	Point	X [m]	Y [m]
0	160	31.7	25	187	19.4
1	167.6	27.2	26	88.644	45.5
2	181.2	22.2	27	156.9236	33.5
3	191.4	17.2	28	38	49.68333
4	204.8	12.2	29	38	-10
5	210.7	14.2	30	38	45.5
6	216.6	15.2	31	38	33.5
7	224	14	32	126	37
8	228.4	13.2	33	118.4444	45.5
9	230.8	12.2	34	133.875	33.5
10	240.8	12.2	35	138.25	26
11	240.8	-10	36	135.028	33.5
12	38.1	49.6	37	129.907	39.50696
13	57.2	49.6	38	105.6	19
14	57.2	48.4	39	103.8	45.5
15	69.2	48.4	40	98	12.7
16	69.2	49.6	41	132.4829	36.48542
17	85.2	49.6	42	137.8199	33.5
18	89.4	44	43	137.1278	31.02355
19	101.4	44.25712	44	99.74189	45.5
20	101.4	45.5	45	126.3196	43.71673
21	124.8	45.5	46	127.4169	42.42914
22	138.25	29.7	47	128.803	40.80253
23	152.9	29.7	48	131.561	37.56678
24	152.9	31.7			

## 1. Tahap Initial Phase

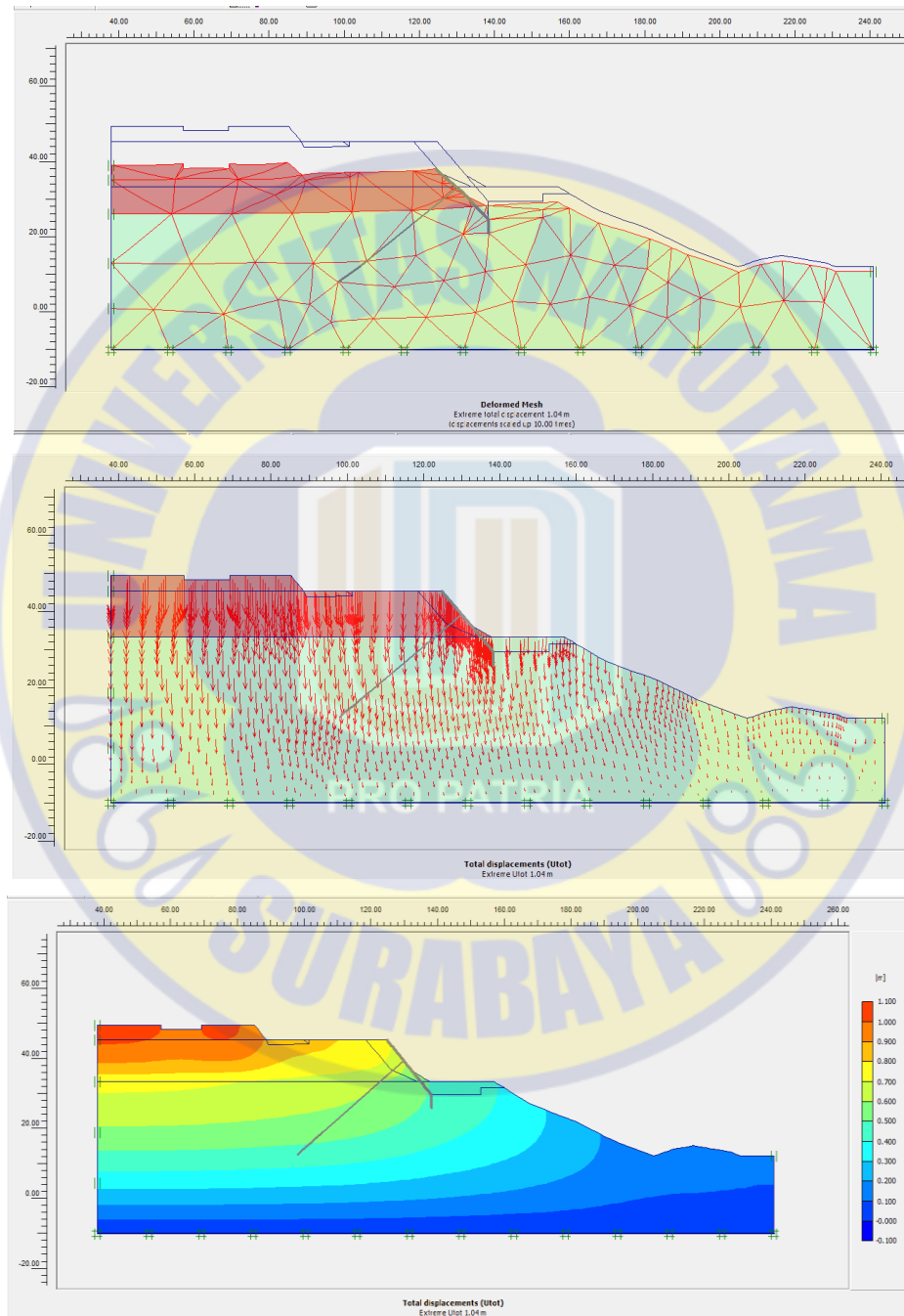
Tahapan awal (Gambar 4.11)



**Gambar 4.11** *Displacement dan Deformed mesh fase 0 Model 2.*

## 2. Tahap *Gravity Loading*

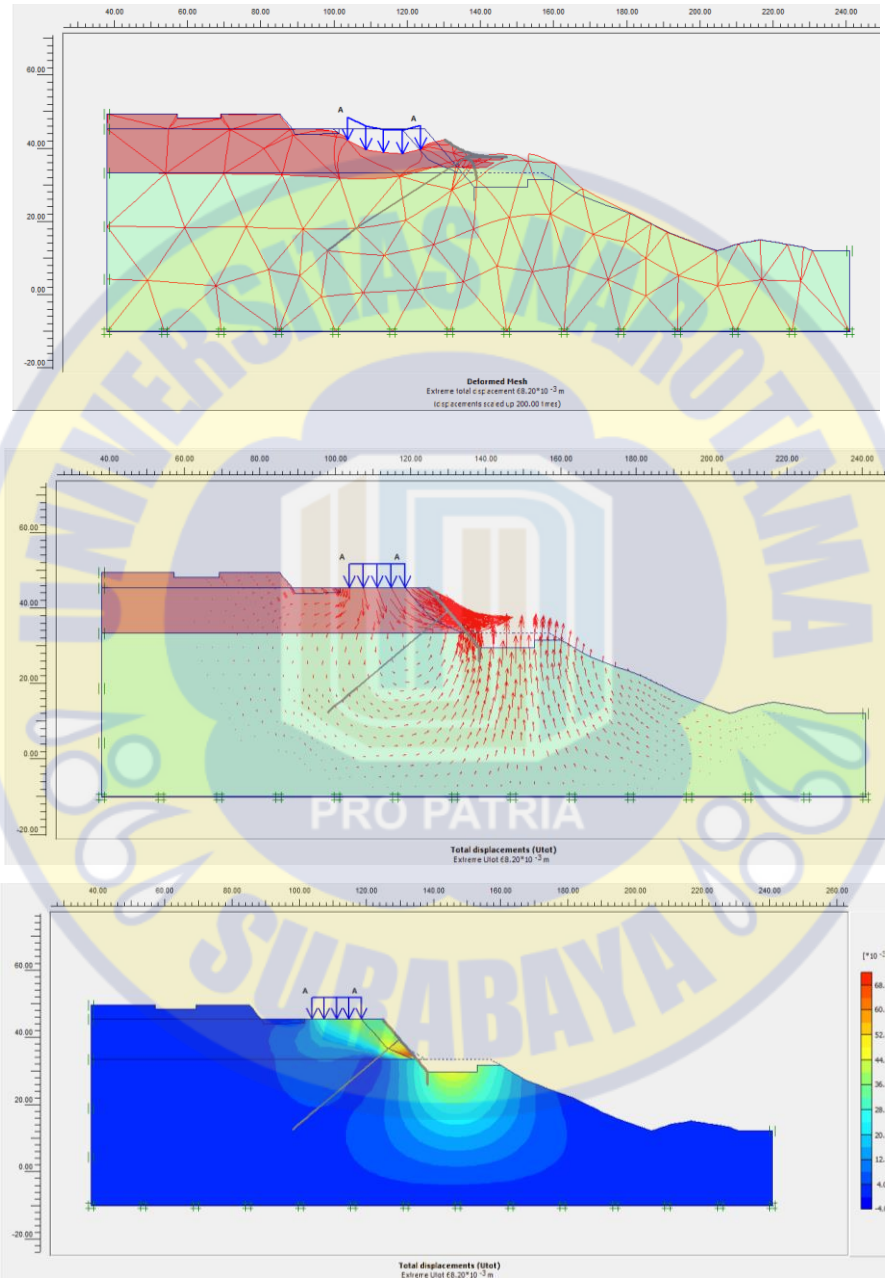
Tahapan awal sesuai desain awal dari model (Gambar 4.12) perencanaan karena beban yang bekerja pada tanah akibat beban dari pengerukan baru.



**Gambar 4.12** *Displacement dan Deformed mesh* fase 1 Model 2.

### 3. Tahap Pembebanan 25 kPa

Pada tahap ini (Gambar 4.13) menunjukkan hasil dari pembebanan sebesar 25 kPa.

