

## **BAB V**

### **ANALISIS DAN PEMBAHASAN**

#### **5.1 Gambaran Umum Proyek**

Kondisi dinding penahan tanah yang berada pada Overpass Simpang Parangin memiliki kedalaman 9 meter dengan panjang kurang lebih 25 meter yaitu dari Sta. 250-275. Dinding penahan tanah tersebut terbuat dari beton bertulang yang kokoh, namun demikian diperlukan analisis stabilitas dinding penahan tanah untuk mengetahui seberapa besar gaya yang dapat ditahan oleh dinding penahan tanah tersebut akibat beban yang terjadi.

Pada tugas akhir ini untuk mengetahui nilai stabilitas dan deformasi yang terjadi pada struktur dinding penahan tanah akibat gaya luar yang bekerja menggunakan program plaxis.

#### **5.2 Data Geoteknik**

Dinding penahan tanah yang bertumpu pada kondisi geoteknik berdasarkan data Bor Log BH-1. Untuk lebih jelasnya data hasil uji Bor-Log BH-1 dapat dilihat pada Gambar 5.2a dan Gambar 5.2b.

## BORING PROFILE



Project	Overpass Balangan PT. Adaro	Coordinate		BORING NO.
Work	Soil Investigation	X		STA. 0 + 300
Location	Balangan	Y		BH-1
Date	June 18 - 20, 2015	Z		
Total Depth	30.00 M			
GWL	-4.20 M			

DEPTH	SPT	N-SPT	CURVE	KIND OF TEST	NO. SAMPLE	BOR PROFILE	DESCRIPTION
0.00			10 20 30 40 50 60				Tanah Urugan, lempung sedikit kerikil, merah kecoklatan, kaku
1.00							Pasir berlanau dan berlempung dengan kerikil (SC-SM), plastisitas rendah, kuning kecoklatan, kaku
2.00	5 5 5	11	10 20 30 40 50 60	X	UDS 1 SPT 1		Pasir berlanau dan berlempung dengan kerikil (SC-SM), plastisitas rendah, merah sedikit kuning keabu-abuan, kaku
3.00	10 10 10						Batubara muda, hitam kecoklatan, sedang
4.00	2 4 2	11	10 20 30 40 50 60	X	SPT 2		
5.00	10 10 10						
6.00	2 2 5	8	10 20 30 40 50 60	X	SPT 3		Lanau plastisitas sedang (ML), abu-abu tua, kaku
7.00	10 10 10						
8.00	4 5 2	15	10 20 30 40 50 60	X	UDS 2 SPT 4		Lanau plastisitas sedang (ML), abu-abu tua, sangat kaku
8.60	10 10 10						
9.00							
10.00	5 10 15	26	10 20 30 40 50 60	X	SPT 5		
11.00	10 10 10						
12.00	5 22 12	29	10 20 30 40 50 60	X	UDS 3 SPT 6		Lanau plastisitas sedang (ML), hitam kecoklatan, sangat kaku
13.00	10 10 10						Lanau plastisitas sedang (ML), hitam kecoklatan, keras
14.00	15 22 25	46	10 20 30 40 50 60	X	SPT 7		
15.00	10 10 10						
16.00	22 21 22	44	10 20 30 40 50 60	X	SPT 8		
17.00	10 10 10						
18.00	10 10 22	42	10 20 30 40 50 60	X	SPT 9		Lanau sedikit organik dengan pasir plastisitas sedang (ML), hitam kecoklatan, keras
19.00	10 10 10						
20.00	22 22 22	50	10 20 30 40 50 60	X	DS 1 SPT 10		Lanau sedikit organik dengan pasir plastisitas sedang (ML), abu-abu muda, keras
	10 10 10						

Boring Master : Mskun

Technical Report : Lina Selvia, Amd

Geotechnical Engineer : Yusti Yudiwati, MT

**Gambar 5.1a Data Bor-Log BH-1**  
(Sumber: PT. Wijaya Karya, 2015)

# BORING PROFILE



Project	Overpass Balangan PT. Adaro	Coordinate		BORING NO.
Work	Soil Investigation	X		STA. 0 + 300
Location	Balangan	Y		<b>BH-1</b>
Date	June 18 - 20, 2015	Z		
Total Depth	30.00 M			
GWL	-4.20 M			

DEPTH	SPT	N-SPT	CURVE	KIND OF TEST	NO. SAMPLE	BOR PROFILE	DESCRIPTION
21.00							Lanau sedikit organik dengan pasir plastisitas sedang (ML), abu-abu muda, keras
22.00	11 15	15					
23.00							
24.00	11 15	17					
25.00	15	15					Lempung, tersementasi, coklat kehitaman, keras
26.00	20 15	21					
27.00	15	15					Lanau kelempungan sedikit pasir halus, abu-abu muda, keras
28.00	11 15	24					
28.60	15	15					Lempung berlanau, tersementasi, hitam kecoklatan, keras
29.00							
30.00	12 15	24					
30.46	15	15					Lanau berlempung, tersementasi, abu-abu muda kecoklatan, keras
31.00							END OF THIS BORING
32.00							
33.00							
34.00							
35.00							
36.00							
37.00							
38.00							
39.00							
40.00							
40.45							

Boring Master : Miskun	Technical Report : Lina Selvia, Amd	Geotechnical Engineer : Yusti Yudiawati, MT
------------------------	-------------------------------------	---

**Gambar 5.1b Lanjutan Data Bor-Log BH-1**  
(Sumber: PT. Wijaya Karya, 2015)

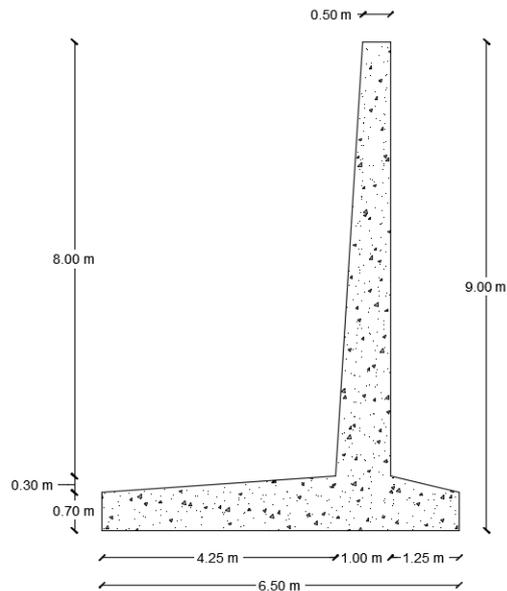
Berikut dibawah ini adalah data parameter tanah yang digunakan dalam penelitian analisis dinding penahan tanah.

1. Tanah timbunan 1
  - a. Berat volume tanah ( $\gamma$ ) = 2,11 T/m<sup>3</sup>
  - b. Kohesi ( $c$ ) = 2,76 T/m<sup>2</sup>
  - c. Sudut geser dalam ( $\varphi$ ) = 11,30°
2. Tanah timbunan 2
  - a. Berat volume tanah ( $\gamma$ ) = 1,33 T/m<sup>3</sup>
  - b. Kohesi ( $c$ ) = 2,02 T/m<sup>2</sup>
  - c. Sudut geser dalam ( $\varphi$ ) = 15,20°
- d. Tanah asli
  - a. Berat volume tanah ( $\gamma$ ) = 1,69 T/m<sup>3</sup>
  - b. Kohesi ( $c$ ) = 1,91 T/m<sup>2</sup>
  - c. Sudut geser dalam ( $\varphi$ ) = 30,90°

### 5.3 Data Dinding Penahan Tanah

Data potongan melintang dari struktur dinding penahan tanah sesuai dengan kondisi struktur dinding penahan tanah dilapangan yang dapat dilihat pada Gambar 5.2. Untuk data dari spesifikasi struktur dinding penahan tanah adalah sebagai berikut.

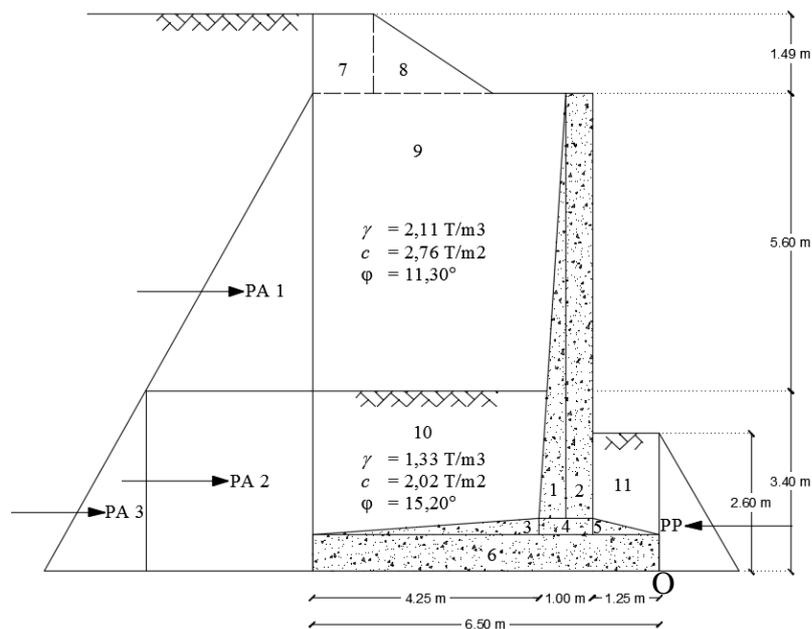
1. Dinding penahan tanah terbuat dari beton bertulang
2. Mutu beton bertulang yang digunakan adalah K-350
3. Berat volume beton bertulang yang digunakan adalah 2,4 T/m<sup>3</sup>.
4. Dinding penahan tanah memiliki jenis tipe dinding kantilever.
5. Dinding penahan tanah memiliki tinggi 9 meter dan lebar 6,5 meter.



**Gambar 5.2 Potongan Melintang Struktur Dinding Penahan Tanah**  
(Sumber: PT. Wijaya Karya, 2015)

#### 5.4 Analisis Stabilitas Dinding Penahan Tanah

Dinding penahan tanah yang akan di analisis pada penelitian ini ditinjau pada potongan melintang Sta. 250 yang dapat dilihat pada Gambar 5.4 serta dengan diagram tekanan tanah aktif dan pasif yang bekerja pada dinding penahan tanah tersebut.



**Gambar 5.3 Diagram Gaya Yang Bekerja Pada Dinding Penahan Tanah**

Hitungan gaya vertikal dan gaya momen terhadap kaki depan (titik  $O$ ) dapat dilihat pada Tabel 5.1.

**Tabel 5.1 Hitungan Gaya Vertikal dan Gaya Momen Terhadap Kaki Depan (Titik  $O$ )**

No	Berat $W$ (Ton)	Jarak dari $O$ (m)	Momen ke $O$ (Ton m)	Keterangan Momen
1	0,5 x 8 x 2,4 = 4,8	1,92	9,20	(-)
2	0,5 x 0,5 x 8 x 2,4 = 9,6	1,50	14,40	(-)
3	0,5 x 4,25 x 0,3 x 2,4 = 1,53	3,67	5,61	(-)
4	1 x 0,3 x 2,4 = 0,72	1,75	1,26	(-)
5	0,5 x 1,25 x 0,3 x 2,4 = 0,45	0,83	0,375	(-)
6	6,5 x 0,7 x 2,4 = 10,92	3,25	35,49	(-)
7	1,15 x 1,50 x 2,11 = 3,63	5,93	21,52	(-)
8	0,5 x 2,24 x 1,50 x 2,11 = 3,53	3,53	16,29	(-)
9	4,59 x 5,61 x 2,11 = 54,22	4,27	231,54	(-)
10	4,34 x 2,55 x 1,33 = 14,72	4,38	64,47	(-)
11	1,27 x 1,75 x 2,11 = 4,69	0,61	2,85	(-)
	$\Sigma W = 108,82$		$\Sigma M = 403,01$	(-)

$$\begin{aligned}
 Ka1 &= \tan\left(45 - \frac{\varphi}{2}\right)^2 \\
 &= \tan\left(45 - \frac{11,3}{2}\right)^2 \\
 &= 0,67
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Ka2 &= \tan\left(45 - \frac{\varphi}{2}\right)^2 \\
 &= \tan\left(45 - \frac{15,2}{2}\right)^2 \\
 &= 0,58
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Kp &= \tan\left(45 + \frac{\varphi}{2}\right)^2 \\
 &= \tan\left(45 + \frac{11,3}{2}\right)^2 \\
 &= 1,49
 \end{aligned}$$

Tekanan tanah aktif total dan momen terhadap  $O$  dinding penahan tanah, dihitung dalam Tabel 5.2.

$$\begin{aligned} P_{a1} &= 0,5 \times \gamma_1 \times (H1)^2 \times Ka1 \\ &= 0,5 \times 2,11 \times (5,6)^2 \times 0,67 \\ &= 22,24 T \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_{a2} &= \gamma_1 \times H1 \times Ka2 \times H2 \\ &= 2,11 \times 5,6 \times 0,58 \times 3,4 \\ &= 23,48 T \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_{a3} &= 0,5 \times \gamma_2 \times H2^2 \times Ka2 \\ &= 0,5 \times 1,33 \times 3,4^2 \times 0,58 \\ &= 4,49 T \end{aligned}$$

**Tabel 5.2 Hitungan Tekanan Tanah Aktif dan Momen Terhadap Titik  $O$**

No	$P_a$ (Ton)	Jarak dari $O$ (m)	Momen ke $O$ (Ton m)	Keterangan Momen
	a	b	$c = a \times b$	d
1	22,24	5,23	117,15	(+)
2	23,48	1,70	39,92	(+)
3	4,49	1,13	5,09	(+)
	$\Sigma P_a = 50,22$		$\Sigma M = 162,16$	(+)

Tekanan tanah pasif total dan momen terhadap  $O$  dinding penahan tanah, dihitung dalam Tabel 5.3.

**Tabel 5.3 Hitungan Tekanan Tanah Pasif dan Momen Terhadap Titik  $O$**

No	$P_p$ (Ton)	Jarak dari $O$ (m)	Momen ke $O$ (Ton m)	Keterangan Momen
	a	b	$c = a \times b$	d
1	$0,5 \times 2,11 \times 2,60^2 \times 1,49 = 10,61$	0,87	9,19	(-)

#### 5.4.1 Stabilitas Terhadap Penggeseran

Tahanan geser pada dinding penahan tanah sepanjang  $B = 6,5$  m, dihitung dengan menganggap dasar dinding sangat kasar, sehingga sudut gesek  $\delta_b = \phi_{tanah}$  dasar dan adhesi  $cd = c_{tanah}$  dasar. Berikut dibawah ini adalah perhitungan stabilitas terhadap penggeseran.

$$\begin{aligned}
 R_h &= cd \times B + (\Sigma W) \times \tan \delta_b \\
 &= 1,91 \times 6,5 + (108,82) \times \tan 30,9 \\
 &= 77,54 T \\
 F_{gs} &= \frac{\Sigma R_h}{\Sigma Pa} \\
 &= \frac{77,54}{50,22} \\
 &= 1,54 < 1,5 \rightarrow \text{Aman}
 \end{aligned}$$

#### 5.4.2 Stabilitas Terhadap Penggulingan

Angka aman terhadap penggulingan dapat dihitung dengan membandingkan momen yang menahan penggulingan daengan momen yang mengakibatkan guling. Tahanan guling pada dinding penahan tanah, dihitung dengan perhitungan sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 \Sigma M_{penahan} &= \Sigma M_w + \Sigma M_{pasif} \\
 &= 403,01 + 9,19 \\
 &= 412,20 \text{ Ton m} \\
 \Sigma M_{pendorong} &= \Sigma M_{aktif} \\
 &= 162,16 \text{ Ton m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 F_{gl} &= \frac{\Sigma M_{penahan}}{\Sigma M_{pendorong}} \\
 &= \frac{412,20}{162,16} \\
 &= 2,54 > 1,5 \rightarrow \text{Aman}
 \end{aligned}$$

### 5.4.3 Stabilitas Terhadap Keruntuhan Kapasitas Dukung Tanah

Dalam menghitung stabilitas keruntuhan kapasitas dukung tanah, pada hitungan fondasi, kedalamannya dianggap dengan tinggi tanah timbunan disebelah kanan fondasi yaitu 2,6 meter. Dalam hal ini akan digunakan persamaan Hansen sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 x_e &= \frac{\Sigma Mw - \Sigma Mgl}{\Sigma W} \\
 &= \frac{412,20 - 162,16}{108,82} \\
 &= 2,30 \text{ m} \\
 e &= \frac{B}{2} - x_e \\
 &= \frac{6,5}{2} - 2,30 \\
 &= 0,95 \text{ m} < \frac{B}{6} = \frac{6,5}{6} = 1,08 \text{ m} \\
 B' &= B - 2 \times e \\
 &= 6,5 - 2 \times 0,95 \\
 &= 4,60 \text{ m} \rightarrow \text{Lebar Efektif} \\
 A' &= B' \times 1 \\
 &= 4,60 \times 1 \\
 &= 4,60 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