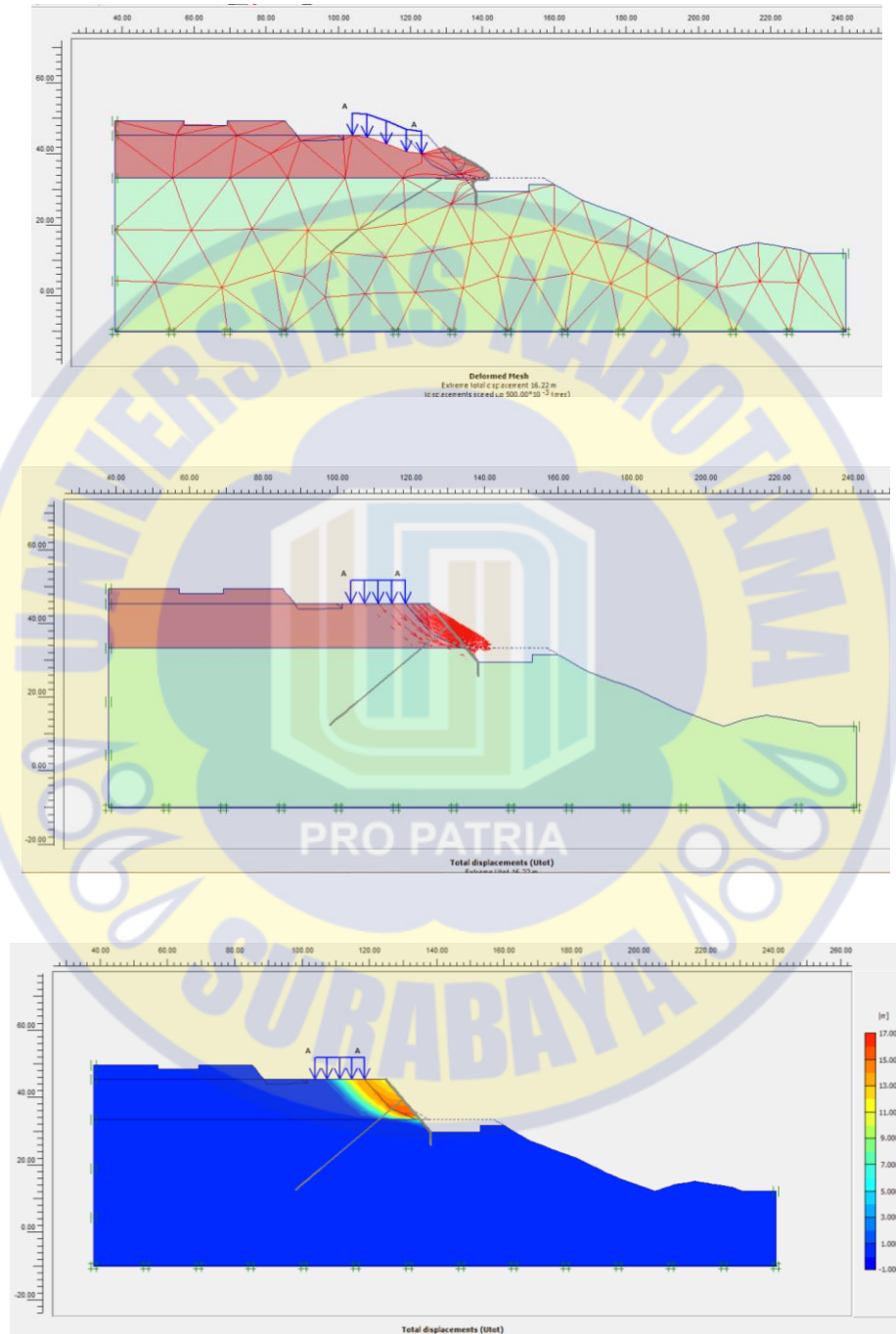


**Gambar 4.13** Displacement dan Deformed mesh fase 2 Model 2.



#### 4. Tahap *Safety Factor* Sebelum dilakukan perkatan

Pada tahap ini menunjukkan hasil angka keamanan sebelum dilakukan perkuatan (Gambar 4.14).

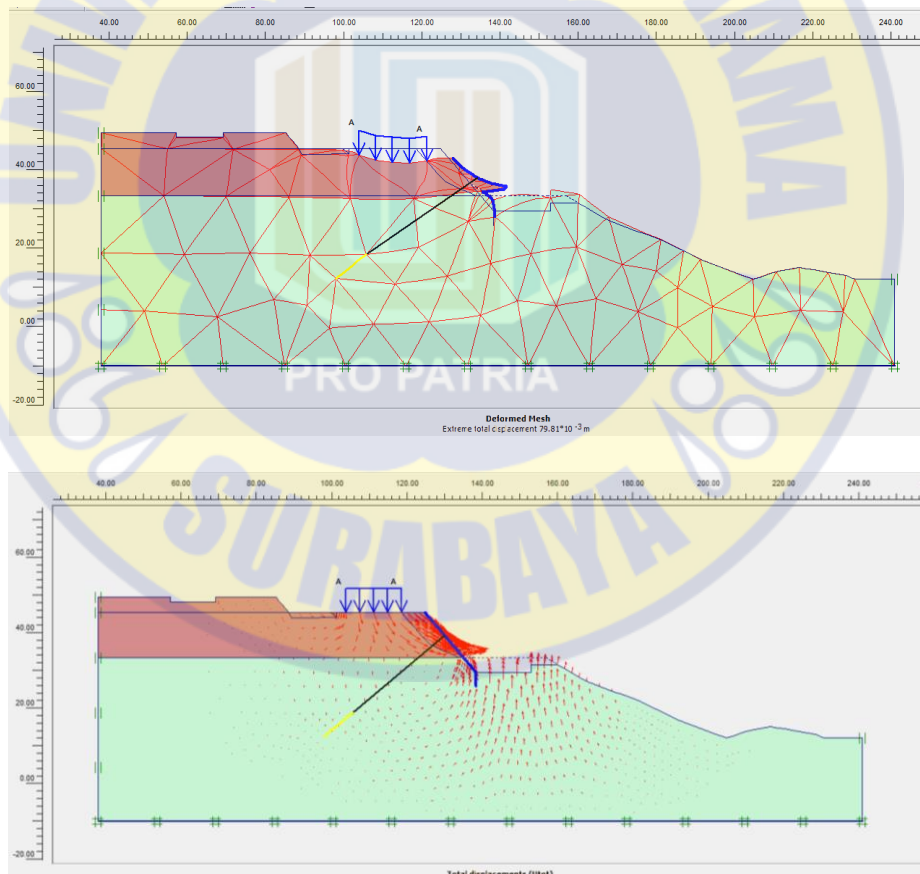


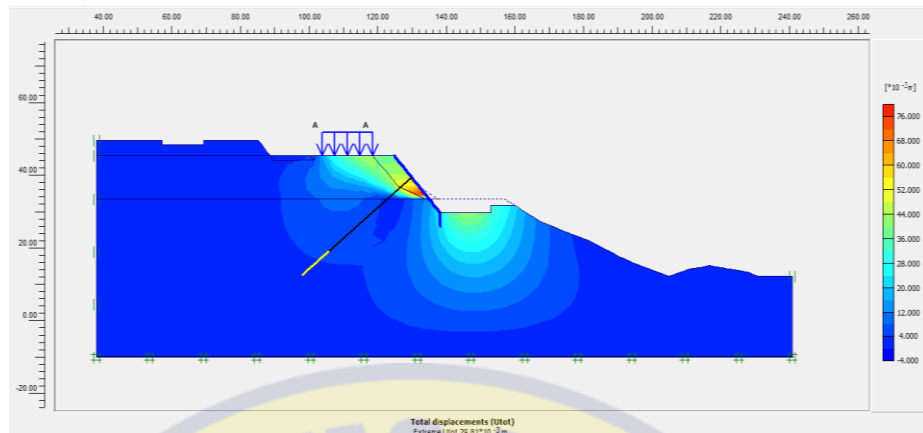
**Gambar 4.14** *Displacement* dan *Deformed mesh* fase 3 Model 2.

Dari hasil analisis sebelum dilakukan perkuatan didapatkan angka keamanan (*Safety Factor*) sebesar 1.1343. Hal ini lereng dinyatakan tidak aman berdasarkan (SNI-8460 2017) yaitu nilai minimum sebesar 1.5.

### 5. Tahap *Activasi Ground Anchor* tanpa Beban Gempa

Pada tahap ini menunjukkan hasil dari perkuatan lereng dengan *ground anchor* tanpa beban gempa. Pada permodelan 2 (Gambar 4.15) *ground anchor* dipasang dengan kedalaman maksimal mencapai tanah keras (*dense clay*) dan dilakukan *stressing* pada tendon sesuai beban layan yang mampu di tahan oleh *ground anchor* per  $m^2$ .

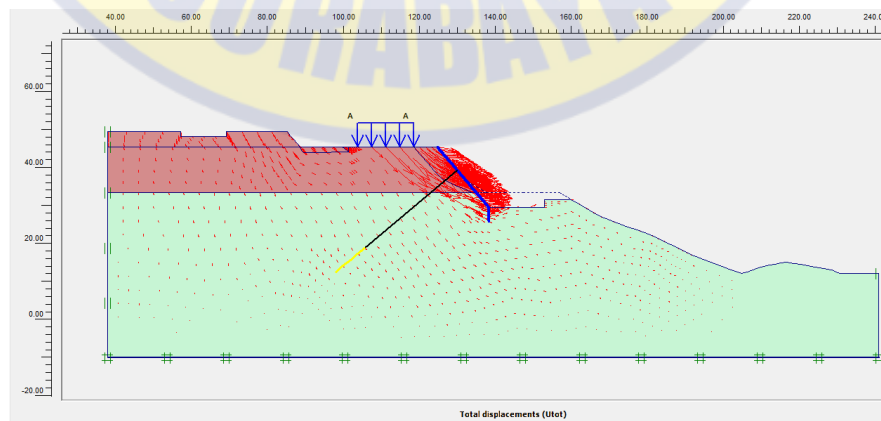
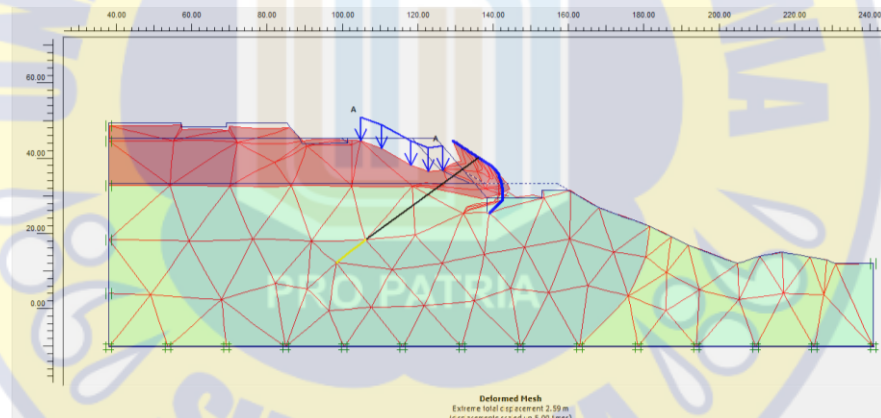


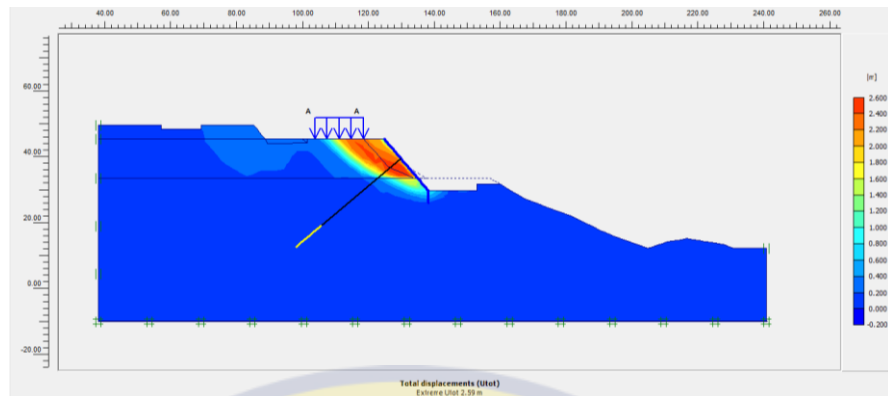


**Gambar 4.15** Displacement dan Deformed mesh fase 4 Model 2.

### 6. Tahap SF (Safety Factor)

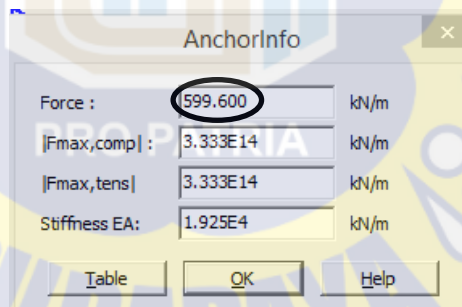
Pada tahap analisis ini (Gambar 4.16) menunjukkan hasil angka keamanan dari hasil perkuatan tanpa ditambahkan beban gempa.





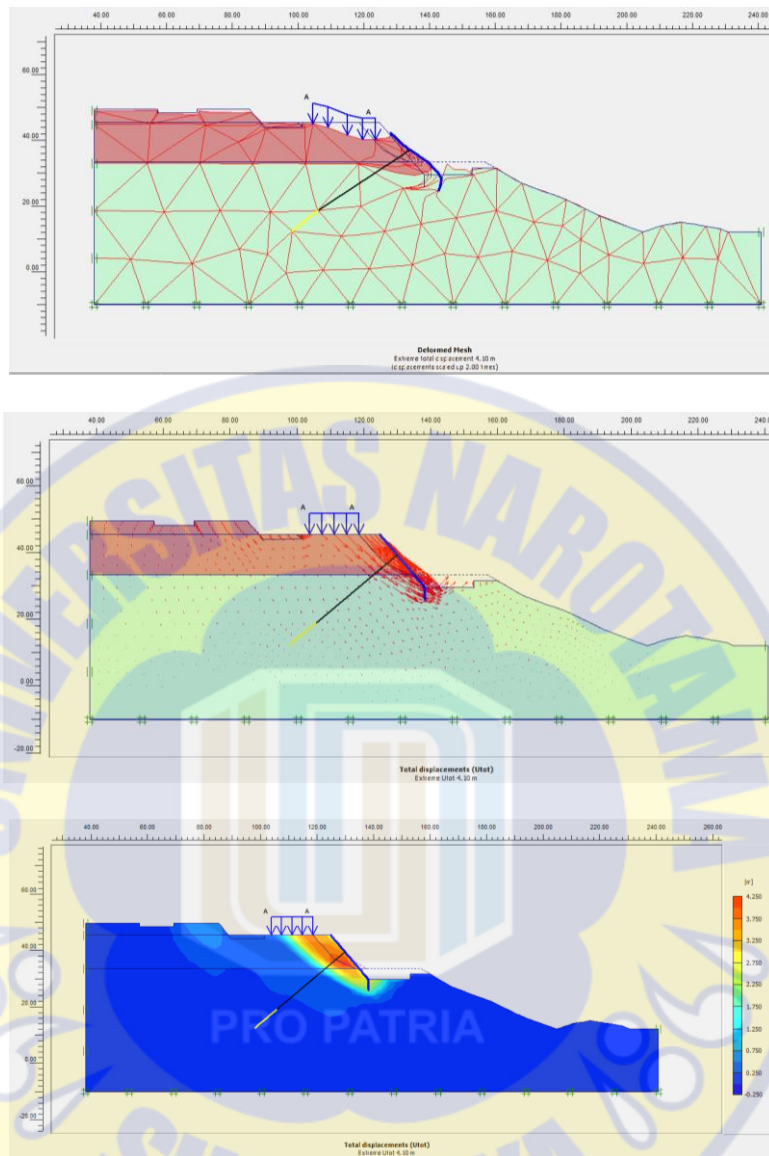
**Gambar 4.16** Displacement dan Deformed mesh fase 5 Model 2.

Dari hasil analisis setelah dilakukan perkuatan *ground anchor* didapatkan angka keamanan (*Safety Factor*) sebesar 2.4147. Hal ini lereng dinyatakan telah melampaui batas minimum berdasarkan (SNI-8460 2017) yaitu nilai minimum sebesar 1.5. Tetapi, SF yang di dapat tersebut belum dilakukan *stressing* pada tendon sesuai dengan beban yang dapat ditampung yakni sebesar 559.600 kN/m (Gambar 4.17).



**Gambar 4.17** Batas kekuatan gaya tarik tendon *ground anchor*.

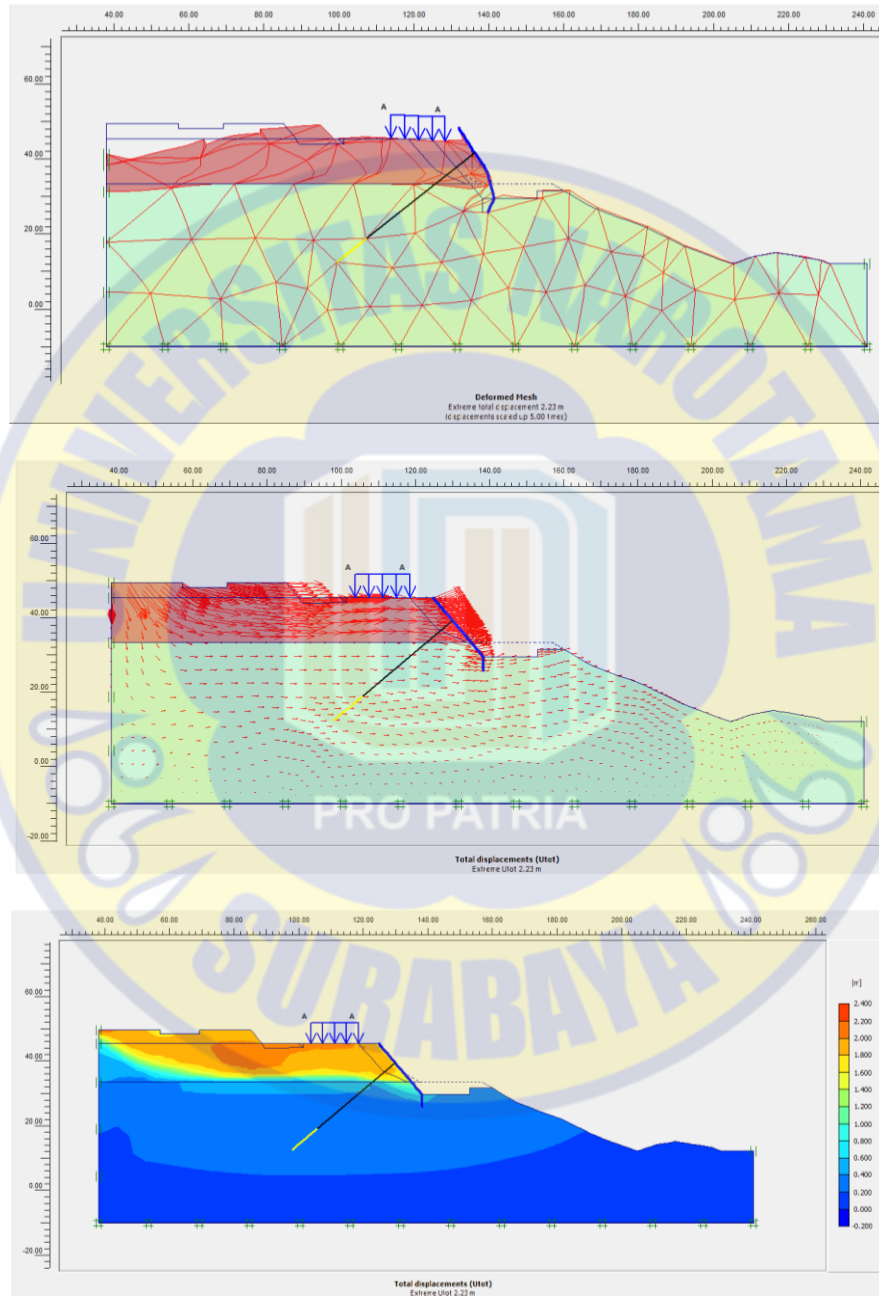
Artinya gaya tarik yang dapat diberikan pada tendon sebesar 559.600 kN/m atau setara 57.0633 Ton/m. Setelah dilakukan *stressing* di lakukan *running* dengan hasil output (Gambar 4.18) sebagai berikut:



**Gambar 4.18** Hasil setelah dilakukan *stressing pada tendon Model 2*. Dari hasil yang dapat dilihat SF yang didapatkan sebesar 2.8374 hal ini menunjukkan bahwa hasil analisis SF mengalami peningkatan.