Gaya horisontal:  $H = 50,22$  Ton dan gaya vertikal:  $V = 108,82$  Ton. Faktor kemiringan beban:

$$\begin{aligned}
 i_q &= \left( 1 - \frac{0,5 \times H}{V + A' \times ca \times ctg \varphi} \right)^5 \geq 0 \\
 &= \left( 1 - \frac{0,5 \times 50,22}{108,82 + 4,60 \times 1,91 \times ctg 30,9} \right)^5 \\
 &= 0,32 > 0 \rightarrow \text{OK} \\
 i_\gamma &= \left( 1 - \frac{0,7 \times H}{V + A' \times ca \times ctg \varphi} \right)^5 \geq 0 \\
 &= \left( 1 - \frac{0,7 \times 50,22}{108,82 + 4,60 \times 1,91 \times ctg 30,9} \right)^5 \\
 &= 0,19 > 0 \rightarrow \text{OK}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 N_q &= e^{(\pi \times \tan \varphi)} \times \tan^2 \left( 45^\circ + \frac{\varphi}{2} \right) \\
 &= e^{(\pi \times \tan 30,9)} \times \tan^2 \left( 45^\circ + \frac{30,9}{2} \right) \\
 &= 20,39
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 N_c &= (N_q - 1) \times \operatorname{ctg} \varphi \\
 &= (20,39 - 1) \times \operatorname{ctg} 30,9 \\
 &= 32,41
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 N_\gamma &= 1,5 \times (N_q - 1) \times \operatorname{tg} \varphi \\
 &= 1,5 \times (20,39 - 1) \times \operatorname{tg} 30,9 \\
 &= 17,41
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 i_c &= \frac{i_q - (1 - i_q)}{N_c \times \tan \varphi} \\
 &= \frac{0,32 - (1 - 0,32)}{32,41 \times \tan 30,9} \\
 &= 0,29
 \end{aligned}$$

Faktor bentuk  $s_c = s_q = s_\gamma = 1$  dan faktor kedalaman menurut Hansen:

$$\begin{aligned}
 d_c &= 1 + 0,4 \times \left( \frac{D}{B} \right) \\
 &= 1 + 0,4 \times \left( \frac{2,6}{6,5} \right) \\
 &= 1,16
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 d_q &= 1 + 2 \times \left( \frac{D}{B} \right) \times \tan \varphi \times (1 - \sin \varphi)^2 \\
 &= 1 + 2 \times \left( \frac{2,6}{6,5} \right) \times \tan 30,9 \times (1 - \sin 30,9)^2 \\
 &= 1,11
 \end{aligned}$$

$$d_\gamma = 1$$

Kapasitas dukung ultimit untuk fondasi dengan kedalaman tertentu menurut Hansen:

$$\begin{aligned}
 q_u &= d_c i_c c N_c + d_q i_q D_f \gamma N_q + d_\gamma i_\gamma 0,5 B \gamma N_\gamma \\
 &= 1,16 \times 0,29 \times 1,91 \times 32,41 + 1,11 \times 0,32 \times 2,60 \times 1,69 \times 20,39 + 1 \times 0,19 \\
 &\quad \times 0,5 \times 6,5 \times 1,69 \times 17,41 \\
 &= 70,44 \text{ T/m}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 q_{\text{all}} &= \frac{q_u}{SF} \\
 &= \frac{70,44}{3} \\
 &= 23,48 \text{ T/m}^2
 \end{aligned}$$

Maka tegangan yang terjadi didasar pondasi adalah:

$$\begin{aligned}
 q_{\text{maks}} &= \frac{W}{B} \left(1 + \frac{6e}{B}\right) \rightarrow \text{Karena nilai } e < B/6 \\
 &= \frac{108,82}{6,5} \left(1 + \frac{6 \times 0,95}{6,5}\right) \\
 &= 31,46 \text{ T/m}^2 > q_{\text{all}} = 23,48 \text{ T/m}^2 \rightarrow \text{Tidak Aman}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 q_{\text{min}} &= \frac{W}{B} \left(1 - \frac{6e}{B}\right) \rightarrow \text{Karena nilai } e < B/6 \\
 &= \frac{108,92}{6,5} \left(1 - \frac{6 \times 0,95}{6,5}\right) \\
 &= 2,03 \text{ T/m}^2 > 0 \text{ T/m}^2 \rightarrow \text{Aman}
 \end{aligned}$$

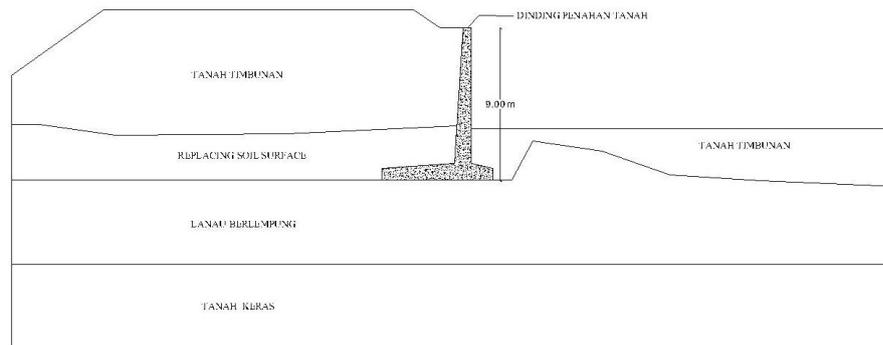
## 5.5 Analisis Dinding Penahan Tanah Menggunakan Program Plaxis

Analisis yang dilakukan dalam penelitian meliputi analisis dimensi dinding penahan tanah yang ditinjau dari stabilitas terhadap penggeseran, stabilitas terhadap penggulingan, dan stabilitas terhadap kapasitas kuat dukung tanah. Selain itu, pemodelan menggunakan program plaxis untuk mengetahui deformasi yang terjadi pada setiap potongan dan variasi beban dari dinding penahan tanah yang ditinjau.

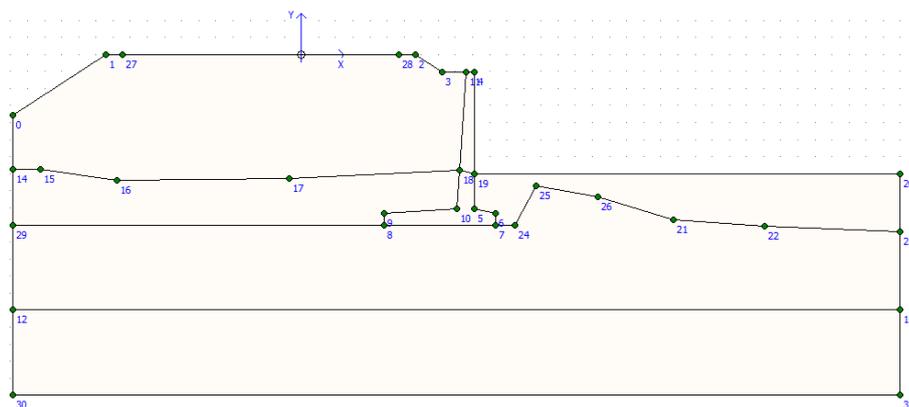
Bentuk deformasi yang dihasilkan dari pemodelan pada program plaxis diketahui bahwa didapatkan dari nilai total *displacement*. *Displacement* yang dihasilkan tersebut terjadi ke arah horisontal dan ke arah vertikal sehingga didapat perilaku dari deformasi yang terjadi. Berikut dibawah ini analisis dinding penahan tanah menggunakan program plaxis.

### 5.5.1 Pemodelan Pada Penelitian

Dalam tahap pemodelan, seluruh parameter yang ada dipotongan melintang di *input* ke dalam software plaxis untuk mengetahui besarnya deformasi yang terjadi pada dinding penahan tanah tersebut. Pemodelan yang dimodelkan dapat dilihat pada Gambar 5.5 dengan potongan melintang seperti Gambar 5.4.



**Gambar 5.4 Potongan Melintang *Input Plaxis***



**Gambar 5.5 Pemodelan Potongan Melintang Yang Telah *Input Plaxis***

### 5.5.2 *Input* Parameter Pemodelan Kondisi Eksisting

Setelah kondisi eksisting dimodelkan kedalam program, diperlukan *input* parameter bahan kedalam cluster-cluster yang telah dibuat. Parameter *input* yang digunakan dalam simulasi pemodelan yaitu, parameter tanah pembentuk lereng di lokasi penelitian. Parameter tanah tersebut didasarkan pada data sekunder dengan mempertimbangkan kesesuaiannya dengan fakta di lapangan. Parameter-parameter tanah dapat dilihat pada Tabel 5.4

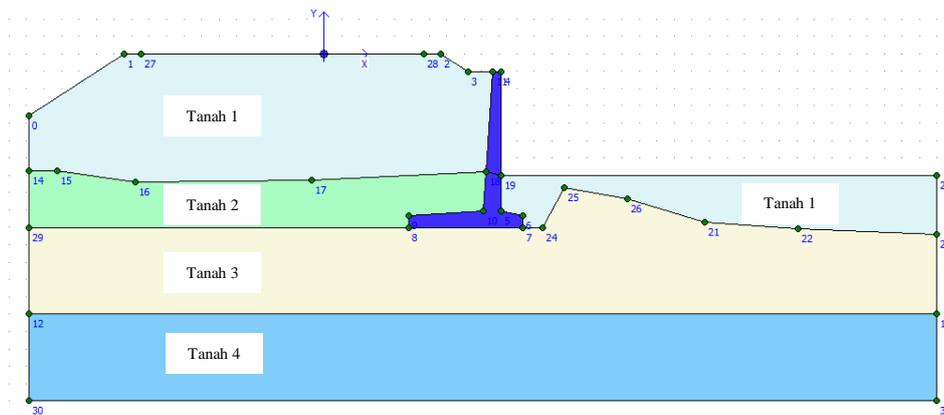
**Tabel 5.4 Parameter Tanah *Input Plaxis***

Parameter	Notasi	Satuan	Tanah 1	Tanah 2	Tanah 3	Tanah 4
Model Material	<i>Model</i>	-	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb
Jenis Perilaku Material	<i>Jenis</i>	-	Tak Terdrainase	Terdrainase	Terdrainase	Terdrainase
Berat Volume Unsaturated	$\gamma_{unsat}$	kN/m <sup>3</sup>	18.71	8.00	13.28	12.02

**Lanjutan Tabel 5.4 Parameter Tanah *Input Plaxis***

Parameter	Notasi	Satuan	Tanah 1	Tanah 2	Tanah 3	Tanah 4
Berat Volume Saturated	$\gamma_{sat}$	kN/m <sup>3</sup>	22.32	13.43	18.27	16.69
Permeabilitas	$K_x$	m/hari	-	8.25984E-06	4.31136E-05	1.14048E-05
	$K_y$	m/hari	-	8.25984E-06	4.31136E-05	1.14048E-05
Modulus Elastisitas	$E$	kN/m <sup>2</sup>	30000.00	10000.00	10000.00	10000.00
Angka Poisson	$\nu$	-	0.25	0.33	0.33	0.33
Kohesi	$C$	kN/m <sup>2</sup>	27.08	19.82	18.74	13.05
Sudut Geser Dalam	$\phi$	°	11.30	15.20	30.90	23.40

Parameter-parameter tanah yang telah dimasukkan ke dalam plaxis dapat dilihat pada Gambar 5.6.



**Gambar 5.6 Parameter Tanah *Input Plaxis***

### 5.5.3 *Input Parameter Bangunan*

Material bangunan yang dimodelkan adalah dinding penahan tanah yang dimana keberadaan material terbuat dari beton bertulang dengan mutu beton k-350 yang merupakan model eksisting yang akan dianalisis deformasinya karena pengaruhnya dapat berupa beban maupun kekuatan lereng. Parameter-parameter bangunan dinding penahan tanah dapat dilihat pada Tabel 5.5

**Tabel 5.5 Parameter Bangunan Dinding Penahan Tanah *Input* Plaxis**

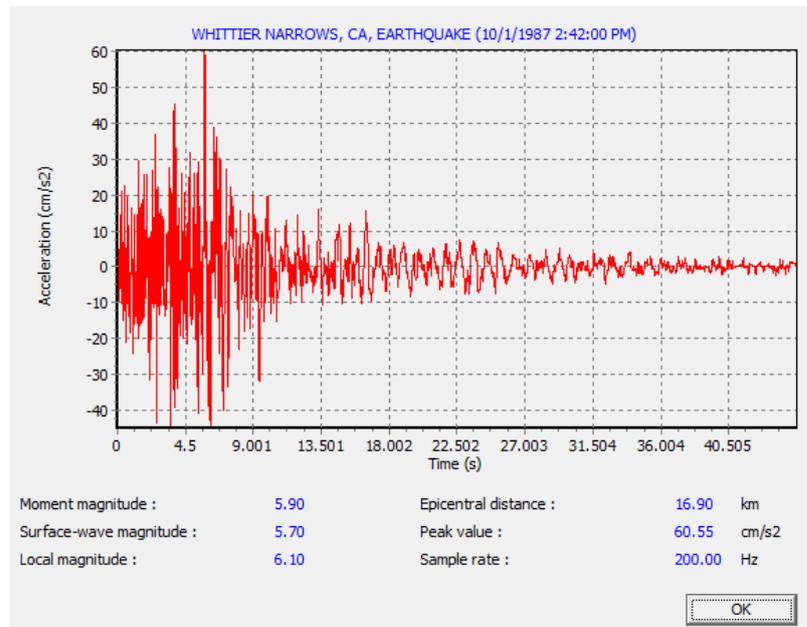
Parameter	Notasi	Satuan	DPT
Model Material	<i>Model</i>	-	Linier-Elastic
Jenis Perilaku Material	<i>Jenis</i>	-	Non-Porous
Berat Volume Beton	$\gamma_{beton}$	(kN/m <sup>3</sup> )	24
Modulus Elastisitas	<i>E</i>	(kN/m <sup>2</sup> )	25332084.4
Angka Poisson	<i>v</i>	-	0.15

#### 5.5.4 *Input* Parameter Pembebanan

Setelah *input* parameter tanah, beban yang bekerja pada dinding penahan tanah setelah operasional adalah beban lalu lintas yang diasumsikan sebagai beban merata. Dalam hal ini beban yang direncanakan untuk menganalisis perilaku deformasi yang terjadi pada struktur dinding penahan tanah diasumsikan menjadi 3 pembebanan, yaitu beban kendaraan ringan (<10 Ton), beban kendaraan sedang (>10 Ton dan <30 Ton), dan beban kendaraan berat (>30 Ton). Beban-beban tersebut mengacu pada beban sumbu kendaraan manual perkerasan jalan dengan alat bankelman beam no. 01/MN/BM//83. Untuk beban sumbu kendaraan tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.2.

Selain beban lalu lintas, untuk model akibat beban dinamis yaitu beban gempa juga diterapkan pada penelitian ini. Beban gempa pada model diaktifkan seperti pada analisis statis. Data yang digunakan dalam analisis dinamis plaxis berupa akselerogram dalam format SMC (*Strong Motion CD-ROM*) yang sebagian besar berisi data percepatan gempa. Percepatan yang digunakan berupa data akselerogram dengan PGA 60,55 cm/s<sup>2</sup> atau 0,06055 g karena data gempa tersebut memasuki area yang sesuai dengan peta zonasi gempa yang dikeluarkan oleh kementerian pekerjaan umum yang dapat dilihat pada Gambar 5.7.

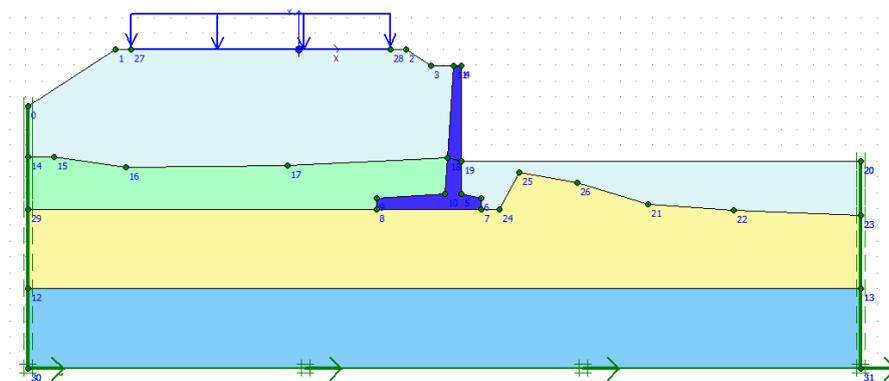
Percepatan gempa ini dianggap sesuai dengan percepatan puncak di lokasi penelitian berdasarkan peta gempa yang dikeluarkan oleh Departemen Pekerjaan Umum Republik Indonesia Tahun 2010. Peta ini menempatkan Tabalong, Kalimantan Selatan dan sekitarnya dalam zona koefisien gempa 0,05-0,1 g.



**Gambar 5.7 Grafik Hubungan Antara Percepatan Gempa dan Waktu Gempa Wilayah Whittier Narrows, California, 10 Januari 1987**  
(Sumber : [www.usgs.gov](http://www.usgs.gov), 2017)

### 5.5.5 Kondisi Batas

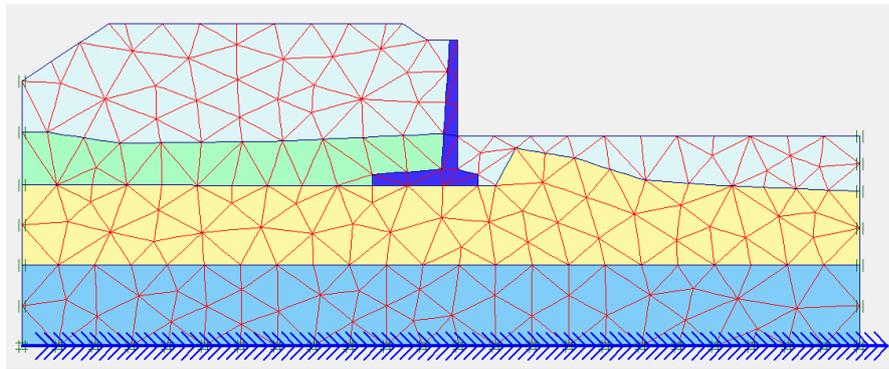
Setelah geometri dan parameter material dari model telah dimasukkan, tahap selanjutnya adalah menerapkan kondisi batas pada model. Dalam program plaxis, kondisi batas yang digunakan adalah jepit standar (*standart fixities*) dan kondisi batas untuk gempa (*standard earthquake boundaries*). Kedua kondisi batas ini akan diterapkan pada model, karena analisis dalam tahap validasi adalah analisis statis dan analisis dinamis. Untuk kondisi batas yang telah dimasukkan dapat dilihat pada Gambar 5.8.