## 7. Tahap Analisis EQ

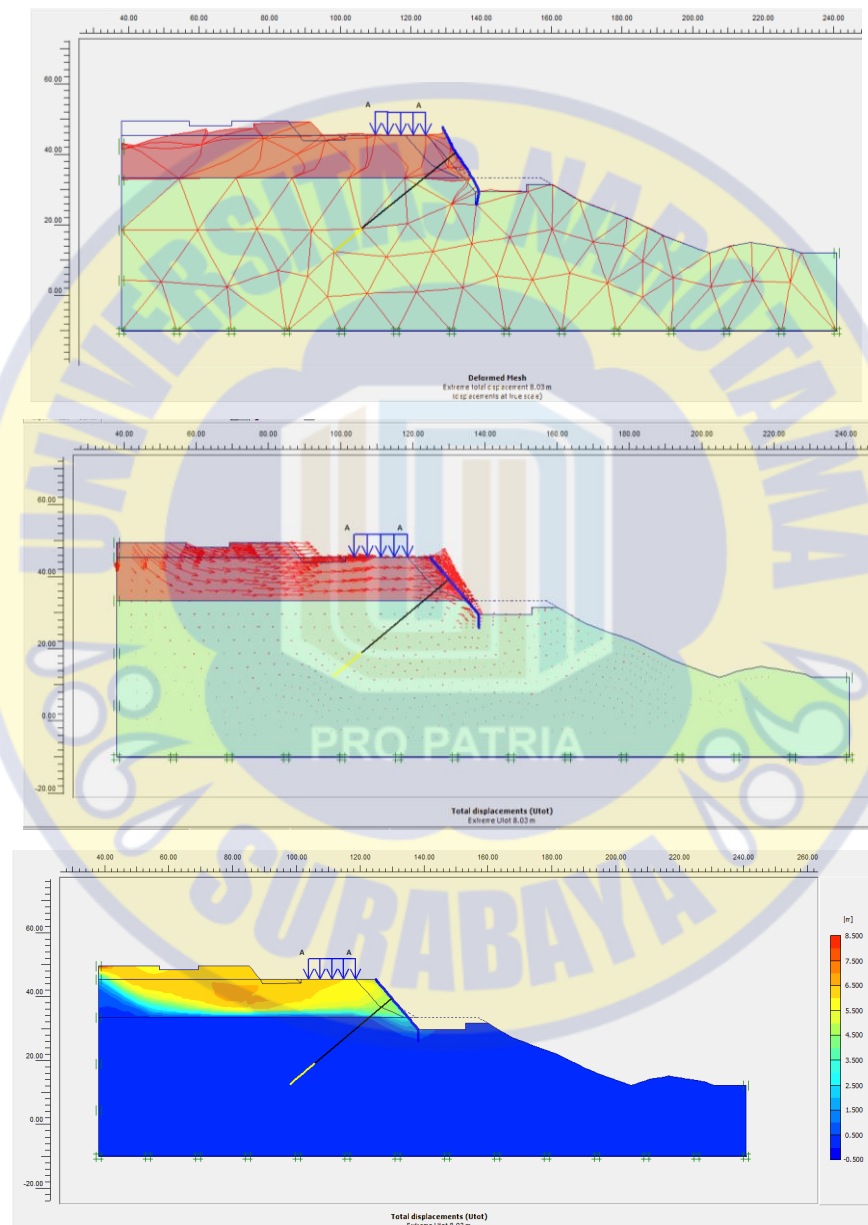
Pada tahap ini (Gambar 4.19) menunjukkan hasil dari input beban spektrum gempa sebesar 0.25 g.



**Gambar 4.19** Displacement dan Deformed mesh fase 6 Model 2.

## 8. Tahap SF (Safety Factor) Akhir

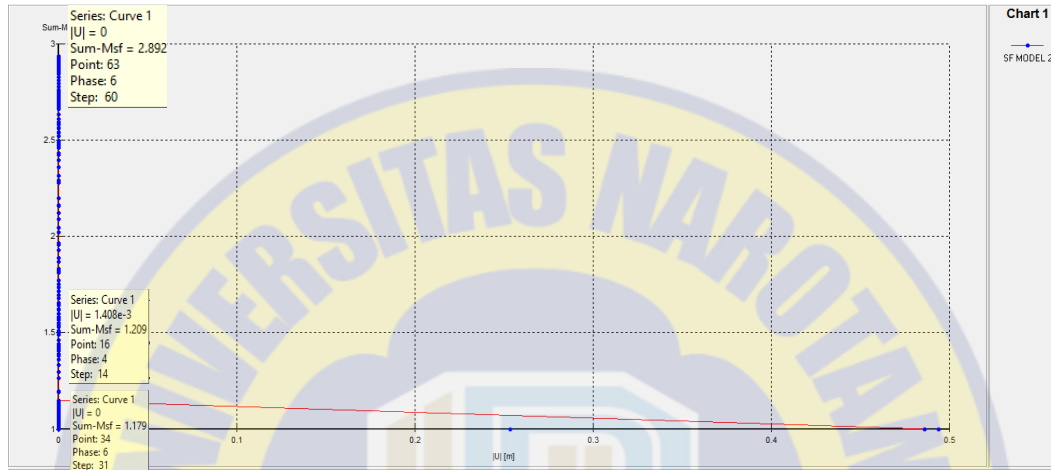
Pada tahap ini menunjukkan akhir untuk mendapatkan angka keamanan setelah dilakukan rangkaian analisis dengan penambahan beban gempa sebesar 0.25g (Gambar 4.20).



**Gambar 4.20** Displacement dan Deformed mesh fase 7 Model 2.

Dari hasil analisis setelah dilakukan perkuatan terhadap *Ground Anchor* dengan EQ analisis atau penambahan beban gempa sebesar 0.25g didapatkan

angka keamanan (*Safety Factor*) sebesar 1.1460. Hal ini lereng dinyatakan aman karena angka keamanan melampaui angka keamanan yang disyaratkan dari (SNI-8460 2017) yaitu nilai minimum sebesar  $FK > 1.1$ . Dengan grafik SF 01, SF 02, SF 03 tergambar dalam (Gambar 4.21).



**Gambar 4.21** Grafik *Safety Factor* hasil dari analisis.



### 4.3.3 Perkuatan Hanya Dengan *Bored pile* dan *Ground Anchor*

Dalam melakukan input *plaxis* 8.2 didapatkan input koordinat (Tabel 4.3)

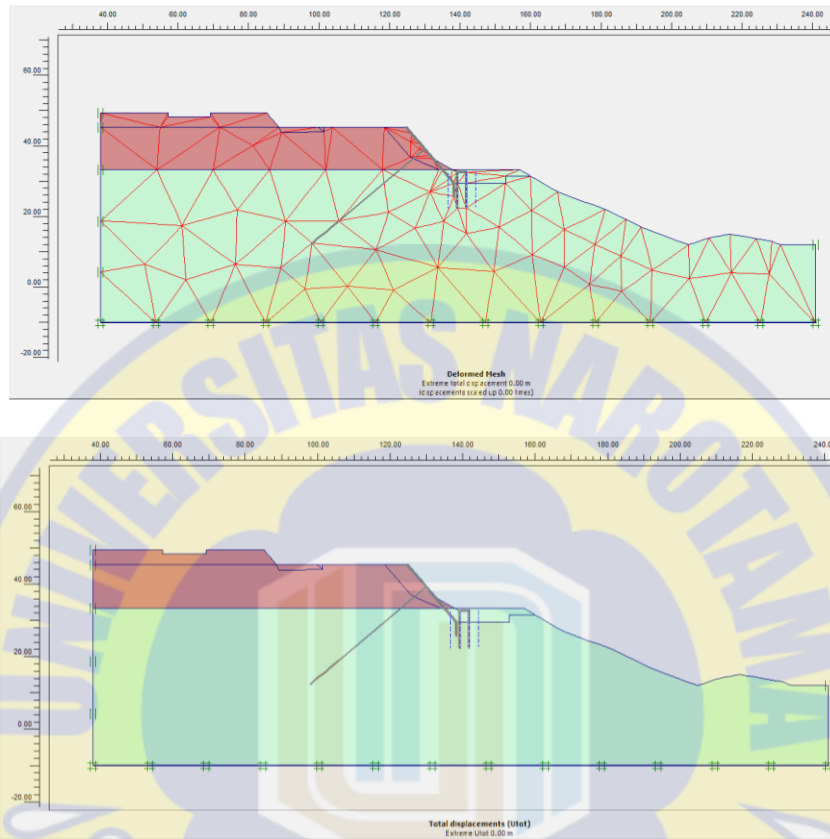
sebagai berikut :

**Tabel 4.3** Input Koordinat Pada Model 3 Plaxis 8.2

Point	X [m]	Y [m]	Point	X [m]	Y [m]
0	160	31.7	27	156.9236	33.5
1	167.6	27.2	28	38	49.68333
2	181.2	22.2	29	38	-10
3	191.4	17.2	30	38	45.5
4	204.8	12.2	31	38	33.5
5	210.7	14.2	32	126	37
6	216.6	15.2	33	118.4444	45.5
7	224	14	34	133.875	33.5
8	228.4	13.2	35	138.25	26
9	230.8	12.2	36	135.028	33.5
10	240.8	12.2	37	129.907	39.50696
11	240.8	-10	38	105.6	19
12	38.1	49.6	39	103.8	45.5
13	57.2	49.6	40	98	12.7
14	57.2	48.4	41	141.75	32.7
15	69.2	48.4	42	141.75	22.7
16	69.2	49.6	43	141.75	29.7
17	85.2	49.6	44	139.25	32.7
18	89.4	44	45	139.25	22.7
19	101.4	44.25712	46	139.25	29.7
20	101.4	45.5	47	132.4829	36.48542
21	124.8	45.5	48	137.8199	33.5
22	138.25	29.7	49	137.1278	31.02355
23	152.9	29.7	50	99.74189	45.5
24	152.9	31.7	51	126.3196	43.71673
25	187	19.4	52	127.4169	42.42914
26	88.644	45.5	53	128.803	40.80253
			54	131.561	37.56678

## 1. Tahap Initial Phase

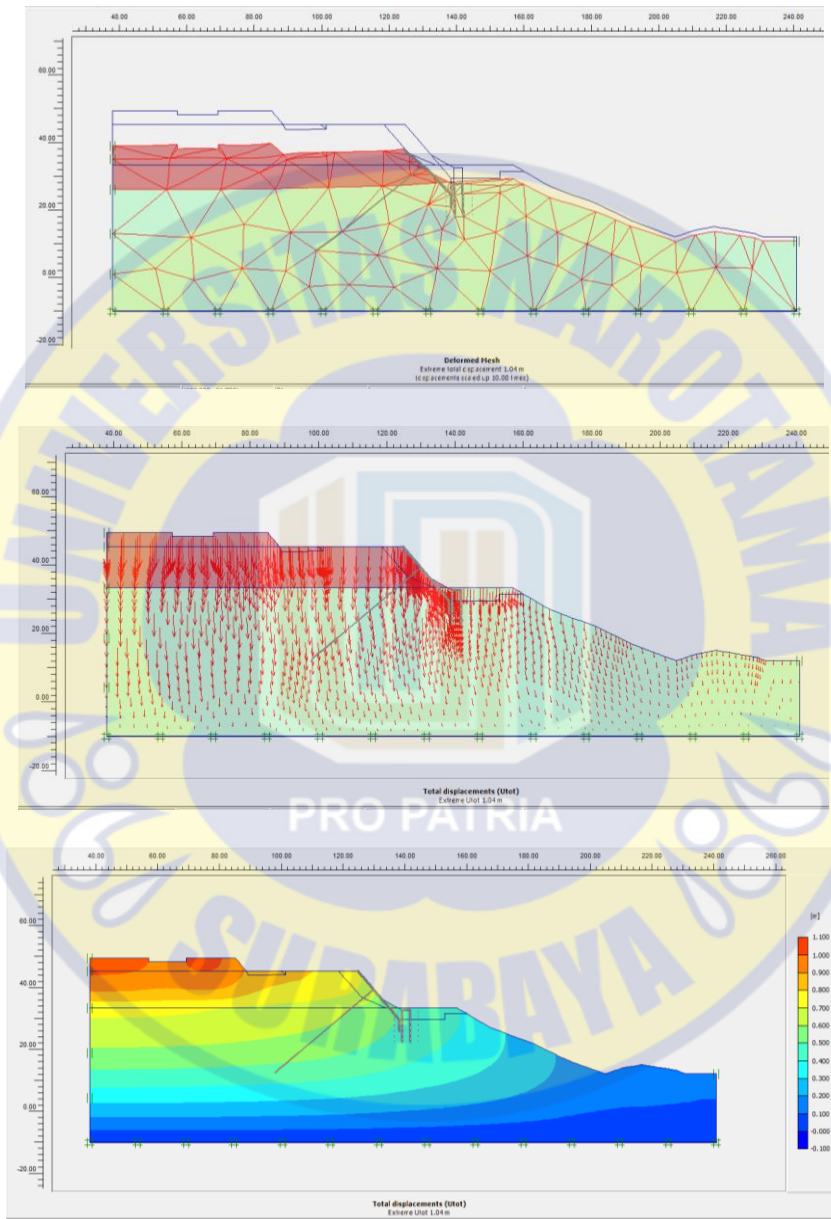
Tahapan awal (Gambar 4.22).



**Gambar 4.22** Displacement dan Deformed mesh fase 0 Model 3.

## 2. Tahap *Gravity Loading*

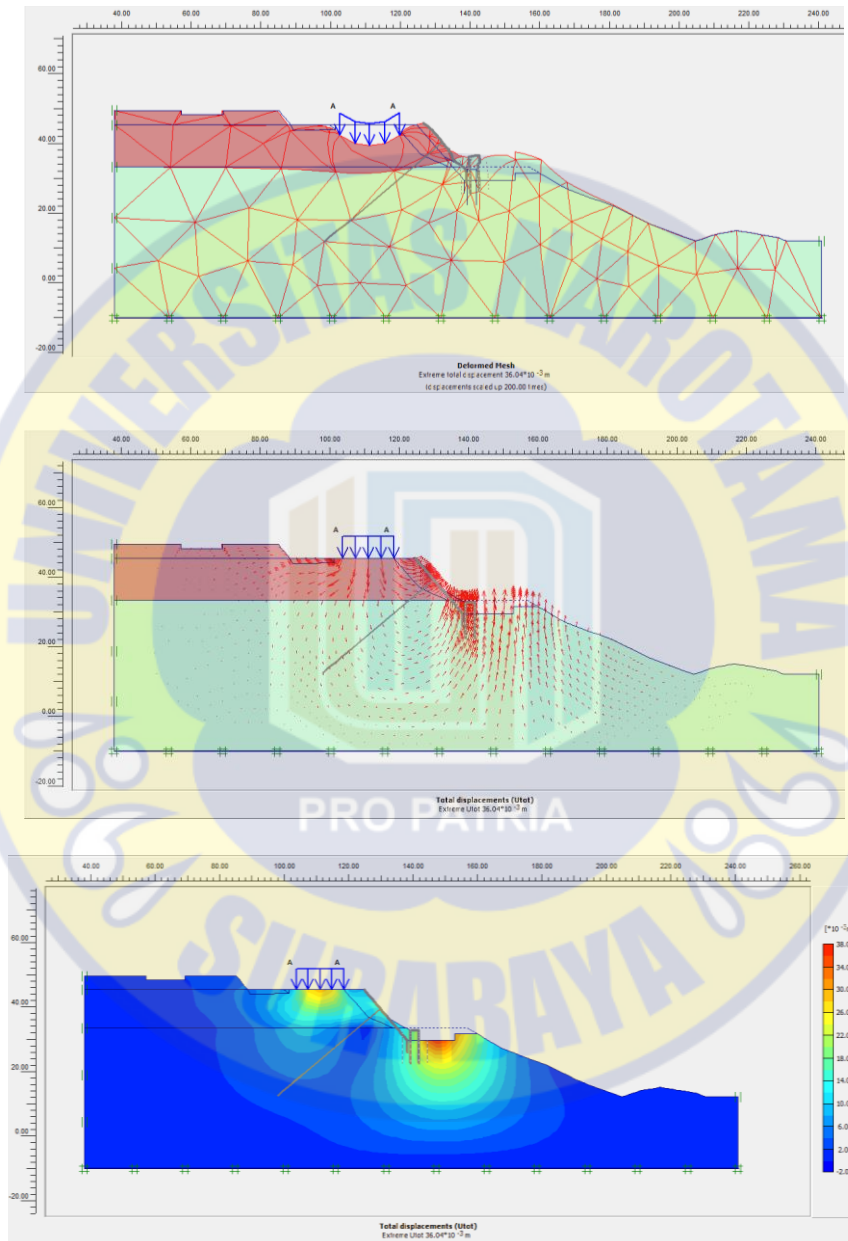
Tahapan awal sesuai desain awal (Gambar 4.23).dari model perencanaan karena beban yang bekerja pada tanah akibat beban dari pengerukan baru.



**Gambar 4.23** Displacement dan Deformed mesh fase 1 Model 3.

### 3. Tahap Pembebanan 25 kPa

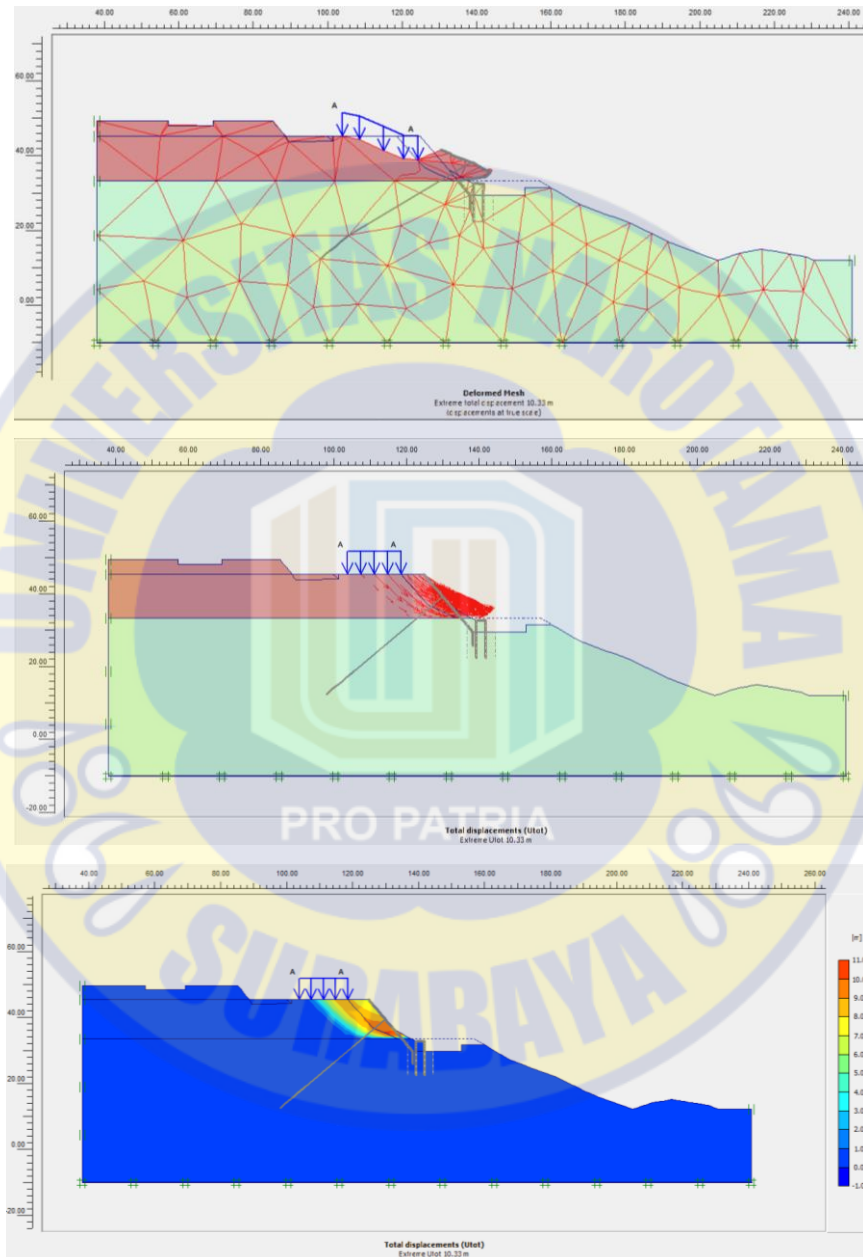
Pada tahap ini (Gambar 4.24). menunjukkan hasil dari pembebanan sebesar 25 kPa.



Gambar 4.24 Displacement dan Deformed mesh fase 2 Model 3.

#### 4. Tahap *Safety Factor* Sebelum dilakukan perkatan

Pada tahap ini menunjukan hasil angka keamanan sebelum dilakukan perkuatan (Gambar 4.25)..