**Gambar 5.8 Kondisi Batas Jepit Standar dan Kondisi Batas Untuk Gempa**

### 5.5.6 Pembuatan Jaring-jaring Elemen

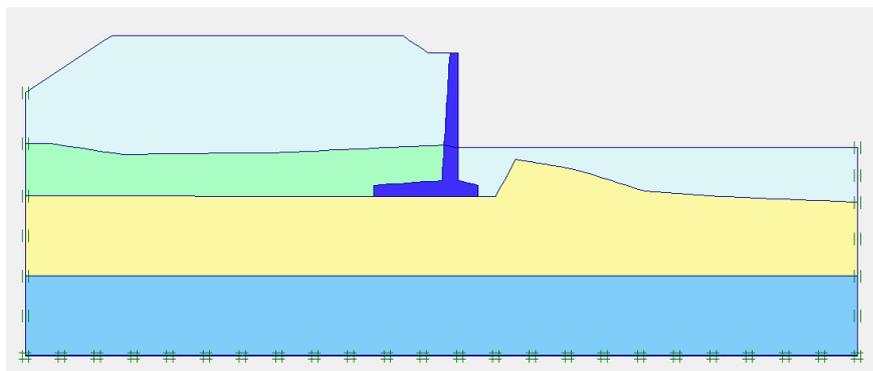
Setelah kondisi batas diterapkan pada model, langkah selanjutnya adalah model geometri dibagi menjadi elemen-elemen imajiner (*meshing*). Penyusunan jaring-jaring elemen pada program plaxis ini digunakan jenis *fine*. Jaring-jaring elemen yang telah dibuat dapat dilihat pada Gambar 5.9.



**Gambar 5.9 Jaring-Jaring Elemen**

### 5.5.7 Kondisi Awal

Kondisi awal merupakan bagian dari prosedur perhitungan dalam program plaxis dimana pada kondisi ini perlu didefinisikan terlebih dahulu tegangan air pori dan tegangan awal. Karena kondisi lapisan tanah yang tidak horisontal, maka prosedur perhitungan  $k_0$  yang biasa digunakan untuk mendapatkan tegangan awal tidak dapat dilakukan pada model ini sehingga hanya dilakukan penentuan tegangan air pori, sedangkan untuk tegangan awal akibat berat tanah akan diperhitungkan secara terpisah. Untuk kondisi awal pada analisis program plaxis dapat dilihat pada Gambar 5.10.



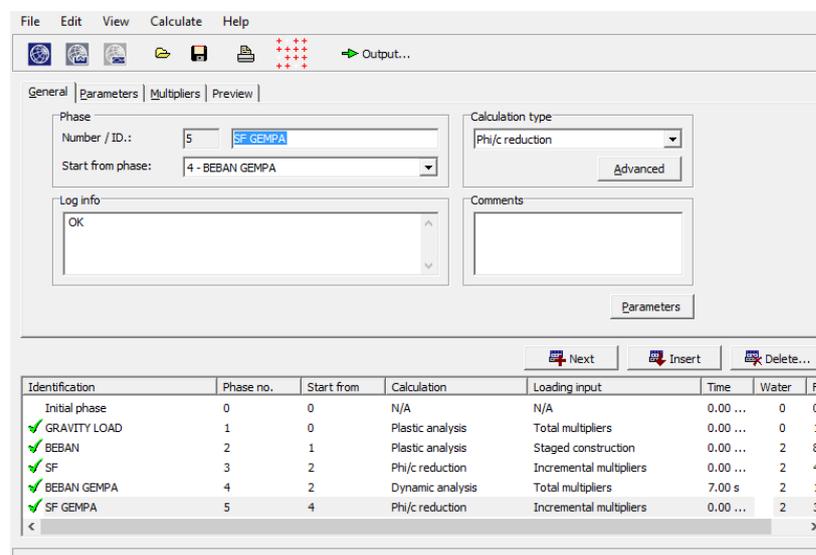
**Gambar 5.10 Kondisi Awal**

### 5.5.8 Perhitungan Tegangan Awal

Tegangan awal belum didefinisikan pada kondisi awal, kemudian dihitung dengan plastis dimana faktor pengali tanah adalah 1. Perhitungan ini disebut sebagai beban gravitasi (*gravity load*) dan dalam fase perhitungan hanya melibatkan struktur tanah dan batuan pembentuk lereng.

### 5.5.9 Perhitungan

Setelah semua tahap telah dibuat, perhitungan analisis dilakukan menggunakan program plaxis untuk mengetahui dan menentukan nilai deformasi dari dinding penahan tanah. Untuk tahapan perhitungan didefinisikan seperti pada Gambar 5.11



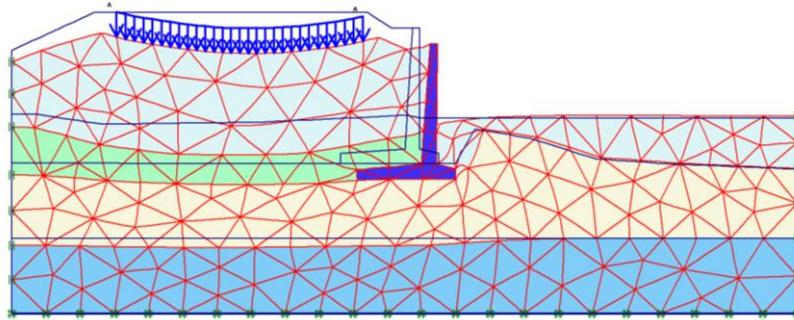
**Gambar 5.11 Tahapan Analisis Perhitungan Program Plaxis**

### 5.5.10 Hasil Perhitungan Plaxis

Setelah seluruh rangkaian perhitungan selesai, maka hasil perhitungan dapat ditentukan nilainya. Dalam penelitian ini, hasil perhitungan yang ditinjau adalah deformasi dari dinding penahan tanah dari potongan melintang yang ditentukan berdasarkan nilai *displacement* struktur tersebut.

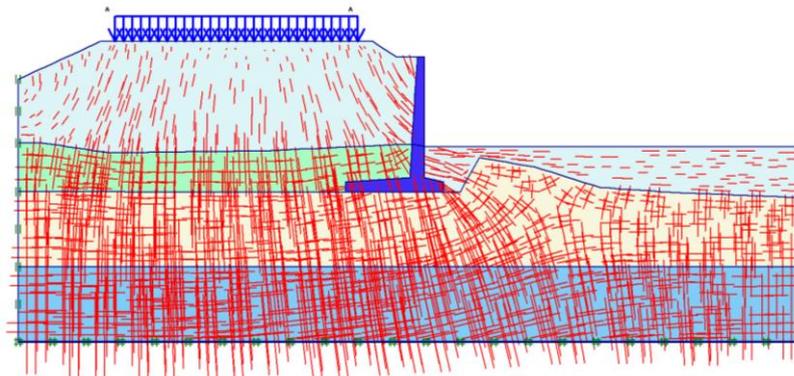
#### 1. Analisis Akibat Beban Kendaraan

Untuk hasil jaring-jaring elemen hingga (*meshing*) pada sta. 0+250 dengan *deformed mesh* beban kendaraan ringan dapat dilihat pada Gambar 5.12.



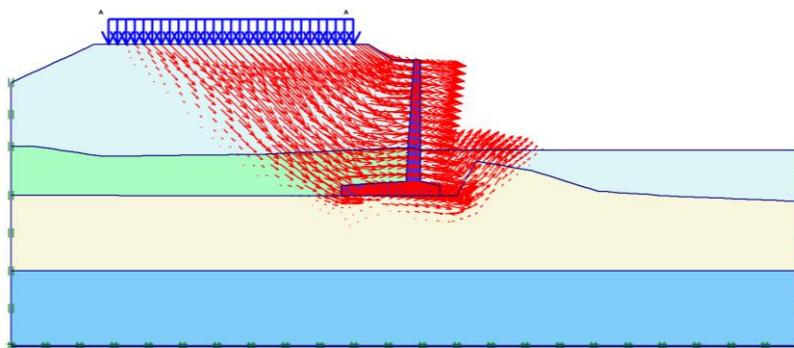
**Gambar 5.12 Deformed Mesh dengan Beban Kendaraan Ringan**

Besarnya nilai *effective stresses* dengan beban merata kendaraan ringan adalah sebesar  $-286,79 \text{ kN/m}^2$  seperti pada Gambar 5.13.

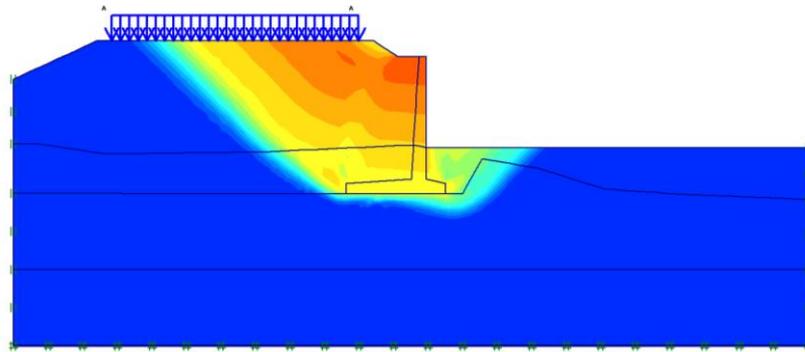


**Gambar 5.13 Effective Stresses dengan Beban Kendaraan Ringan**

Untuk arah pergerakan dan daerah potensial longsor dapat dilihat pada Gambar 5.14 dan Gambar 5.15. Besarnya nilai angka aman dengan beban merata kendaraan ringan adalah sebesar 1,8245 yang dapat dilihat pada Gambar 5.16



**Gambar 5.14 Arah Pergerakan Tanah dengan Beban Kendaraan Ringan**



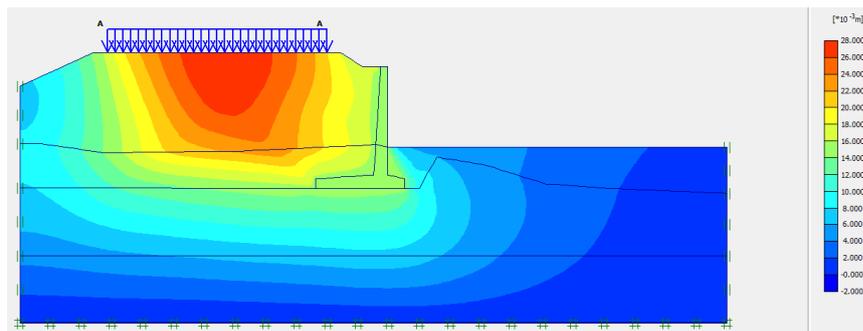
**Gambar 5.15 Daerah Potensial Keruntuhan dengan Beban Kendaraan Ringan**

Multipliers			
	Incremental multipliers		Total multipliers
Prescribed displacements	Mdisp:	0.000	$\Sigma$ -Mdisp: 0.000
Load system A	MloadA:	0.000	$\Sigma$ -MloadA: 1.000
Load system B	MloadB:	0.000	$\Sigma$ -MloadB: 1.000
Soil weight	Mweight:	0.000	$\Sigma$ -Mweight: 1.000
Acceleration	Maccel:	0.000	$\Sigma$ -Maccel: 0.000
Strength reduction factor	Msf:	0.000	$\Sigma$ -Msf: 1.824
Time	Increment:	0.000	End time: 0.000
Dynamic time	Increment:	0.000	End time: 0.000

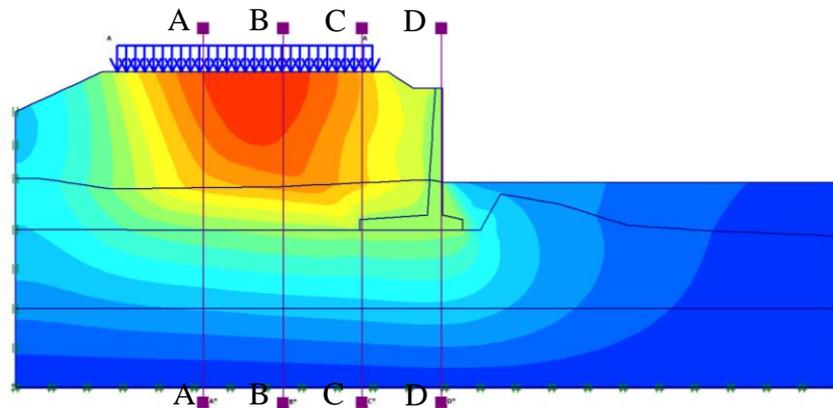
SF

**Gambar 5.16 Nilai SF dengan Beban Kendaraan Ringan**

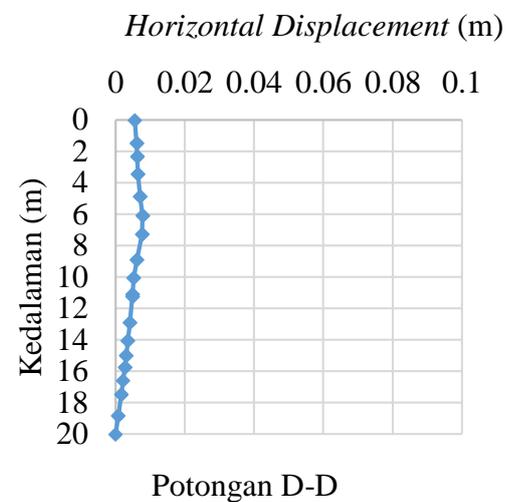
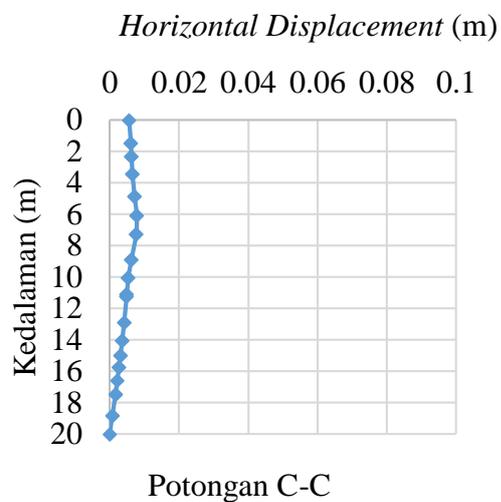
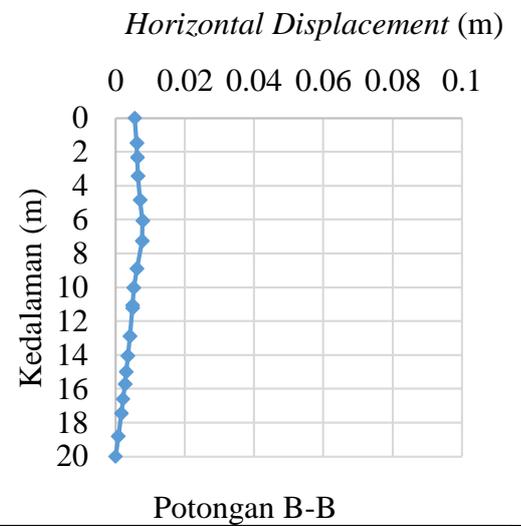
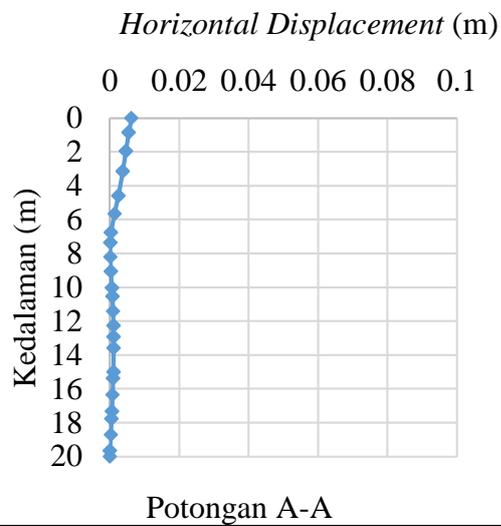
Besarnya nilai *total displacement* dengan beban kendaraan ringan adalah sebesar 0,028 m. Beban kendaraan diasumsikan sebagai beban merata dengan panjang sesuai dengan lebar jalan dilokasi penelitian. Selain itu deformasi juga ditinjau pada potongan A-A sampai potongan D-D pada dinding penahan tanah tersebut agar dapat mengetahui perilaku deformasi yang terjadi pada tiap-tiap potongan. Berikut gambar *displacement* yang terjadi pada dinding penahan tersebut yang dapat dilihat pada Gambar 5.17, Gambar 5.18 dan Gambar 5.19.