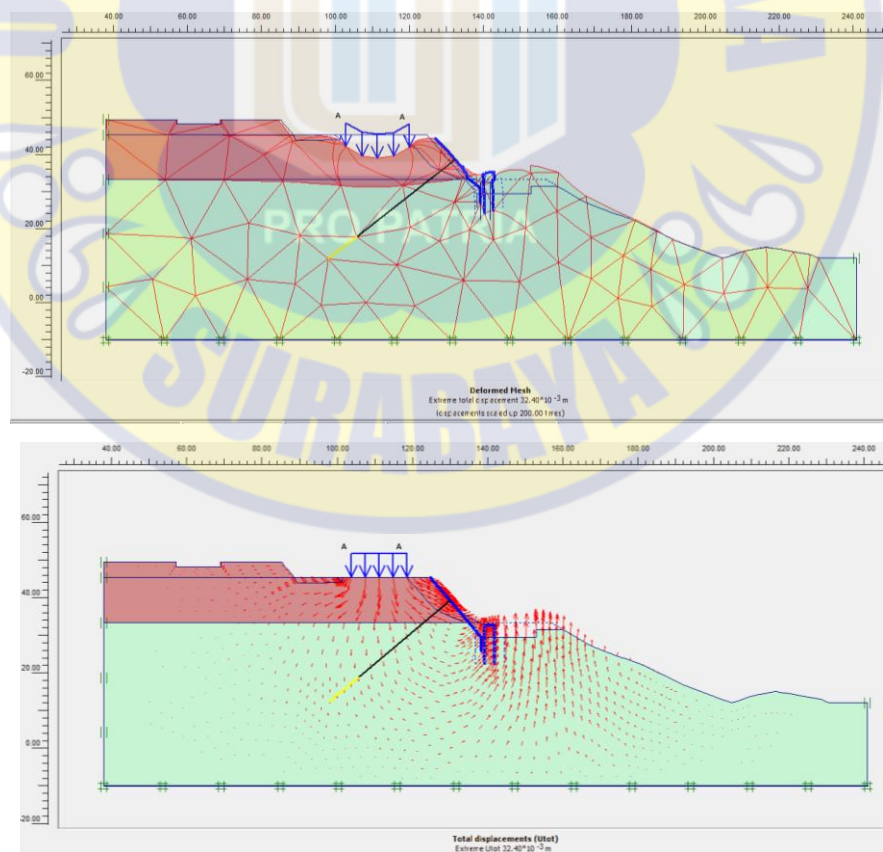


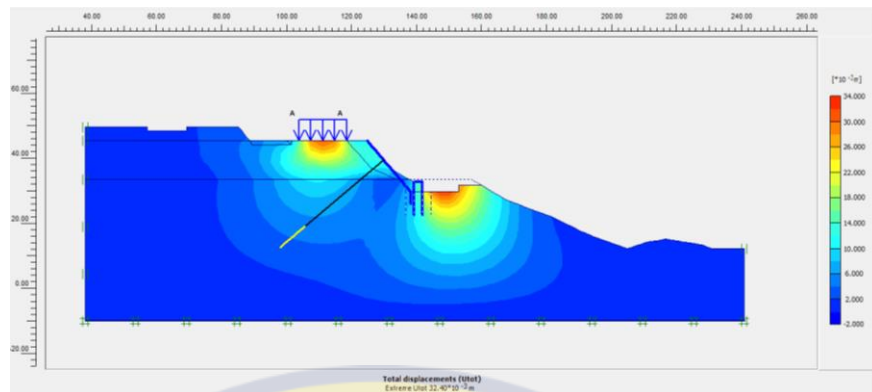
**Gambar 4.25** *Displacement* dan *Deformed mesh* fase 3 Model 3.

Dari hasil analisis sebelum dilakukan perkuatan didapatkan angka keamanan (*Safety Factor*) sebesar 1.2095. Hal ini lereng dinyatakan tidak aman berdasarkan (SNI-8460 2017) yaitu nilai minimum sebesar 1.5.

##### 5. Tahap *Activasi Ground Anchor dan Bored Pile* tanpa Beban Gempa

Pada tahap ini menunjukkan hasil dari perkuatan lereng dengan *ground anchor* dan *bored pile* tanpa pembebanan gempa. Pada pemodelan 3 (Gambar 4.26). *ground anchor* dipasang dengan kedalaman maksimal mencapai tanah keras (*dense clay*) dan dilakukan *stressing* pada tendon sesuai beban layan yang mampu di tahan oleh *ground anchor* per m<sup>2</sup>. Adapun *bored pile* di pasang pada posisi bawah lereng yang mempunyai fungsi sebagai dinding penahan tanah bawah.

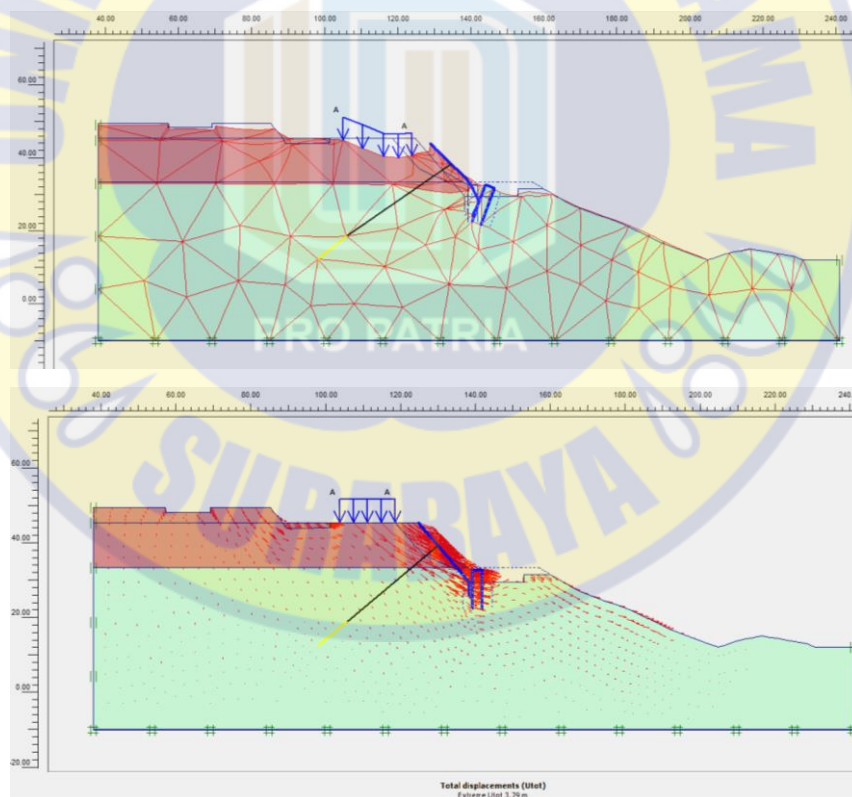


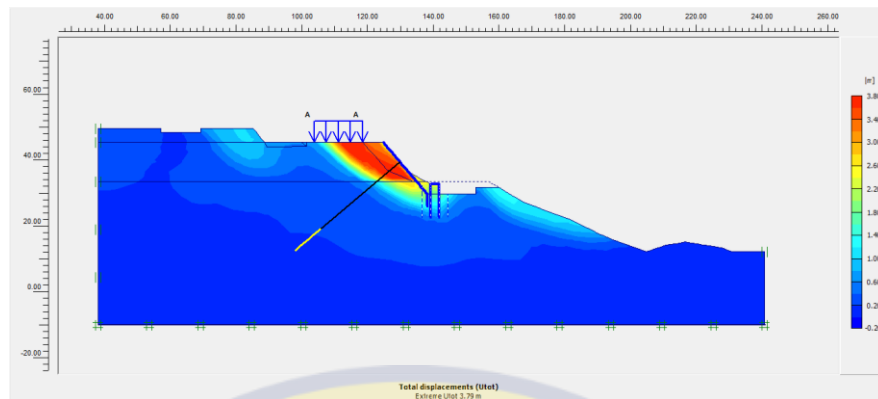


**Gambar 4.26** Displacement dan Deformed mesh fase 4 Model 3.

### 6. Tahap SF (Safety Factor)

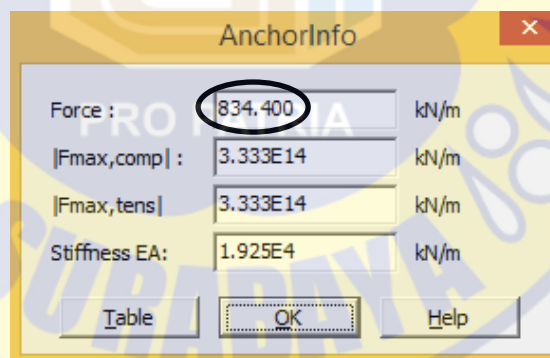
Pada tahap ini (Gambar 4.27). menunjukan hasil angka keamanan dari hasil perkuatan tanpa ditambahkan beban gempa.





**Gambar 4.27** Displacement dan Deformed mesh fase 5 Model 3.

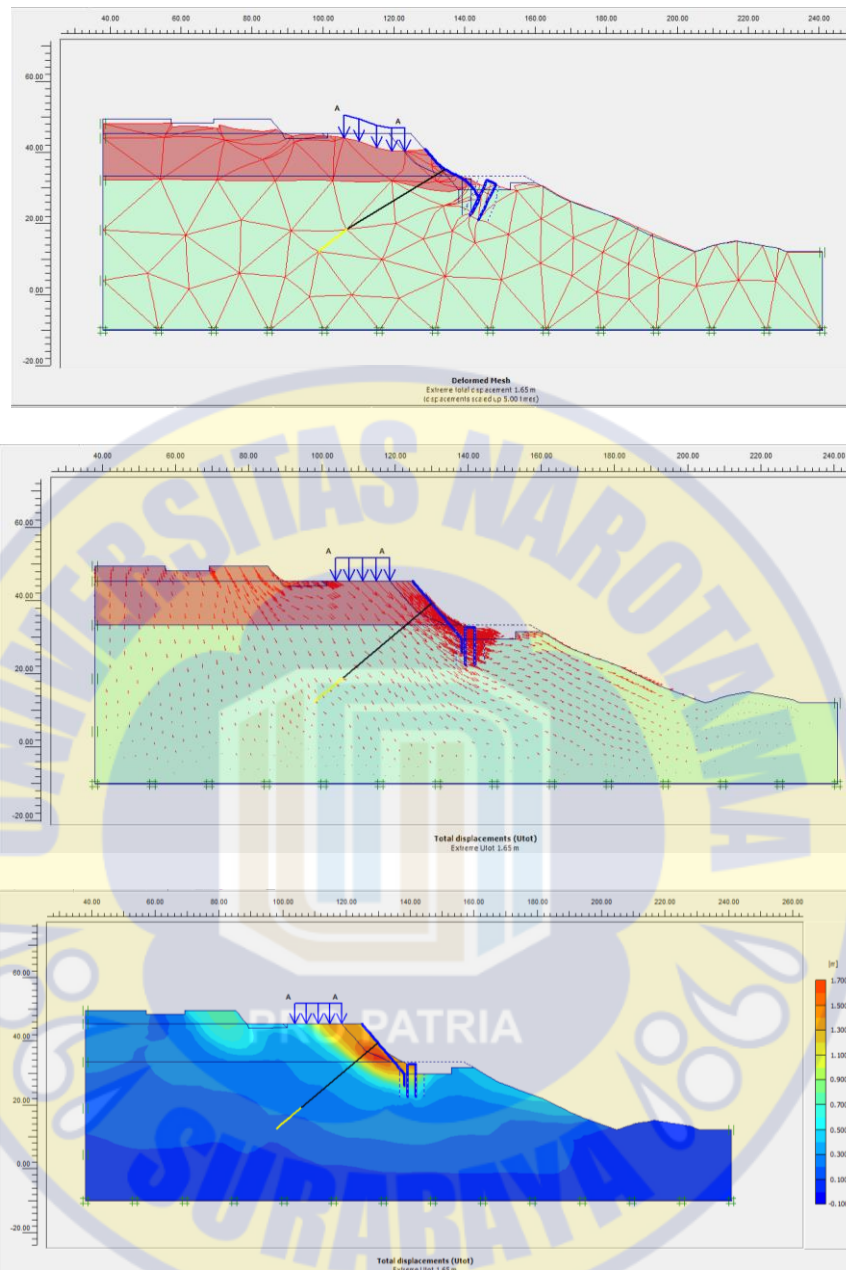
Dari hasil analisis (Gambar 4.27) setelah dilakukan perkuatan *ground anchor* didapatkan angka keamanan (*Safety Factor*) sebesar 2.9808. Hal ini lereng dinyatakan telah melampaui batas minimum berdasarkan (SNI-8460 2017) yaitu nilai minimum sebesar 1.5. Tetapi SF yang di dapat tersebut belum dilakukan *stressing* pada tendon dengan nilai tarik sebesar tertera pada (Gambar 4.28).



**Gambar 4.28** Batas kekuatan gaya tarik tendon *ground anchor*.

Artinya gaya tarik yang dapat diberikan pada tendon sebesar 834.400 kN/m atau setara 85.085 Ton/m. Dengan hasil *sliding* terlihat pada gambar (Gambar 4.29).



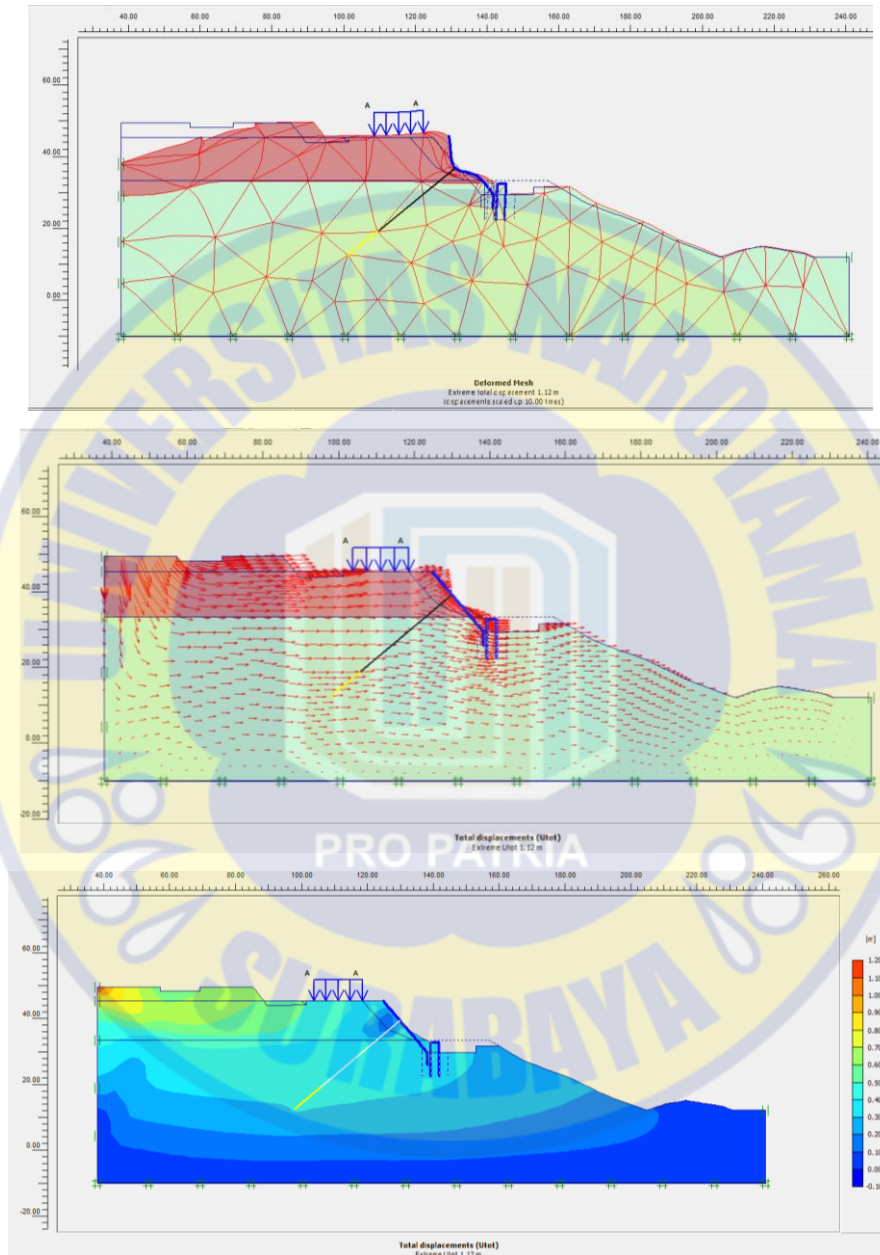


**Gambar 4.29** Hasil setelah dilakukan *stressing* pada tendon Model 3.

Dari hasil yang dapat dilihat SF yang didapatkan sebesar 3.1000, hal ini menunjukkan bahwa hasil analisis SF mengalami peningkatan setelah dilakukan *stressing* dan lereng diperkirakan aman dari longsor/*sliding*.

## 7. Tahap Analisis EQ

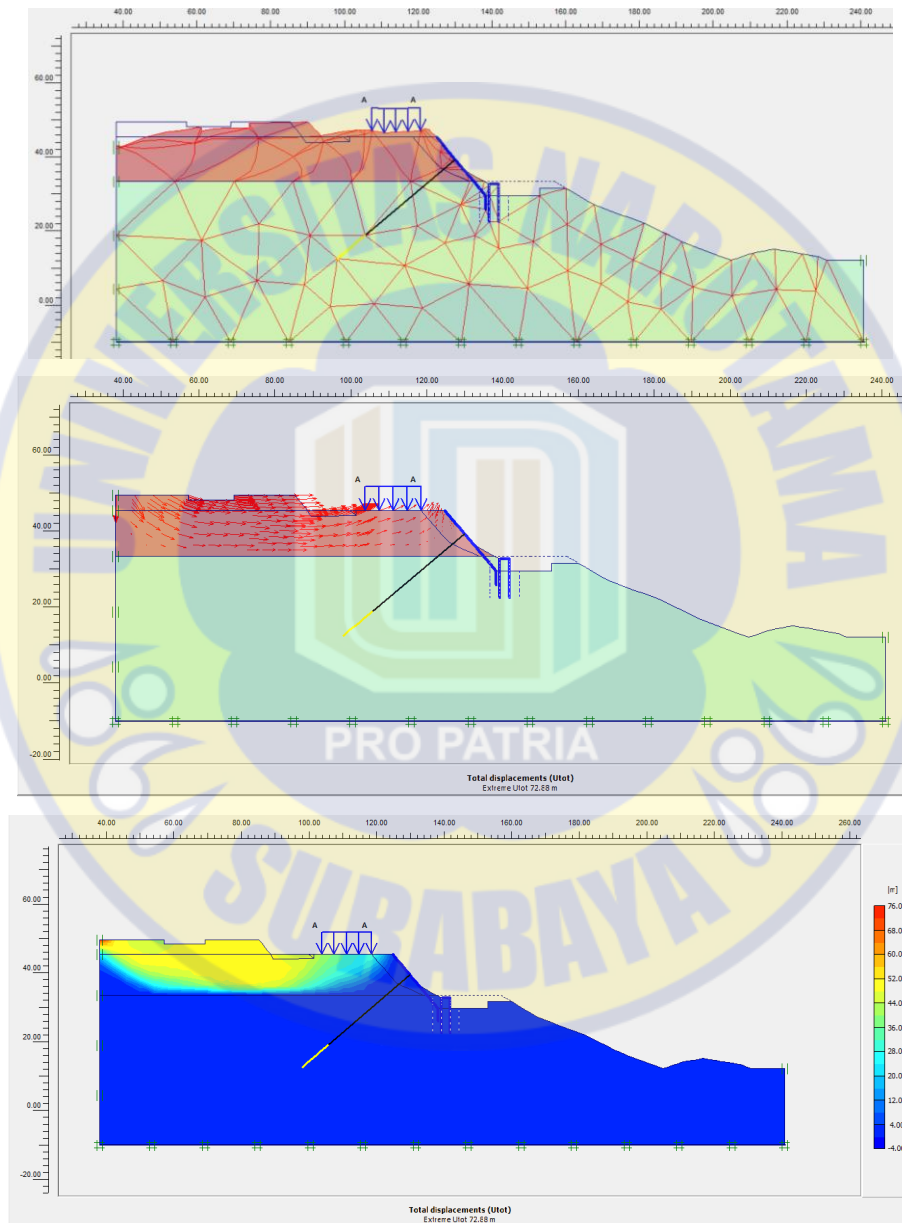
Pada tahap ini (Gambar 4.30) menunjukkan hasil dari input beban spektrum gempa sebesar 0.25 g.



**Gambar 4.30** Displacement dan Deformed mesh fase 6 Model 3.

## 8. Tahap SF (Safety Factor) Akhir

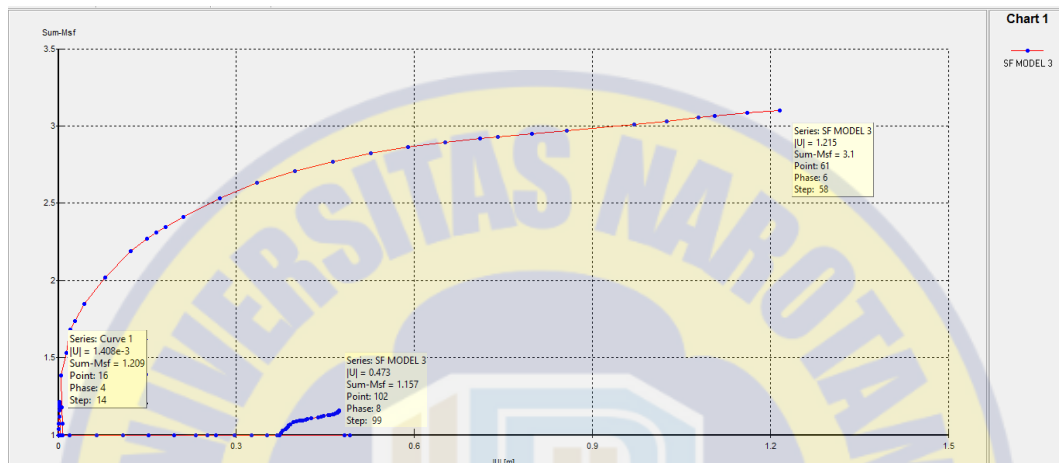
Pada tahap akhir di (Gambar 4.31) menunjukkan akhir untuk mendapatkan angka keamanan setelah dilakukan rangkaian analisis dengan penambahan beban gempa sebesar 0.25g.