**Gambar 5.17 Total Displacement dengan Beban Kendaraan Ringan**



**Gambar 5.18** Potongan Yang Akan Ditinjau *Displacement* Dengan Beban Kendaraan Ringan



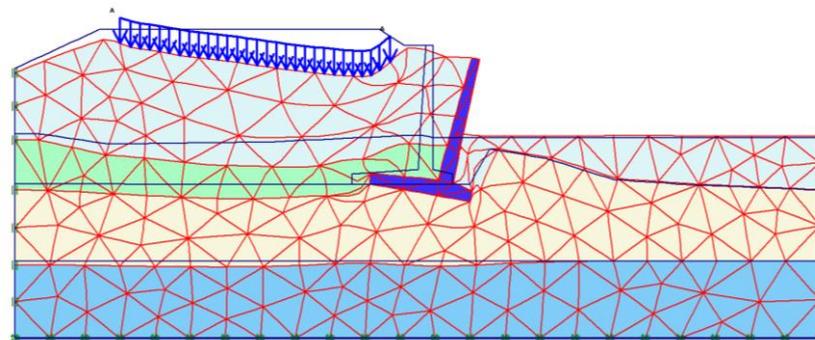
**Gambar 5.19** *Horizontal Displacement* Pada Tiap Potongan Akibat Beban Kendaraan Ringan

Dari hasil analisis menggunakan program plaxis, deformasi dari tiap-tiap potongan dari potongan melintang dinding penahan tanah yang ditentukan berdasarkan nilai *displacement* yang terjadi akibat beban kendaraan ringan. Nilai-nilai deformasi tersebut ditentukan dari nilai maksimum *total displacement* yang terjadi pada tiap-tiap potongan yang dapat dilihat pada Tabel 5.6.

**Tabel 5.6 Total Displacement Maksimum Dinding Penahan Tanah Tiap-tiap Potongan Akibat Beban Kendaraan Ringan**

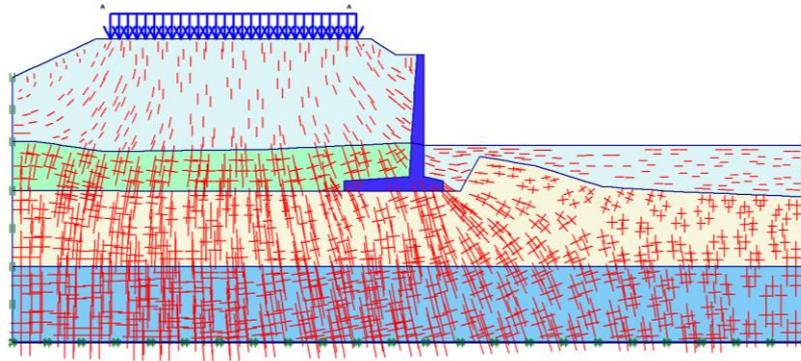
Potongan	<i>Displacement</i> Arah $x$ ( $U_x$ ) meter	<i>Displacement</i> Arah $y$ ( $U_y$ ) meter	<i>Total Displacement</i> ( $U$ ) meter
A-A	0,0063	-0,025	0,0261
B-B	0,0055	-0,027	0,0273
C-C	0,0085	-0,02	0,0217
D-D	0,0117	-0,010	0,0156

Untuk hasil jaring-jaring elemen hingga (*meshing*) pada sta. 0+250 dengan *deformed mesh* beban kendaraan sedang dapat dilihat pada Gambar 5.20.



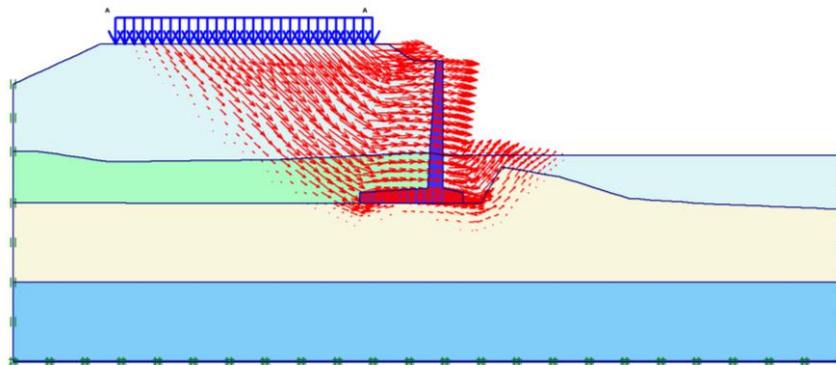
**Gambar 5.20 Deformed Mesh dengan Beban Kendaraan Sedang**

Besarnya nilai *effective stresses* dengan beban merata kendaraan sedang adalah sebesar  $-507,32 \text{ kN/m}^2$  seperti pada Gambar 5.21.

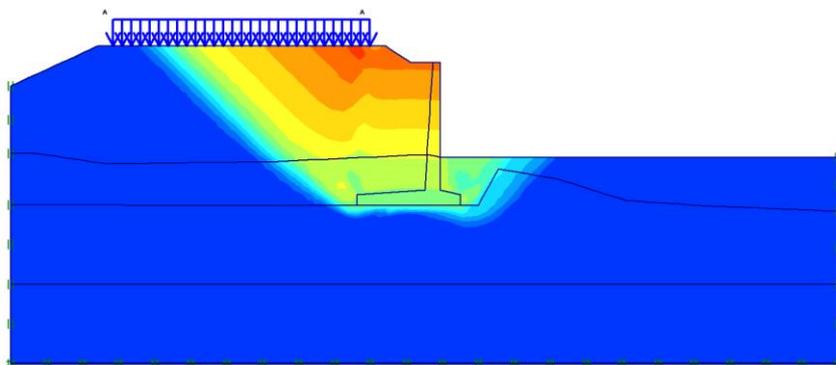


**Gambar 5.21 Effective Stresses dengan Beban Kendaraan Sedang**

Untuk arah pergerakan dan daerah potensial longsor dapat dilihat pada Gambar 5.22 dan Gambar 5.23. Besarnya nilai angka aman dengan beban merata kendaraan sedang adalah sebesar 1,3054 yang dapat dilihat pada Gambar 5.24



**Gambar 5.22 Arah Pergerakan Tanah dengan Beban Kendaraan Sedang**



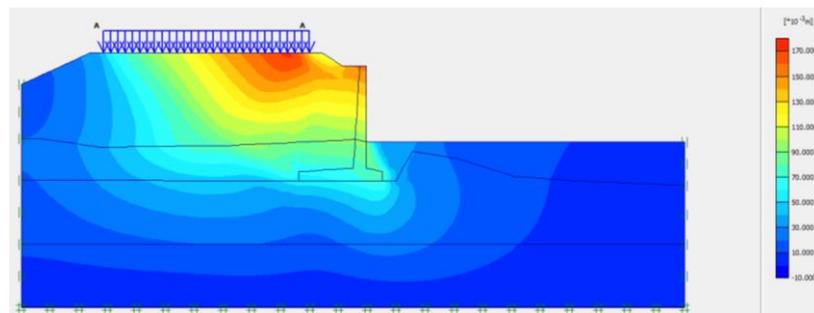
**Gambar 5.23 Daerah Potensial Keruntuhan dengan Beban Kendaraan Sedang**

Multipliers				
	Incremental multipliers		Total multipliers	
Prescribed displacements	Mdisp:	0.000	$\Sigma$ -Mdisp:	0.000
Load system A	MloadA:	0.000	$\Sigma$ -MloadA:	1.000
Load system B	MloadB:	0.000	$\Sigma$ -MloadB:	1.000
Soil weight	Mweight:	0.000	$\Sigma$ -Mweight:	1.000
Acceleration	Maccel:	0.000	$\Sigma$ -Maccel:	0.000
Strength reduction factor	Msf:	0.000	$\Sigma$ -Msf:	1.305
Time	Increment:	0.000	End time:	0.000
Dynamic time	Increment:	0.000	End time:	0.000

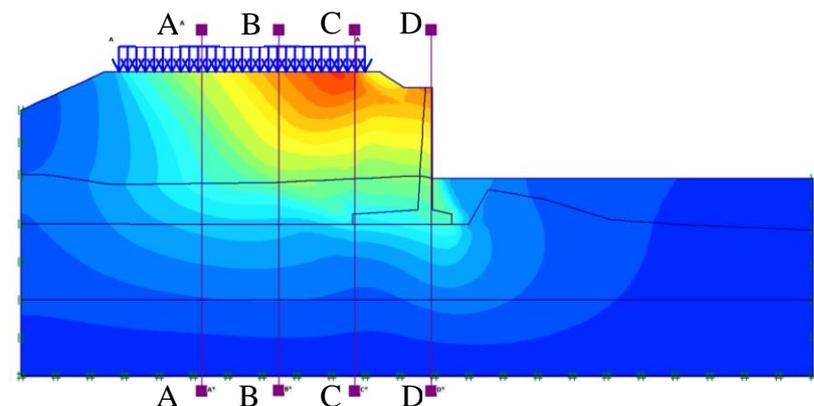
SF

**Gambar 5.24 Nilai SF dengan Beban Kendaraan Sedang**

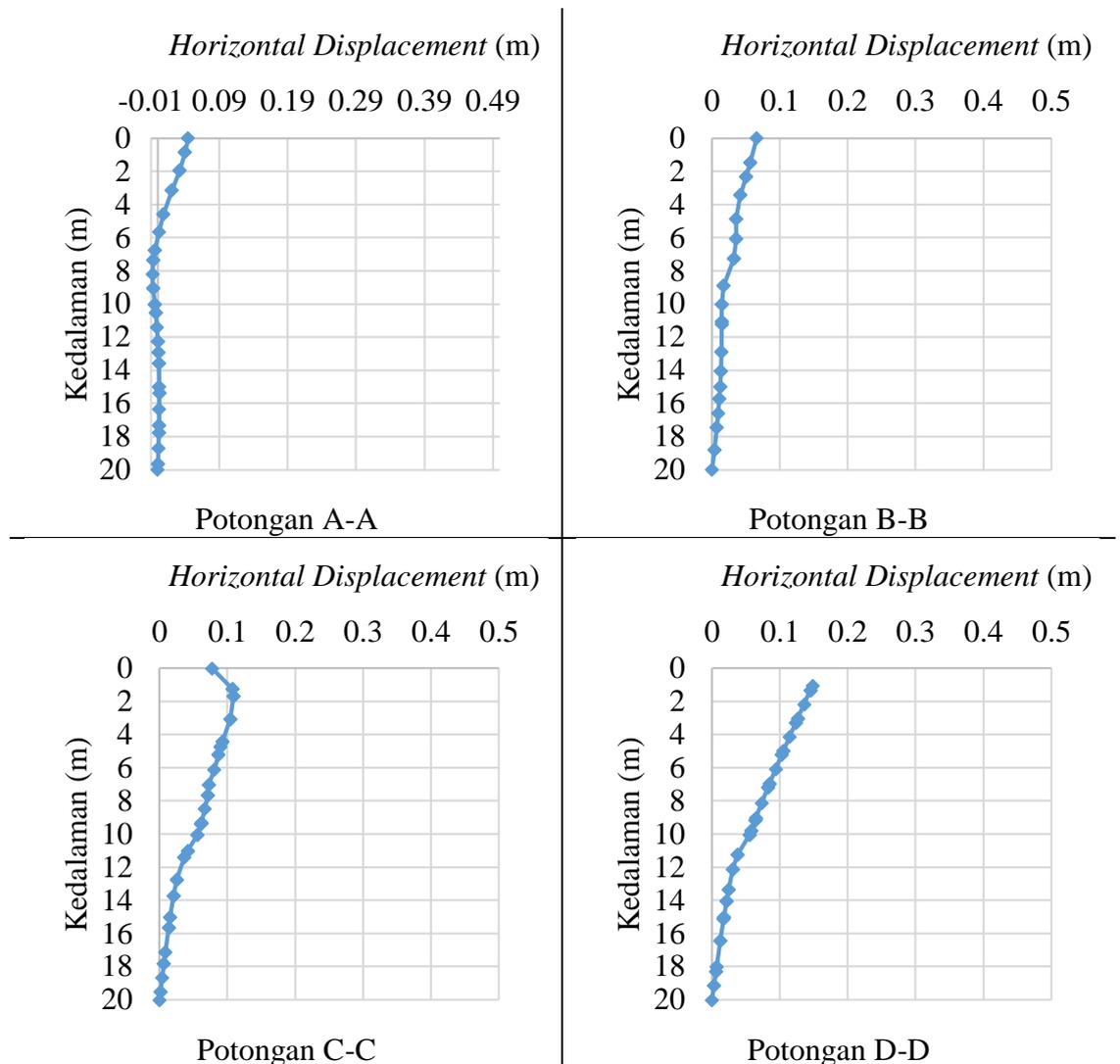
Besarnya nilai *total displacement* dengan beban kendaraan sedang adalah sebesar 0,172 m. Beban kendaraan diasumsikan sebagai beban merata dengan panjang sesuai dengan lebar jalan dilokasi penelitian. Selain itu deformasi juga ditinjau pada potongan A-A sampai potongan D-D pada dinding penahan tanah tersebut agar dapat mengetahui perilaku deformasi yang terjadi pada tiap-tiap potongan. Berikut gambar *displacement* yang terjadi pada dinding penahan tanah tersebut yang dapat dilihat pada Gambar 5.25, Gambar 5.26 dan Gambar 5.27.



**Gambar 5.25 Total Displacement dengan Beban Kendaraan Sedang**



**Gambar 5.26 Potongan Yang Akan Ditinjau Displacement Dengan Beban Kendaraan Sedang**



**Gambar 5.27** *Horizontal Displacement* Pada Tiap Potongan Akibat

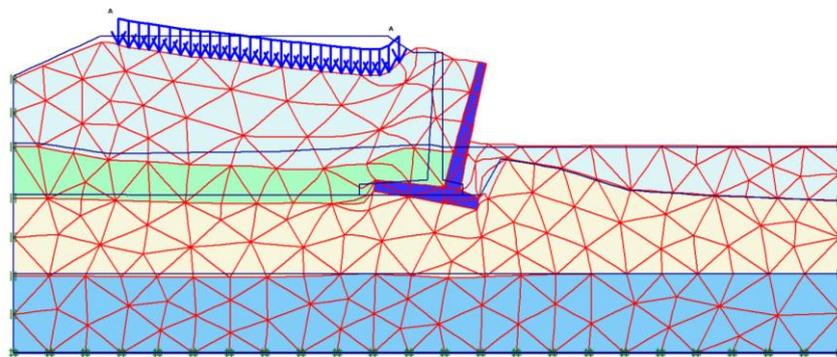
**Beban Kendaraan Sedang**

Dari hasil analisis menggunakan program plaxis, deformasi dari tiap-tiap potongan dari potongan melintang dinding penahan tanah yang ditentukan berdasarkan nilai *displacement* yang terjadi akibat beban kendaraan sedang. Nilai-nilai deformasi tersebut ditentukan dari nilai maksimum *total displacement* yang terjadi pada tiap-tiap potongan yang dapat dilihat pada Tabel 5.7.

**Tabel 5.7 Total Displacement Maksimum Dinding Penahan Tanah Tiap-tiap Potongan Akibat Beban Kendaraan Sedang**

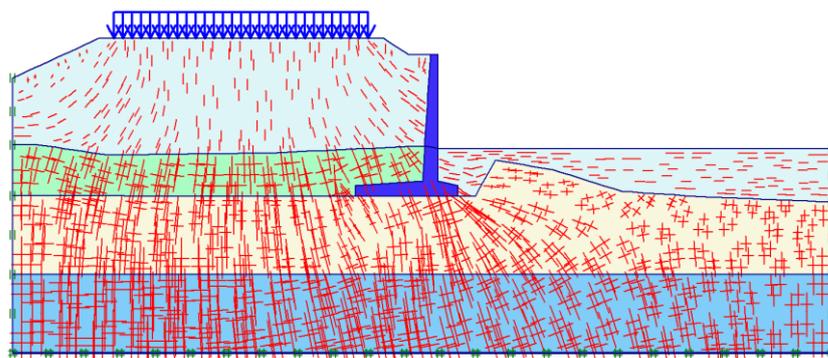
Potongan	Displacement Arah $x$ ( $U_x$ ) meter	Displacement Arah $y$ ( $U_y$ ) meter	Total Displacement ( $U$ ) meter
A-A	0,045	-0,096	0,106
B-B	0,066	-0,133	0,148
C-C	0,108	-0,116	0,158
D-D	0,148	-0,043	0,154

Untuk hasil jaring-jaring elemen hingga (*meshing*) pada sta. 0+250 dengan *deformed mesh* beban kendaraan berat dapat dilihat pada Gambar 5.28.



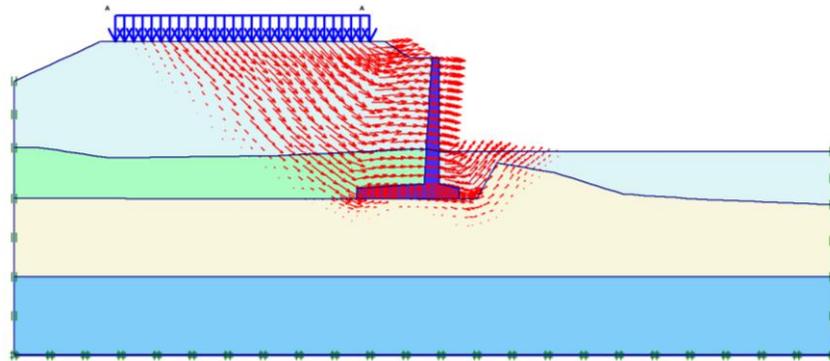
**Gambar 5.28 Deformed Mesh dengan Beban Kendaraan Berat**

Besarnya nilai *effective stresses* dengan beban merata kendaraan berat adalah sebesar  $-642,28 \text{ kN/m}^2$  seperti pada Gambar 5.29.

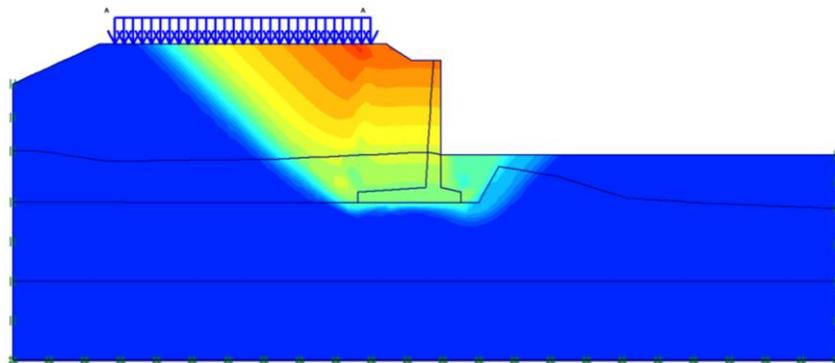


**Gambar 5.29 Effective Stresses dengan Beban Kendaraan Berat**

Untuk arah pergerakan dan daerah potensial longsor dapat dilihat pada Gambar 5.30 dan Gambar 5.31. Besarnya nilai angka aman dengan beban merata kendaraan berat adalah sebesar 1,2146 yang dapat dilihat pada Gambar 5.32.



**Gambar 5.30 Arah Pergerakan Tanah dengan Beban Kendaraan Berat**



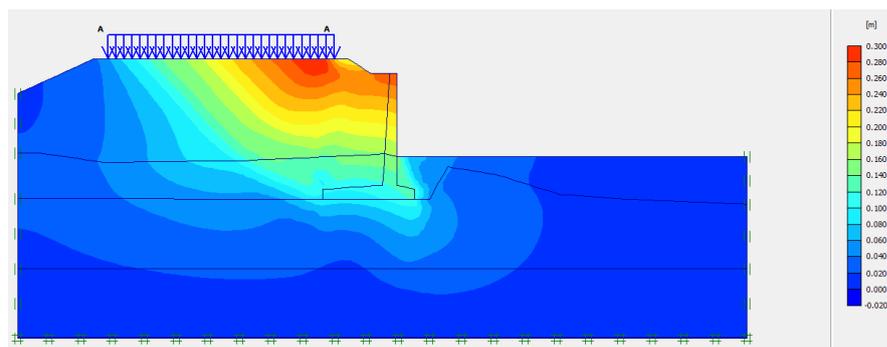
**Gambar 5.31 Daerah Potensial Keruntuhan dengan Beban Kendaraan Berat**

Multipliers			
	Incremental multipliers		Total multipliers
Prescribed displacements	Mdisp:	0.000	$\Sigma$ -Mdisp: 0.000
Load system A	MloadA:	0.000	$\Sigma$ -MloadA: 1.000
Load system B	MloadB:	0.000	$\Sigma$ -MloadB: 1.000
Soil weight	Mweight:	0.000	$\Sigma$ -Mweight: 1.000
Acceleration	Maccel:	0.000	$\Sigma$ -Maccel: 0.000
Strength reduction factor	Msf:	0.000	$\Sigma$ -Msf: 1.215
Time	Increment:	0.000	End time: 0.000
Dynamic time	Increment:	0.000	End time: 0.000

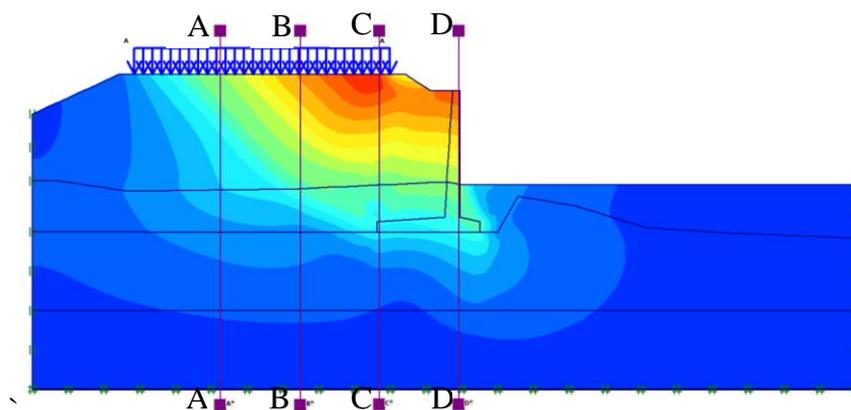
SF

**Gambar 5.32 Nilai SF dengan Beban Kendaraan Berat**

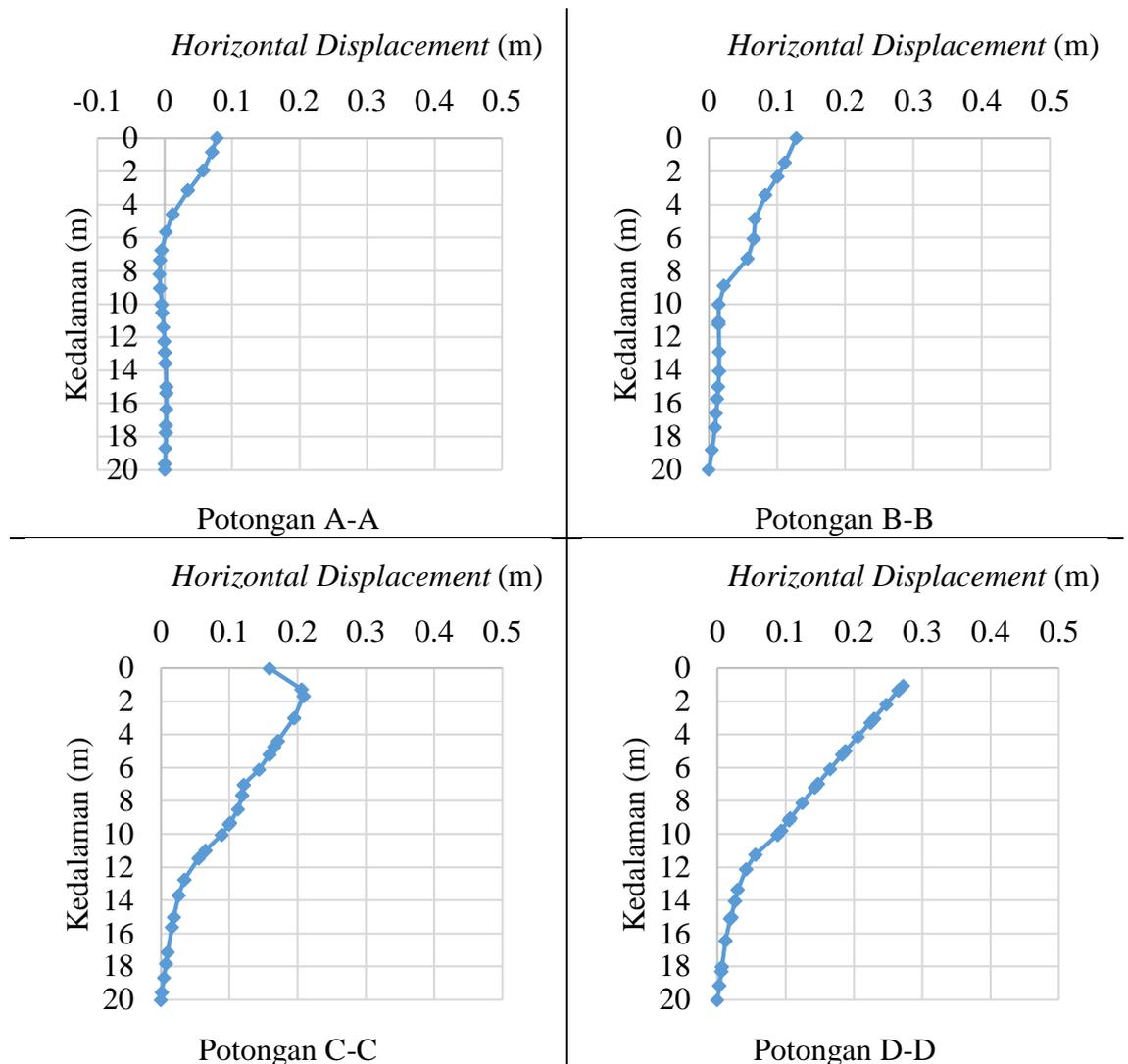
Besarnya nilai *total displacement* dengan beban kendaraan berat adalah sebesar 0,296 m. Beban kendaraan diasumsikan sebagai beban merata dengan panjang sesuai dengan lebar jalan dilokasi penelitian. Selain itu deformasi juga ditinjau pada potongan A-A sampai potongan D-D pada dinding penahan tanah tersebut agar dapat mengetahui perilaku deformasi yang terjadi pada tiap-tiap potongan. Berikut gambar *displacement* yang terjadi pada dinding penahan tanah tersebut yang dapat dilihat pada Gambar 5.33, Gambar 5.34 dan Gambar 5.35.



**Gambar 5.33 Total Displacement dengan Beban Kendaraan Berat**



**Gambar 5.34 Potongan Yang Akan Ditinjau Displacement Dengan Beban Kendaraan Berat**



**Gambar 5.35 Horizontal Displacement Pada Tiap Potongan Akibat**

**Beban Kendaraan Berat**

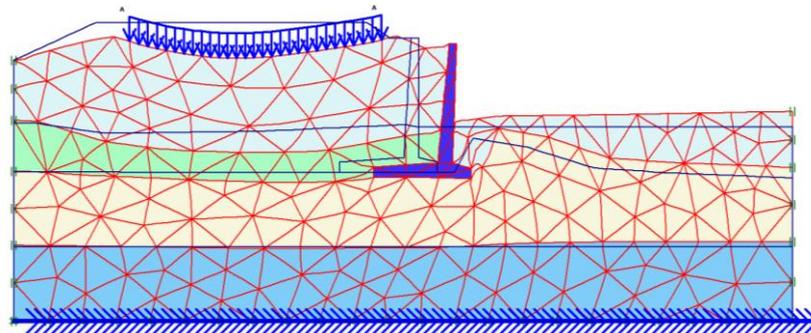
Dari hasil analisis menggunakan program plaxis, deformasi dari tiap-tiap potongan dari potongan melintang dinding penahan tanah yang ditentukan berdasarkan nilai *displacement* yang terjadi akibat beban kendaraan berat. Nilai-nilai deformasi tersebut ditentukan dari nilai maksimum *total displacement* yang terjadi pada tiap-tiap potongan yang dapat dilihat pada Tabel 5.8.

**Tabel 5.8 Total Displacement Maksimum Dinding Penahan Tanah Tiap-tiap Potongan Akibat Beban Kendaraan Berat**

Potongan	Displacement Arah $x$ ( $U_x$ ) meter	Displacement Arah $y$ ( $U_y$ ) meter	Total Displacement ( $U$ ) meter
A-A	0,077	-0,139	0,159
B-B	0,128	-0,207	0,244
C-C	0,159	-0,230	0,279
D-D	0,272	-0,064	0,279

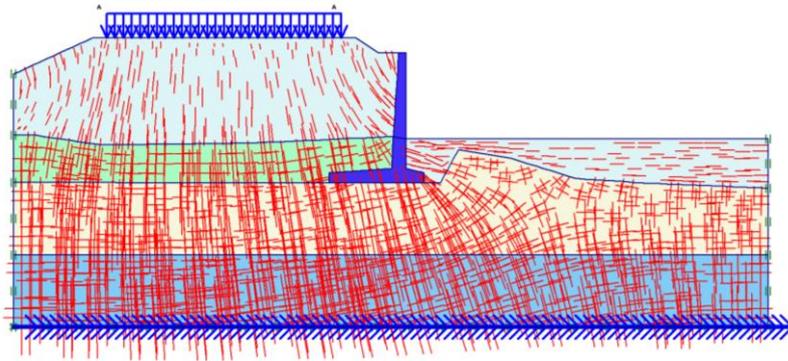
## 2. Analisis Akibat Beban Kendaraan dan Beban Gempa

Untuk hasil jaring-jaring elemen hingga (*meshing*) pada sta. 0+250 dengan *deformed mesh* beban kendaraan ringan dan beban gempa dapat dilihat pada Gambar 5.36.



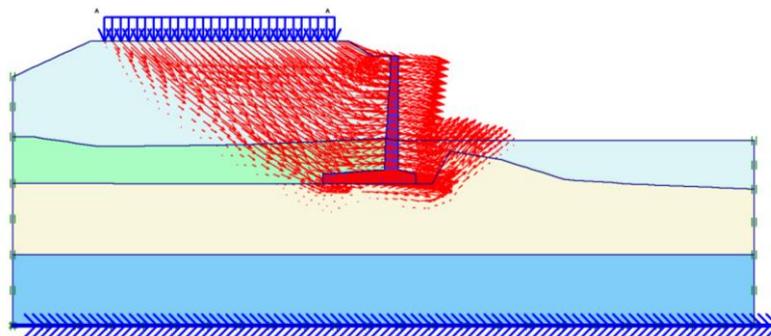
**Gambar 5.36 Deformed Mesh dengan Beban Kendaraan Ringan Dan Beban Gempa**

Besarnya nilai *effective stresses* dengan beban merata kendaraan ringan dan beban gempa adalah sebesar  $-283,11 \text{ kN/m}^2$  seperti pada Gambar 5.37.

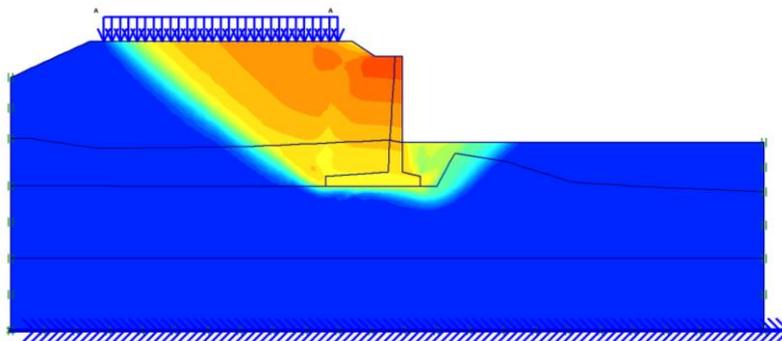


**Gambar 5.37 Effective Stresses dengan Beban Kendaraan Ringan Dan Beban Gempa**

Untuk arah pergerakan dan daerah potensial longsor dapat dilihat pada Gambar 5.38 dan Gambar 5.39. Besarnya nilai angka aman dengan beban merata kendaraan ringan dan beban gempa adalah sebesar 1,6799 yang dapat dilihat pada Gambar 5.40.



**Gambar 5.38 Arah Pergerakan Tanah dengan Beban Kendaraan Ringan Dan Beban Gempa**



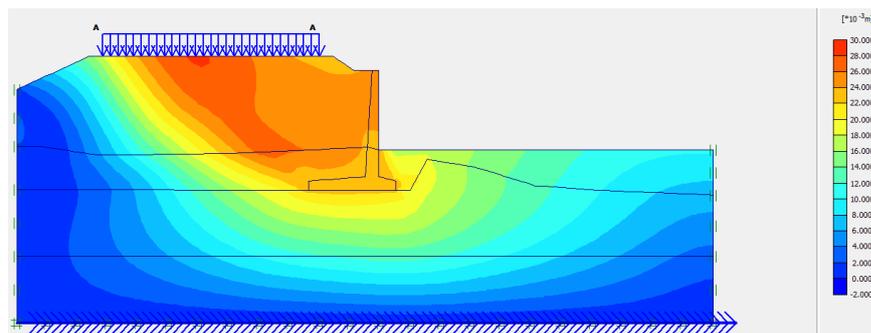
**Gambar 5.39 Daerah Potensial Keruntuhan dengan Beban Kendaraan Ringan Dan Beban Gempa**

Multipliers			
	Incremental multipliers		Total multipliers
Prescribed displacements	Mdisp:	0.000	$\Sigma$ -Mdisp: 0.000
Load system A	MloadA:	0.000	$\Sigma$ -MloadA: 1.000
Load system B	MloadB:	0.000	$\Sigma$ -MloadB: 1.000
Soil weight	Mweight:	0.000	$\Sigma$ -Mweight: 1.000
Acceleration	Maccel:	0.000	$\Sigma$ -Maccel: -1.001
Strength reduction factor	Msf:	0.000	$\Sigma$ -Msf: 1.680
Time	Increment:	0.000	End time: 0.000
Dynamic time	Increment:	0.000	End time: 0.000