**Gambar 4.31** Displacement dan Deformed mesh fase 7 Model 3.

Dari hasil analisis setelah dilakukan perkuatan terhadap *Ground Anchor* dan *bored pile* dengan EQ analisis atau penambahan beban gempa sebesar 0.25g

didapatkan angka keamanan (*Safety Factor*) sebesar 1.1605. Hal ini lereng dinyatakan aman karena angka keamanan melampaui angka keamanan yang disyaratkan dari (SNI-8460 2017) yaitu nilai minimum sebesar  $SF > 1.1$ . dengan gambaran grafik nilai SF pada (Gambar 4.32).

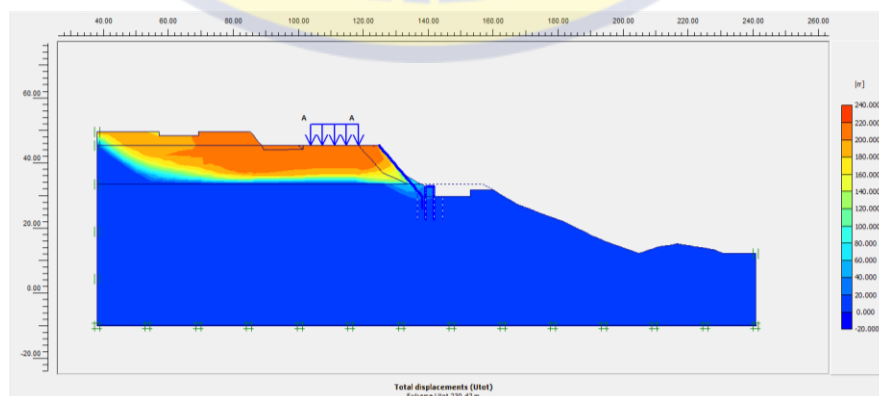


**Gambar 4.32** Grafik *Safety Factor* hasil dari analisis Model 3.

#### 4.4 Analisis Geoteknik

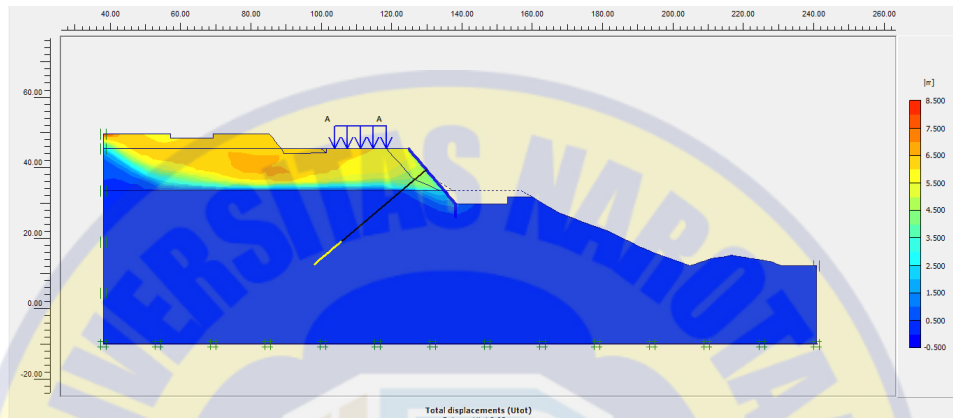
Dari hasil setelah dilakukan calculate dan running dari setiap model didapatkan hasil sebagai berikut :

1. Analisis model 1 dengan perkuatan *bored pile* dengan hasil SF akhir sebesar 1.0108 dan hal ini dinyatakan lereng dalam keadaan tidak aman seperti terlihat pada (Gambar 3.33).



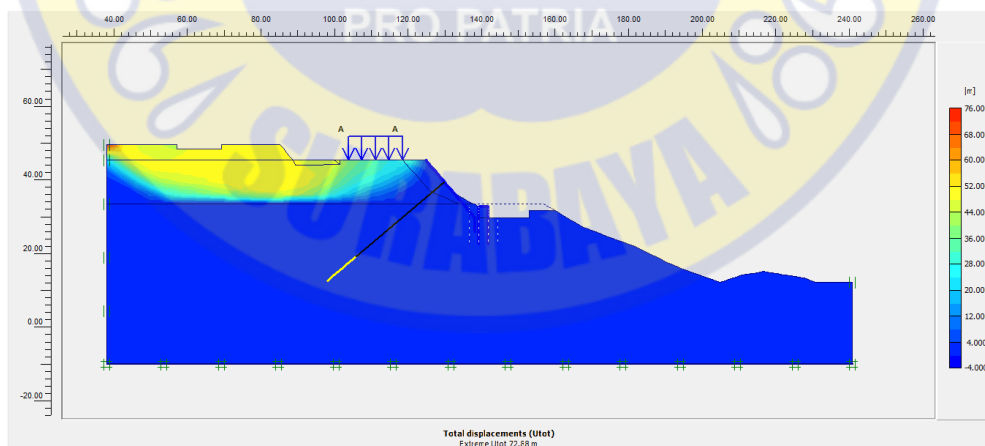
**Gambar 4.33** Gambar Hasil Akhir Analisis Model 1 *Plaxis 8.2*.

2. Analisis model 2 dengan perkuatan *ground anchor* dengan hasil SF akhir sebesar 1.1460 dan hal ini dinyatakan lereng dalam keadaan aman seperti terlihat pada (Gambar 3.34). Tetapi, dikhawatirkan terjadi gerusan tanah pada lereng pada bagian bawah karena tidak ada komponen strukturnya.



**Gambar 4.34** Gambar Hasil Akhir Analisis Model 2 *Plaxis 8.2*.

3. Analisis model 3 dengan perkuatan *ground anchor* dan *bored pile* dengan hasil SF akhir sebesar 1.1605 dan hal ini dinyatakan lereng dalam keadaan aman seperti terlihat pada (Gambar 3.35).



**Gambar 4.35** Gambar Hasil Akhir Analisis Model 3 *Plaxis 8.2*.

Hasil dari analisis dan perhitungan harus dilakukan pengecekan terhadap kondisi lapangan. Dari permodelan kondisi lereng, *ground anchor*, *bored pile*, *diaphragm wall* dan *running* dengan tambahan spektrum gempa didapatkan nilai (*safety factor*) yang berbeda beda dari setiap model.

Penggunaan *ground anchor* menunjukkan sangat berpengaruh terhadap perkuatan lereng. Dari mulai sebelum dilakukan perkuatan, lereng mengalami kelongsoran dengan nilai faktor keamanan hanya 1.2095 ini tidak memenuhi persyaratan minimum nilai faktor keamanan yang di syaratkan yaitu  $SF > 1.5$  dalam SNI 8460-2017 dengan pembebanan yang diberikan sebesar 25 kPa. Oleh karena itu, perkuatan pada lereng tersebut diperlukan agar tanah lereng tidak mengalami kelongsoran.

Analisis ini dilakukan dengan 2 metode analisis yaitu dengan analisis statis dan earthquake. Pembenanan pada lereng mengacu pada SNI 8460-2017 dengan pembebanan yang diberikan sebesar 25 kPa. Analisis statis yaitu analisis dengan permodelan tanpa diberikan beban gempa. Sedangkan, analisis earthquake yaitu analisis dengan permodelan dengan disertai beban gempa. Analisis earthquake dilakukan karena kawasan lereng berada pada kawasan rawan gempa. Sehingga, penanganan kelongsoran bisa dilakukan sebelum gempa terjadi. Hasil akhir SF keseluruhan model terdapat pada (Tabel 4.4)

**Tabel. 4.4** Hasil Analisis Dari Setiap Model.

NO	Jenis Perkuatan		Nilai SF	Persyaratan SNI 8460-2017	Keterangan
1	<i>Bored pile</i>	<i>Safety Factor 1</i>	1.2095	FK > 1.5	NOT OK
		<i>Safety Factor 2</i>	2.103	FK > 1.5	OK
		<i>Safety Factor 3</i>	1.0108	FK > 1.1	NOT OK
2	<i>Ground anchor</i>	<i>Safety Factor 1</i>	1.2095	FK > 1.5	NOT OK
		<i>Safety Factor 2</i>	2.8374	FK > 1.5	OK
		<i>Safety Factor 3</i>	1.1460	FK > 1.1	OK
3	<i>Bored pile dan ground anchor</i>	<i>Safety Factor 1</i>	1.2095	FK > 1.5	NOT OK
		<i>Safety Factor 2</i>	3.1000	FK > 1.5	OK
		<i>Safety Factor 3</i>	1.1605	FK > 1.1	OK

*Ground anchor* dan *bored pile* digunakan karena paling cocok untuk kondisi lereng dengan hasil SF (*safety factor*) yang didapat dari hasil analisis.

Faktor keamanan akhir yang didapatkan dari kedua analisis adalah tercantum dalam Tabel 4.4. nilai SF (*Safety factor*) menunjukkan bahwa lereng dalam kondisi aman meskipun ketika terjadi gempa ketika menggunakan perkuatan *bored pile* dan *ground anchor*, serta dalam pengaplikasiannya menggunakan kaidah *bio engineering* untuk mencegah pergerakan tanah dangkal ataupun akibat mengalirnya air hujan.

#### **4.5 Analisis Penggunaan kaidah *bio engineering***

Dalam analisis di *plaxis 8.2 bio engineering* hanya dimodelkan dengan *beam/pile cap* dengan permukaan pada lereng yang tidak ditutup *full*

*shotcrete*. Untuk data nilai pemodelan *beam* atau *pile cap* pada *plaxis 8.2* telah dijelaskan pada Tabel 3.7.

Penggunaan kaidah *bio engineering* yang bisa diterapkan pada saat pengaplikasian langsung di lapangan. Vegetasi yang di sarankan untuk pengaplikasian yaitu sejenis tumbuhan yang memiliki akar serabut ataupun tumbuhan stek. Salah satu contoh tumbuhan tersebut adalah tanaman akar wangi, dimana akar wangi memiliki akar serabut di rasa mampu memberikan kekuatan lebih untuk menahan gerakan lereng, mencegah gerusan tanah lereng akibat mengalirnya air hujan dan mencegah adanya tambahan air akibat rembesan.

Untuk struktur yang digunakan yaitu *beam/pile cap*. *Bio engineering* juga memiliki keunggulan yang mudah dalam pengaplikasiannya karena menggunakan tanaman yang mudah didapatkan. Selain itu, *bio engineering* juga murah jika dibandingkan dengan penggunaan beton *shotcrete* pada semua bagian lereng yang mana dengan kaidah *bio engineering* tidak perlu menggunakan beton *shotcrete* pada semua sisi lereng dan beberapa bagian dapat digantikan dengan vegetasi seperti yang tergambar pada (Gambar 2.10) yang lebih murah dan memiliki fungsi yang sama yaitu mampu menahan gerakan tanah dangkal dan gerusan tanah lereng karena air hujan serta tekanan air dari belakang tetap bisa natural mengalir.