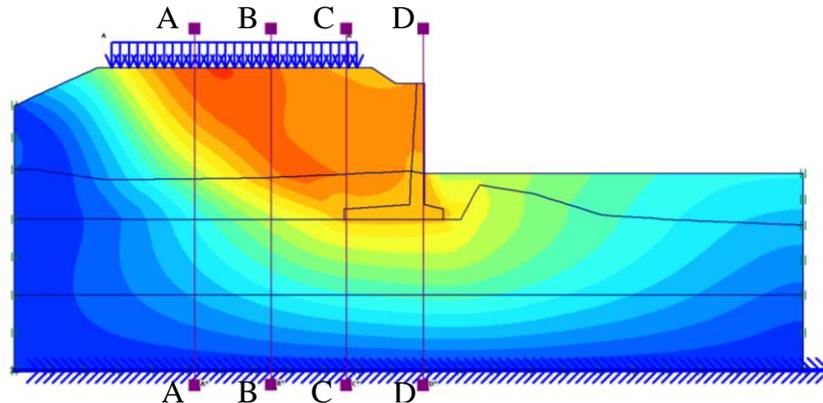
SF

**Gambar 5.40 Nilai SF dengan Beban Kendaraan Ringan Dan Beban Gempa**

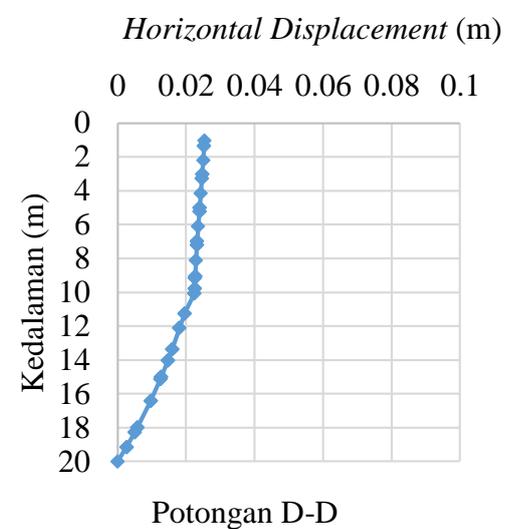
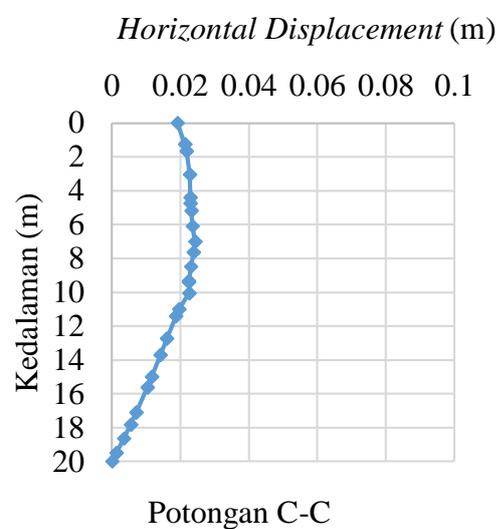
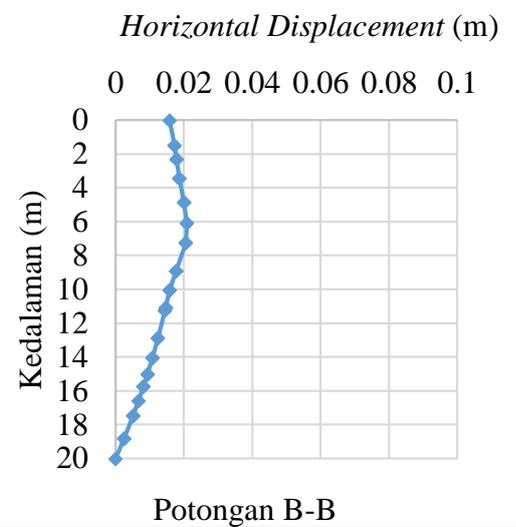
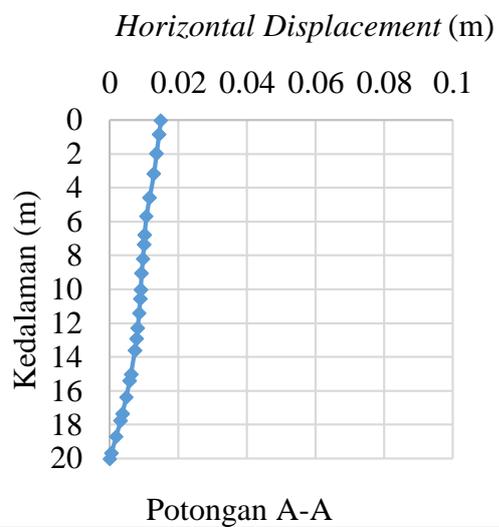
Besarnya nilai *total displacement* dengan beban kendaraan ringan dan beban gempa adalah sebesar 0,028 m. Beban kendaraan diasumsikan sebagai beban merata dengan panjang sesuai dengan lebar jalan dilokasi penelitian. Selain itu deformasi juga ditinjau pada potongan A-A sampai potongan D-D pada dinding penahan tanah tersebut agar dapat mengetahui perilaku deformasi yang terjadi pada tiap-tiap potongan. Berikut gambar *displacement* yang terjadi pada dinding penahan tersebut yang dapat dilihat pada Gambar 5.41, Gambar 5.42 dan Gambar 5.43.



**Gambar 5.41 Total Displacement dengan Beban Kendaraan Ringan Dan Beban Gempa**



**Gambar 5.42** Potongan Yang Akan Ditinjau *Displacement* Dengan Beban Kendaraan Ringan Dan Beban Gempa



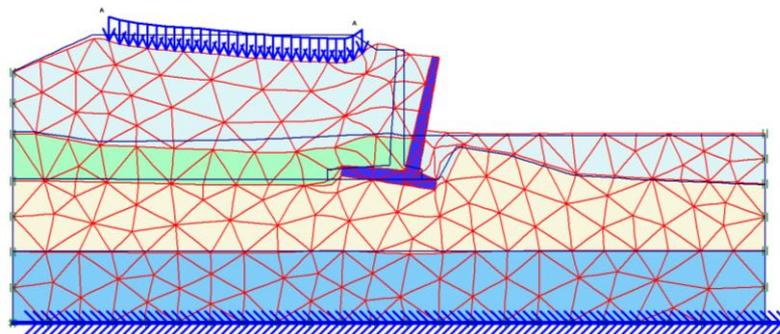
**Gambar 5.43** *Horizontal Displacement* Pada Tiap Potongan Akibat Beban Kendaraan Ringan Dan Beban Gempa

Dari hasil analisis menggunakan program plaxis, deformasi dari tiap-tiap potongan dari potongan melintang dinding penahan tanah yang ditentukan berdasarkan nilai *displacement* yang terjadi akibat beban kendaraan ringan dan beban gempa. Nilai-nilai deformasi tersebut ditentukan dari nilai maksimum *total displacement* yang terjadi pada tiap-tiap potongan yang dapat dilihat pada Tabel 5.9.

**Tabel 5.9 Total Displacement Maksimum Dinding Penahan Tanah Tiap-tiap Potongan Akibat Beban Kendaraan Ringan Dan Beban Gempa**

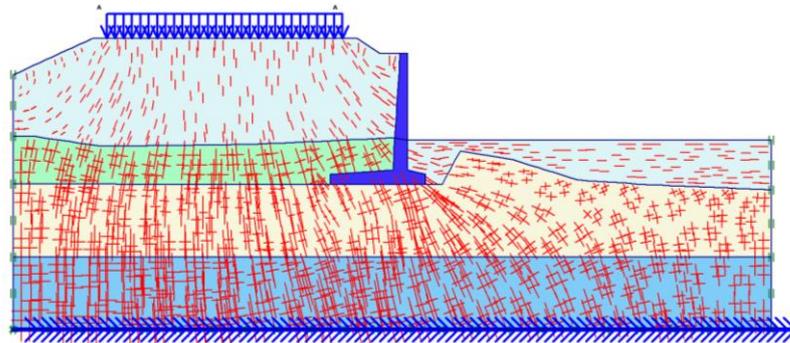
Potongan	<i>Displacement</i> Arah $x$ ( $U_x$ ) meter	<i>Displacement</i> Arah $y$ ( $U_y$ ) meter	<i>Total</i> <i>Displacement</i> ( $U$ ) meter
A-A	0,015	-0,023	0,0276
B-B	0,017	-0,020	0,0266
C-C	0,024	-0,009	0,0258
D-D	0,025	-0,004	0,0256

Untuk hasil jaring-jaring elemen hingga (*meshing*) pada sta. 0+250 dengan *deformed mesh* beban kendaraan sedang dan beban gempa dapat dilihat pada Gambar 5.44.



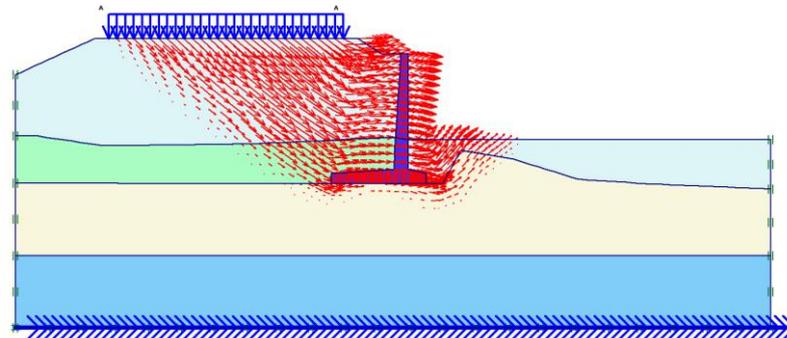
**Gambar 5.44 Deformed Mesh dengan Beban Kendaraan Sedang Dan Beban Gempa**

Besarnya nilai *effective stresses* dengan beban merata kendaraan sedang dan beban gempa adalah sebesar  $-571,73 \text{ kN/m}^2$  seperti pada Gambar 5.45.

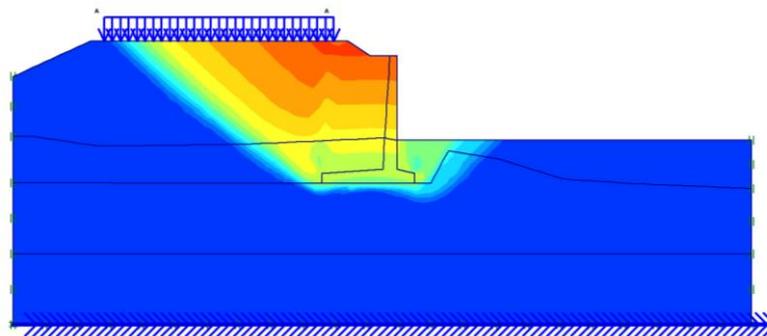


**Gambar 5.45 *Effective Stresses* dengan Beban Kendaraan Sedang Dan Beban Gempa**

Untuk arah pergerakan dan daerah potensial longsor dapat dilihat pada Gambar 5.46 dan Gambar 5.47. Besarnya nilai angka aman dengan beban merata kendaraan sedang dan beban gempa adalah sebesar 1,2184 yang dapat dilihat pada Gambar 5.48.



**Gambar 5.46 Arah Pergerakan Tanah dengan Beban Kendaraan Sedang Dan Beban Gempa**

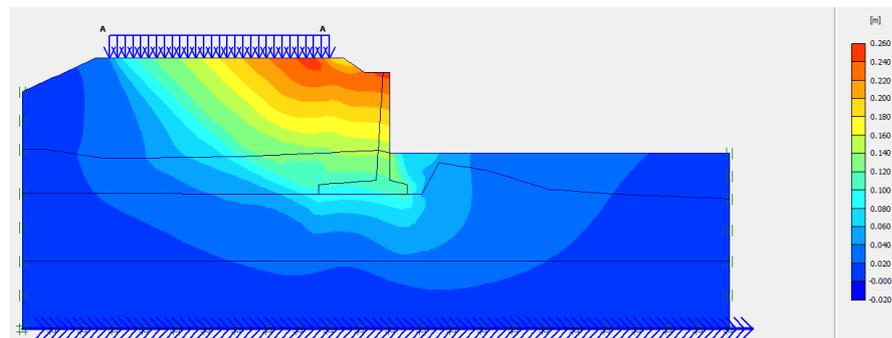


**Gambar 5.47 Daerah Potensial Keruntuhan dengan Beban Kendaraan Sedang Dan Beban Gempa**

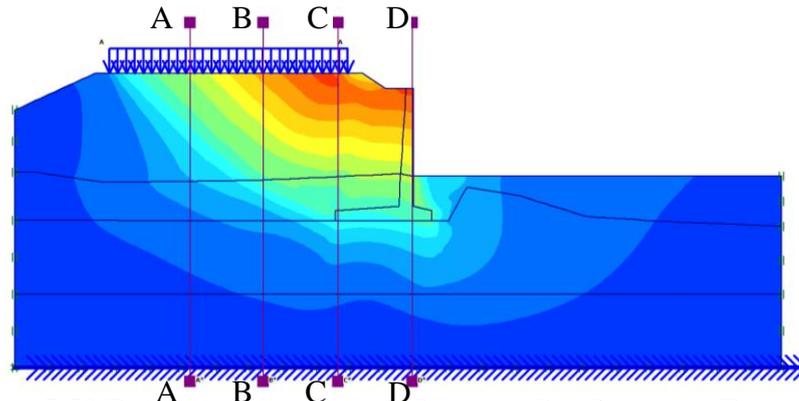
Multipliers			
	Incremental multipliers		Total multipliers
Prescribed displacements	Mdisp:	0.000	$\Sigma$ -Mdisp: 0.000
Load system A	MloadA:	0.000	$\Sigma$ -MloadA: 1.000
Load system B	MloadB:	0.000	$\Sigma$ -MloadB: 1.000
Soil weight	Mweight:	0.000	$\Sigma$ -Mweight: 1.000
Acceleration	Maccel:	0.000	$\Sigma$ -Maccel: -1.000
Strength reduction factor	Msf:	0.000	$\Sigma$ -Msf: 1.218
Time	Increment:	0.000	End time: 0.000
Dynamic time	Increment:	0.000	End time: 0.000

**Gambar 5.48 Nilai SF dengan Beban Kendaraan Sedang Dan Beban Gempa**

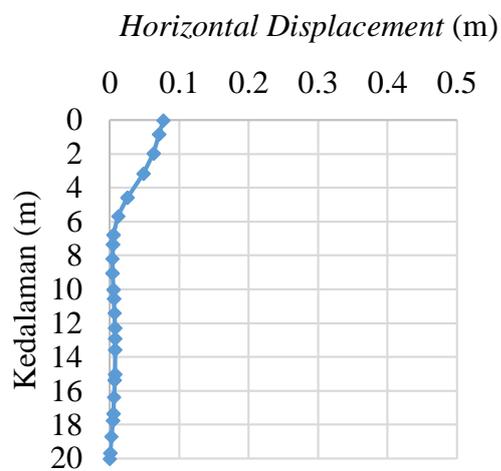
Besarnya nilai *total displacement* dengan beban kendaraan sedang dan beban gempa adalah sebesar 0,249 m. Beban kendaraan diasumsikan sebagai beban merata dengan panjang sesuai dengan lebar jalan dilokasi penelitian. Selain itu deformasi juga ditinjau pada potongan A-A sampai potongan D-D pada dinding penahan tanah tersebut agar dapat mengetahui perilaku deformasi yang terjadi pada tiap-tiap potongan. Berikut gambar *displacement* yang terjadi pada dinding penahan tersebut yang dapat dilihat pada Gambar 5.49, Gambar 5.50 dan Gambar 5.51.



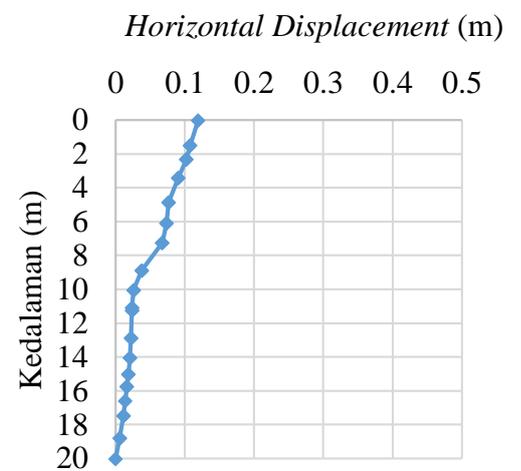
**Gambar 5.49 Total Displacement dengan Beban Kendaraan Sedang Dan Beban Gempa**



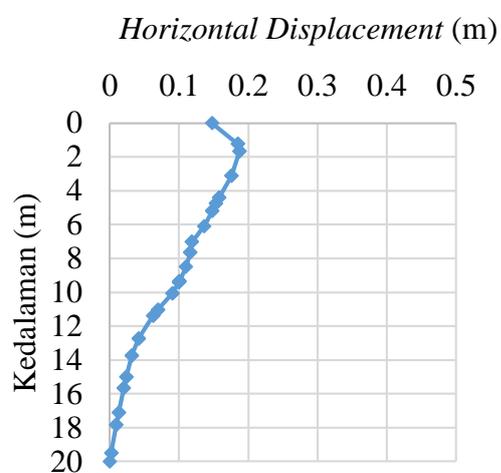
**Gambar 5.50 Potongan Yang Akan Ditinjau Displacement Dengan Beban Kendaraan Sedang Dan Beban Gempa**



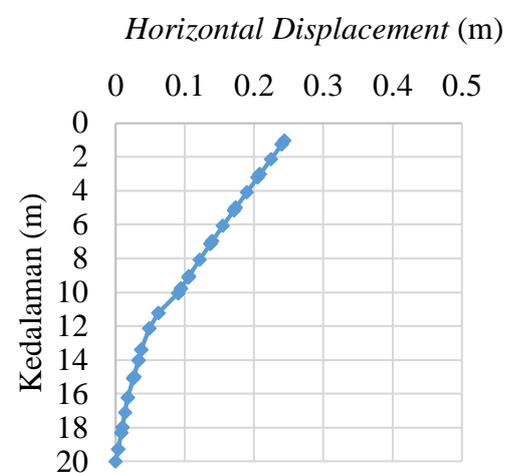
Potongan A-A



Potongan B-B



Potongan C-C



Potongan D-D

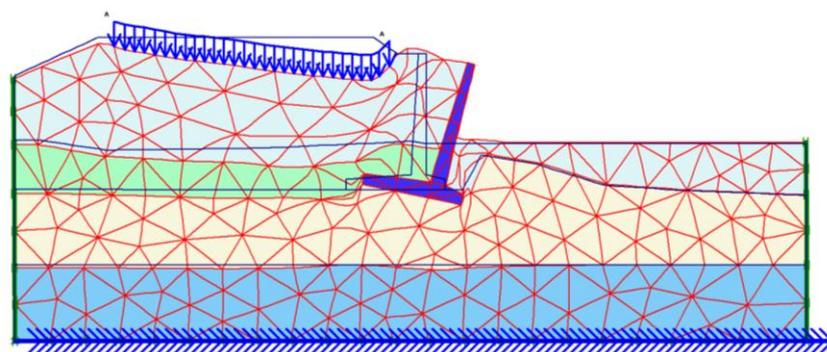
**Gambar 5.51 Horizontal Displacement Pada Tiap Potongan Akibat Beban Kendaraan Sedang Dan Beban Gempa**

Dari hasil analisis menggunakan program plaxis, deformasi dari tiap-tiap potongan dari potongan melintang dinding penahan tanah yang ditentukan berdasarkan nilai *displacement* yang terjadi akibat beban kendaraan sedang dan beban gempa. Nilai-nilai deformasi tersebut ditentukan dari nilai maksimum *total displacement* yang terjadi pada tiap-tiap potongan yang dapat dilihat pada Tabel 5.10.

**Tabel 5.10 Total Displacement Maksimum Dinding Penahan Tanah Tiap-tiap Potongan Akibat Beban Kendaraan Sedang Dan Beban Gempa**

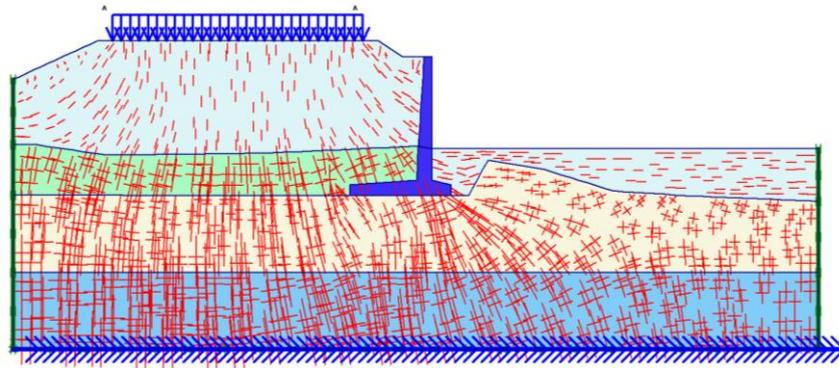
Potongan	<i>Displacement</i> Arah <i>x</i> ( <i>U<sub>x</sub></i> ) meter	<i>Displacement</i> Arah <i>y</i> ( <i>U<sub>y</sub></i> ) meter	<i>Total</i> <i>Displacement</i> ( <i>U</i> ) meter
A-A	0,077	-0,121	0,143
B-B	0,119	-0,170	0,207
C-C	0,185	-0,146	0,236
D-D	0,244	-0,05	0,249

Untuk hasil jaring-jaring elemen hingga (*meshing*) pada sta. 0+250 dengan *deformed mesh* beban kendaraan berat dapat dilihat pada Gambar 5.52.



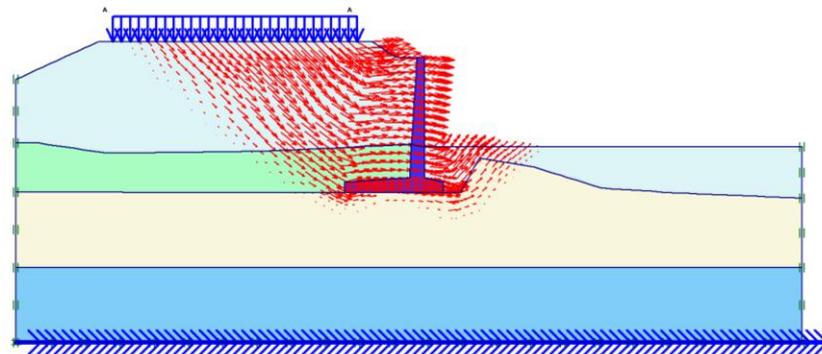
**Gambar 5.52 Deformed Mesh dengan Beban Kendaraan Berat Dan Beban Gempa**

Besarnya nilai *effective stresses* dengan beban merata kendaraan berat adalah sebesar  $-665,46 \text{ kN/m}^2$  seperti pada Gambar 5.53.

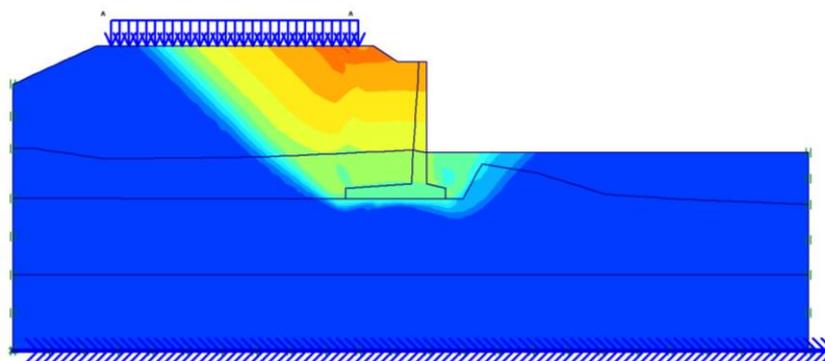


**Gambar 5.53 *Effective Stresses* dengan Beban Kendaraan Berat**

Untuk arah pergerakan dan daerah potensial longsor dapat dilihat pada Gambar 5.54 dan Gambar 5.55. Besarnya nilai angka aman dengan beban merata kendaraan berat adalah sebesar 1,2145 yang dapat dilihat pada Gambar 5.56.



**Gambar 5.54 Arah Pergerakan Tanah dengan Beban Kendaraan Berat  
Dan Beban Gempa**

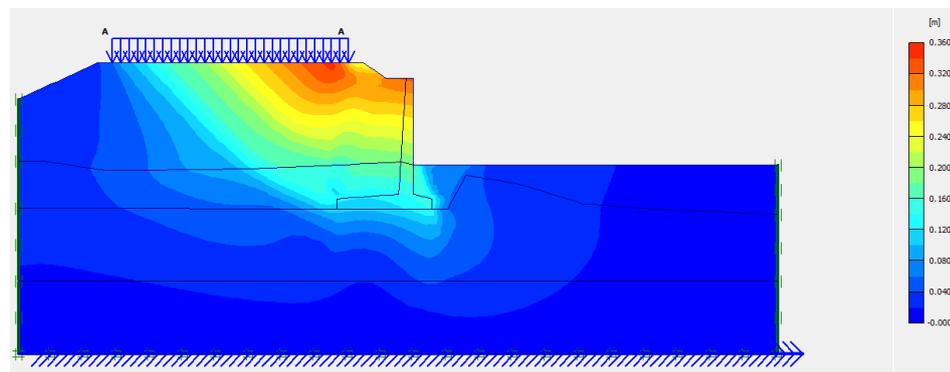


**Gambar 5.55 Daerah Potensial Keruntuhan dengan Beban Kendaraan  
Berat Dan Beban Gempa**

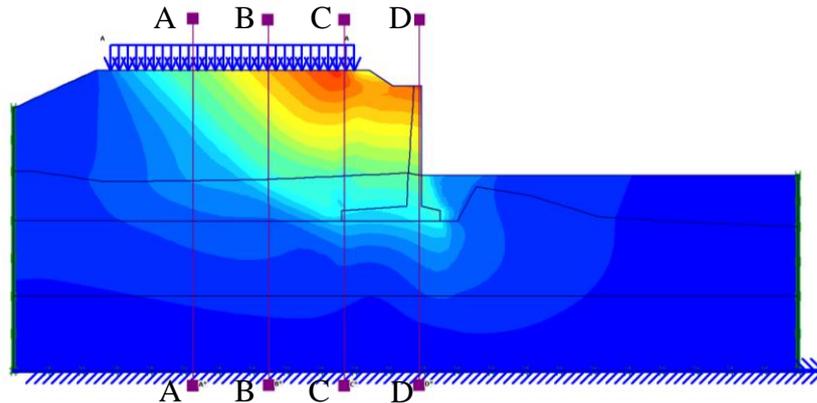
Multipliers			
	Incremental multipliers		Total multipliers
Prescribed displacements	Mdisp:	0.000	$\Sigma$ -Mdisp: 0.446
Load system A	MloadA:	0.000	$\Sigma$ -MloadA: 1.000
Load system B	MloadB:	0.000	$\Sigma$ -MloadB: 1.000
Soil weight	Mweight:	0.000	$\Sigma$ -Mweight: 1.000
Acceleration	Maccel:	0.000	$\Sigma$ -Maccel: -1.000
Strength reduction factor	Msf:	0.000	$\Sigma$ -Msf: 1.214
Time	Increment:	0.000	End time: 0.000
Dynamic time	Increment:	0.000	End time: 7.000

**Gambar 5.56 Nilai SF dengan Beban Kendaraan Berat Dan Beban Gempa**

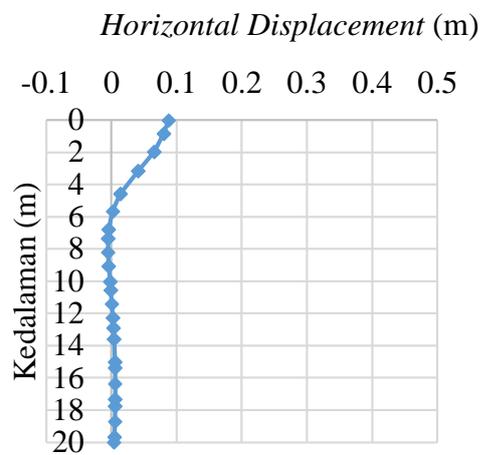
Besarnya nilai *total displacement* dengan beban kendaraan berat dan beban gempa adalah sebesar 0,344 m. Beban kendaraan diasumsikan sebagai beban merata dengan panjang sesuai dengan lebar jalan dilokasi penelitian. Selain itu deformasi juga ditinjau pada potongan A-A sampai potongan D-D pada dinding penahan tanah tersebut agar dapat mengetahui perilaku deformasi yang terjadi pada tiap-tiap potongan. Berikut gambar *displacement* yang terjadi pada dinding penahan tersebut yang dapat dilihat pada Gambar 5.57, Gambar 5.58 dan Gambar 5.59.



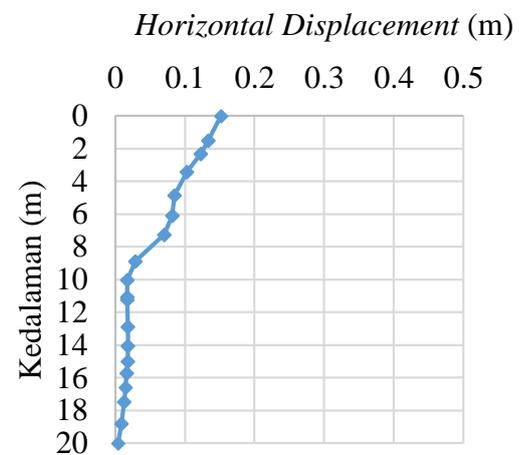
**Gambar 5.57 Total Displacement dengan Beban Kendaraan Berat Dan Beban Gempa**



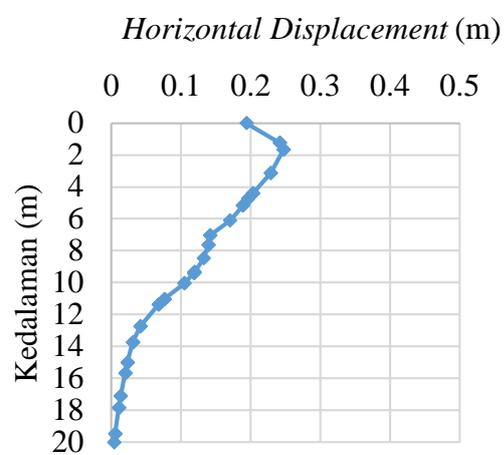
**Gambar 5.58** Potongan Yang Akan Ditinjau *Displacement* Dengan Beban Kendaraan Berat Dan Beban Gempa



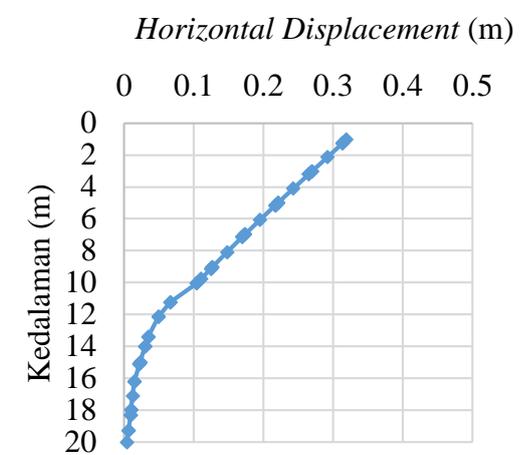
Potongan A-A



Potongan B-B



Potongan C-C



Potongan D-D

**Gambar 5.59** *Horizontal Displacement* Pada Tiap Potongan Akibat Beban Kendaraan Berat Dan Beban Gempa

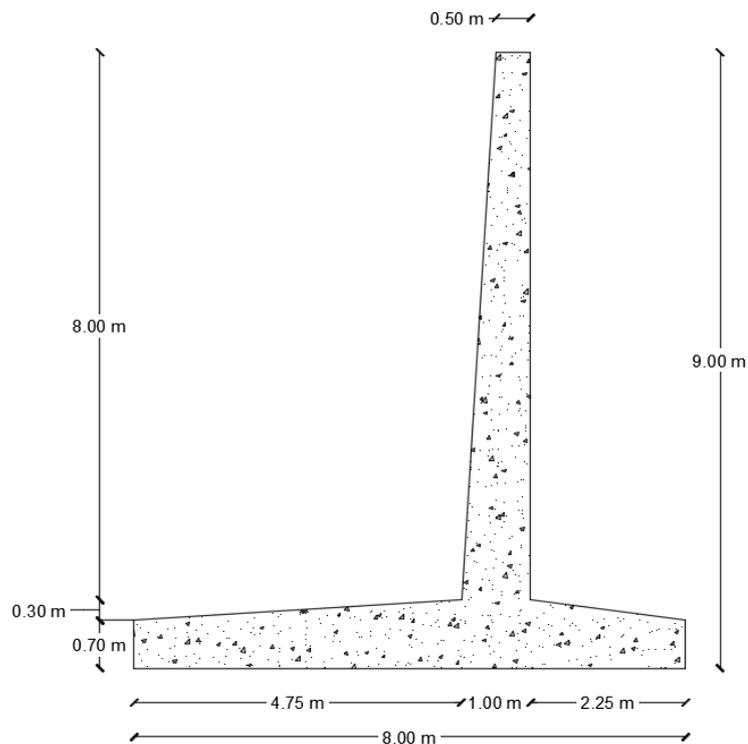
Dari hasil analisis menggunakan program plaxis, deformasi dari tiap-tiap potongan dari potongan melintang dinding penahan tanah yang ditentukan berdasarkan nilai *displacement* yang terjadi akibat beban kendaraan berat dan beban gempa. Nilai-nilai deformasi tersebut ditentukan dari nilai maksimum *total displacement* yang terjadi pada tiap-tiap potongan yang dapat dilihat pada Tabel 5.11.

**Tabel 5.11 Total Displacement Maksimum Dinding Penahan Tanah Tiap-tiap Potongan Akibat Beban Kendaraan Berat Dan Beban Gempa**

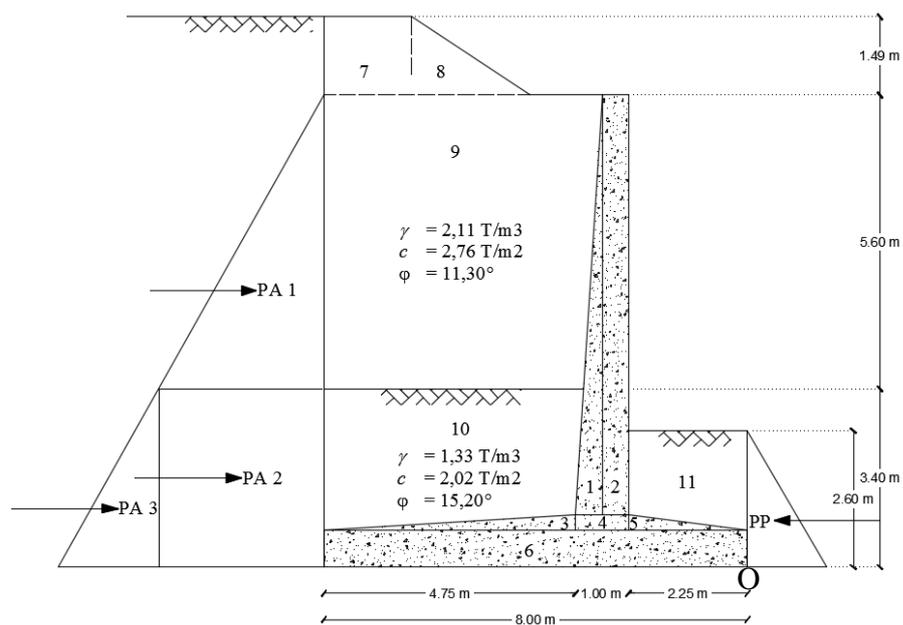
Potongan	<i>Displacement</i> Arah $x$ ( $U_x$ ) meter	<i>Displacement</i> Arah $y$ ( $U_y$ ) meter	<i>Total</i> <i>Displacement</i> ( $U$ ) meter
A-A	0,088	-0,160	0,183
B-B	0,134	-0,236	0,281
C-C	0,194	-0,264	0,328
D-D	0,319	-0,070	0,327

## 5.6 Rekomendasi Perbaikan Dinding Penahan Tanah

Dalam analisis yang dilakukan, didapatkan bahwa nilai angka aman untuk stabilitas tidak mencapai aman secara keseluruhan karena nilai angka aman untuk stabilitas terhadap penggeseran dan nilai angka aman untuk kapasitas dukung aman tidak memenuhi sesuai syarat yang telah ditentukan. Oleh karena itu, perlu adanya rekomendasi perbaikan pada struktur dinding penahan tanah tersebut. Dalam rekomendasi ini perbaikan yang dilakukan adalah dengan memperbesar lebar dari struktur dinding penahan tanah. Berikut dibawah ini adalah perhitungan dari struktur dinding penahan tanah setelah lebar dari dinding penahan tanah diperbesar.



**Gambar 5.60 Potongan Melintang Struktur Dinding Penahan Tanah Setelah Diperbaiki**



**Gambar 5.61 Diagram Gaya Yang Bekerja Pada Dinding Penahan Tanah Setelah Diperbaiki**

Hitungan gaya vertikal dan gaya momen terhadap kaki depan (titik  $O$ ) setelah diperbaiki dapat dilihat pada Tabel 5.12.

**Tabel 5.12 Hitungan Gaya Vertikal dan Gaya Momen Terhadap Kaki Depan  
(Titik *O*) Setelah Diperbaiki**

No	Berat <i>W</i> (Ton)	Jarak dari <i>O</i> (m)	Momen ke <i>O</i> (Ton m)	Keterangan Momen
1	0,5 x 8 x 2,4 = 4,8	2,92	14	(-)
2	0,5 x 0,5 x 8 x 2,4 = 9,6	2,50	24	(-)
3	0,5 x 4,75 x 0,3 x 2,4 = 1,71	4,83	8,27	(-)
4	1 x 0,3 x 2,4 = 0,72	2,75	1,98	(-)
5	0,5 x 2,25 x 0,3 x 2,4 = 0,81	1,50	1,22	(-)
6	8 x 0,7 x 2,4 = 13,44	4	53,76	(-)
7	1,65 x 1,50 x 2,11 = 5,21	7,18	37,39	(-)
8	0,5 x 2,24 x 1,50 x 2,11 = 3,53	5,6	19,79	(-)
9	5,08 x 5,61 x 2,11 = 60,02	5,46	327,71	(-)
10	4,83 x 2,55 x 1,33 = 16,38	5,64	92,39	(-)
11	2,26 x 1,74 x 2,11 = 8,35	1,09	9,12	(-)
	$\Sigma W = 124,57$		$\Sigma M = 589,62$	(-)

$$\begin{aligned}
 Ka1 &= \tan\left(45 - \frac{\phi}{2}\right)^2 \\
 &= \tan\left(45 - \frac{11,3}{2}\right)^2 \\
 &= 0,67
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Ka2 &= \tan\left(45 - \frac{\phi}{2}\right)^2 \\
 &= \tan\left(45 - \frac{15,2}{2}\right)^2 \\
 &= 0,58
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Kp &= \tan\left(45 + \frac{\phi}{2}\right)^2 \\
 &= \tan\left(45 + \frac{11,3}{2}\right)^2 \\
 &= 1,49
 \end{aligned}$$

Tekanan tanah aktif total dan momen terhadap  $O$  dinding penahan tanah setelah diperbaiki, dihitung dalam Tabel 5.13.

$$\begin{aligned} P_{a1} &= 0,5 \times \gamma_1 \times (H1)^2 \times Ka1 \\ &= 0,5 \times 2,11 \times (5,6)^2 \times 0,67 \\ &= 22,24 T \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_{a2} &= \gamma_1 \times H1 \times Ka2 \times H2 \\ &= 2,11 \times 5,6 \times 0,58 \times 3,4 \\ &= 23,48 T \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_{a3} &= 0,5 \times \gamma_2 \times H2^2 \times Ka2 \\ &= 0,5 \times 1,33 \times 3,4^2 \times 0,58 \\ &= 4,49 T \end{aligned}$$

**Tabel 5.13 Hitungan Tekanan Tanah Aktif dan Momen Terhadap Titik  $O$  Setelah Diperbaiki**

No	$P_a$ (Ton)	Jarak dari $O$ (m)	Momen ke $O$ (Ton m)	Keterangan Momen
	a	b	c = a x b	d
1	22,24	5,23	117,15	(+)
2	23,48	1,70	39,92	(+)
3	4,49	1,13	5,09	(+)
	$\Sigma P_a = 50,22$		$\Sigma M = 162,16$	(+)

Tekanan tanah pasif total dan momen terhadap  $O$  dinding penahan tanah setelah diperbaiki, dihitung dalam Tabel 5.15.

**Tabel 5.15 Hitungan Tekanan Tanah Pasif dan Momen Terhadap Titik  $O$  Setelah Diperbaiki**

No	$P_p$ (Ton)	Jarak dari $O$ (m)	Momen ke $O$ (Ton m)	Keterangan Momen
	a	b	c = a x b	d
1	$0,5 \times 2,11 \times 2,60^2 \times 1,48 = 10,61$	0,87	9,19	(-)

### 5.6.1 Stabilitas Terhadap Penggeseran Setelah Diperbaiki

Tahanan geser pada dinding penahan tanah sepanjang  $B = 8$  m, dihitung dengan menganggap dasar dinding sangat kasar, sehingga sudut gesek  $\delta_b = \varphi_{tanah}$  dasar dan adhesi  $cd = c_{tanah}$  dasar. Berikut dibawah ini adalah perhitungan stabilitas terhadap penggeseran setelah diperbaiki.

$$\begin{aligned}
 R_h &= cd \times B + (\Sigma W) \times \tan \delta_b \\
 &= 1,91 \times 8 + (124,57) \times \tan 30,9 \\
 &= 89,83 \text{ T} \\
 F_{gs} &= \frac{\Sigma R_h}{\Sigma Pa} \\
 &= \frac{89,83}{50,22} \\
 &= 1,79 > 1,5 \rightarrow \text{Aman}
 \end{aligned}$$

### 5.6.2 Stabilitas Terhadap Penggulingan Setelah Diperbaiki

Angka aman terhadap penggulingan dapat dihitung dengan membandingkan momen yang menahan penggulingan daengan momen yang mengakibatkan guling. Tahanan guling pada dinding penahan tanah setelah diperbaiki, dihitung dengan perhitungan sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 \Sigma M_{penahan} &= \Sigma M_w + \Sigma M_{pasif} \\
 &= 589,62 + 9,19 \\
 &= 598,81 \text{ Ton m} \\
 \Sigma M_{pendorong} &= \Sigma M_{aktif} \\
 &= 162,16 \text{ Ton m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 F_{gl} &= \frac{\Sigma M_{penahan}}{\Sigma M_{pendorong}} \\
 &= \frac{598,62}{162,16} \\
 &= 3,69 > 1,5 \rightarrow \text{Aman}
 \end{aligned}$$

### 5.6.3 Stabilitas Terhadap Keruntuhan Kapasitas Dukung Tanah Setelah Diperbaiki

Dalam menghitung stabilitas keruntuhan kapasitas dukung tanah, pada hitungan fondasi, kedalamannya dianggap dengan tinggi tanah timbunan disebelah kanan fondasi yaitu 2,6 meter. Dalam hal ini akan digunakan persamaan Hansen sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 x_e &= \frac{\Sigma Mw - \Sigma Mgl}{\Sigma W} \\
 &= \frac{598,81 - 162,16}{124,57} \\
 &= 3,51 \text{ m} \\
 e &= \frac{B}{2} - x_e \\
 &= \frac{8}{2} - 3,51 \\
 &= 0,49 \text{ m} < \frac{B}{6} = \frac{8}{6} = 1,33 \text{ m} \\
 B' &= B - 2 \times e \\
 &= 8 - 2 \times 0,49 \\
 &= 7,01 \text{ m} \rightarrow \text{Lebar Efektif} \\
 A' &= B' \times 1 \\
 &= 7,01 \times 1 \\
 &= 7,01 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

Gaya horisontal:  $H = 50,22$  Ton dan gaya vertikal:  $V = 124,57$  Ton. Faktor kemiringan beban:

$$\begin{aligned}
 i_q &= \left( 1 - \frac{0,5 \times H}{V + A' \times ca \times ctg \varphi} \right)^5 \geq 0 \\
 &= \left( 1 - \frac{0,5 \times 50,22}{124,57 + 7,01 \times 1,91 \times ctg 30,9} \right)^5 \\
 &= 0,39 > 0 \rightarrow \text{OK} \\
 i_\gamma &= \left( 1 - \frac{0,7 \times H}{V + A' \times ca \times ctg \varphi} \right)^5 \geq 0 \\
 &= \left( 1 - \frac{0,7 \times 50,22}{124,57 + 7,01 \times 1,91 \times ctg 30,9} \right)^5
 \end{aligned}$$

$$= 0,25 > 0 \rightarrow \text{OK}$$

$$\begin{aligned} N_q &= e^{(\pi \times \tan \varphi)} \times \tan^2 \left( 45^\circ + \frac{\varphi}{2} \right) \\ &= e^{(\pi \times \tan 30,9)} \times \tan^2 \left( 45^\circ + \frac{30,9}{2} \right) \\ &= 20,39 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} N_c &= (N_q - 1) \times \text{ctg } \varphi \\ &= (20,39 - 1) \times \text{ctg } 30,9 \\ &= 32,41 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} N_\gamma &= 1,5 \times (N_q - 1) \times \text{tg } \varphi \\ &= 1,5 \times (20,39 - 1) \times \text{tg } 30,9 \\ &= 17,41 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} i_c &= \frac{i_q - (1 - i_q)}{N_c \times \tan \varphi} \\ &= \frac{0,39 - (1 - 0,39)}{32,41 \times \tan 30,9} \\ &= 0,36 \end{aligned}$$

Faktor bentuk  $s_c = s_q = s_\gamma = 1$  dan faktor kedalaman menurut Hansen:

$$\begin{aligned} d_c &= 1 + 0,4 \times \left( \frac{D}{B} \right) \\ &= 1 + 0,4 \times \left( \frac{2,6}{8} \right) \\ &= 1,13 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} d_q &= 1 + 2 \times \left( \frac{D}{B} \right) \times \tan \varphi \times (1 - \sin \varphi)^2 \\ &= 1 + 2 \times \left( \frac{2,6}{8} \right) \times \tan 30,9 \times (1 - \sin 30,9)^2 \\ &= 1,09 \end{aligned}$$

$$d_\gamma = 1$$

Kapasitas dukung ultimit untuk fondasi dengan kedalaman tertentu menurut Hansen:

$$\begin{aligned} q_u &= d_c i_c c N_c + d_q i_q D_f \gamma N_q + d_\gamma i_\gamma 0,5 B \gamma N_\gamma \\ &= 1,13 \times 0,36 \times 1,91 \times 32,41 + 1,09 \times 0,39 \times 2,60 \times 1,69 \times 20,39 + 1 \times 0,25 \\ &\quad \times 0,5 \times 8 \times 1,69 \times 17,41 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= 93,54 \text{ T/m}^2 \\
 q_{\text{all}} &= \frac{q_u}{SF} \\
 &= \frac{93,54}{3} \\
 &= 31,18 \text{ T/m}^2
 \end{aligned}$$

Maka tegangan yang terjadi didasar pondasi adalah:

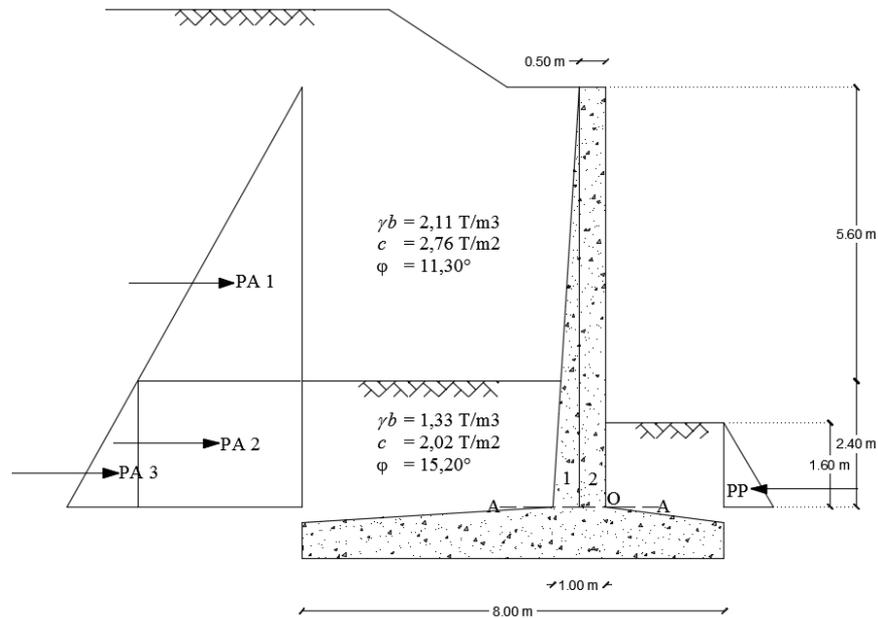
$$\begin{aligned}
 q_{\text{maks}} &= \frac{W}{B} \left(1 + \frac{6e}{B}\right) \rightarrow \text{Karena nilai } e < B/6 \\
 &= \frac{124,57}{8} \left(1 + \frac{6 \times 0,49}{8}\right) \\
 &= 21,35 \text{ T/m}^2 < q_{\text{all}} = 31,18 \text{ T/m}^2 \rightarrow \text{Tidak Aman} \\
 q_{\text{min}} &= \frac{W}{B} \left(1 - \frac{6e}{B}\right) \rightarrow \text{Karena nilai } e < B/6 \\
 &= \frac{124,57}{8} \left(1 - \frac{6 \times 0,49}{8}\right) \\
 &= 9,79 \text{ T/m}^2 > 0 \text{ T/m}^2 \rightarrow \text{Aman}
 \end{aligned}$$

#### 5.6.4 Stabilitas Internal Dinding Penahan Tanah

Dalam menghitung stabilitas internal dari struktur dinding penahan tanah dapat ditinjau dari tiap potongan dari tampang dinding penahan tanah tersebut. Dalam tinjauan ini, meliputi stabilitas terhadap tegangan desak, tegangan geser, dan tegangan tarik.

##### 1. Tinjauan Terhadap Potongan A-A

Berikut struktur dinding penahan tanah yang ditinjau terhadap potongan A-A beserta dengan diagram tekanan tanah lateral disajikan pada Gambar 5.62



**Gambar 5.62 Potongan A-A dan Diagram Tanah Lateral**

Hitungan gaya vertikal dan gaya momen terhadap kaki depan (titik  $O$ ) dapat dilihat pada Tabel 5.16.

**Tabel 5.16 Hitungan Gaya Vertikal dan Gaya Momen Terhadap Kaki Depan Potongan A-A (Titik  $O$ )**

No	Berat $W$ (Ton)	Jarak dari $O$ (m)	Momen ke $O$ (Ton m)	Keterangan Momen
1	$0,5 \times 8 \times 2,4 = 9,6$	0,25	2,4	(-)
2	$0,5 \times 0,5 \times 8 \times 2,4 = 4,8$	0,67	3,2	(-)
	$\Sigma W = 14,4$		$\Sigma M = 5,6$	(-)

Tekanan tanah aktif total dan momen terhadap  $O$  dinding penahan tanah, dihitung dalam Tabel 5.17.

$$\begin{aligned}
 P_{a1} &= 0,5 \times \gamma_1 \times (H1)^2 \times Ka1 \\
 &= 0,5 \times 2,11 \times (5,6)^2 \times 0,67 \\
 &= 22,24 \text{ T}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P_{a2} &= \gamma_1 \times H1 \times Ka2 \times H2 \\
 &= 2,11 \times 5,6 \times 0,58 \times 2,4 \\
 &= 16,58 \text{ T}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P_{a3} &= 0,5 \times \gamma_2 \times H_2^2 \times K_{a2} \\
 &= 0,5 \times 1,33 \times 2,4^2 \times 0,58 \\
 &= 2,24 T
 \end{aligned}$$

**Tabel 5.17 Hitungan Tekanan Tanah Aktif dan Momen Terhadap Titik *O***  
**Potongan A-A**

No	<i>P<sub>a</sub></i> (Ton)	Jarak dari <i>O</i> (m)	Momen ke <i>O</i> (Ton m)	Keterangan Momen
	a	b	c = a x b	d
1	22,24	4,27	94,91	(+)
2	16,58	1,2	19,89	(+)
3	2,24	0,8	1,79	(+)
	$\Sigma P_a = 41,06$		$\Sigma M = 116,59$	(+)

Tekanan tanah pasif total dan momen terhadap *O* dinding penahan tanah pada potongan A-A, dihitung dalam Tabel 5.18.

**Tabel 5.18 Hitungan Tekanan Tanah Pasif dan Momen Terhadap Titik *O***  
**Potongan A-A**

No	Tekanan Tanah Pasif <i>P<sub>p</sub></i> (Ton)	Jarak dari <i>O</i> (m)	Momen ke <i>O</i> (Ton m)	Keterangan Momen
1	$0,5 \times 2,11 \times 1,60^2 \times 1,48 = 4,02$	0,53	2,14	(-)

Eksentrisitas pada potongan A-A

$$\begin{aligned}
 x_e &= \frac{\Sigma M_a - \Sigma M_p}{\Sigma V} \\
 &= \frac{116,59 - (2,14 + 5,6)}{14,4} \\
 &= 7,56 \text{ m} \\
 e &= \frac{B}{2} - x_e \\
 &= \frac{1}{2} - 7,56 \\
 &= -7,06 \text{ m} > b/6 = 0,17 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Tinjauan stabilitas terhadap tegangan desak:

$$\begin{aligned}\sigma_{desak} &= \frac{V}{B \times 1} + \frac{\Sigma Ma - \Sigma Mp}{W} \\ &= \frac{14,4}{1 \times 1} + \frac{116,59 - (2,14 + 5,6)}{\frac{1}{6} \times (1)^2 \times 1} \\ &= 667,48 \text{ T/m}^2 < \sigma_{desak \text{ ijin}} = 0,45 \times 29,05 \text{ MPa} = 13,07 \text{ Mpa} = 1332,77 \text{ T/m}^2\end{aligned}$$

Tinjauan stabilitas terhadap tegangan tarik:

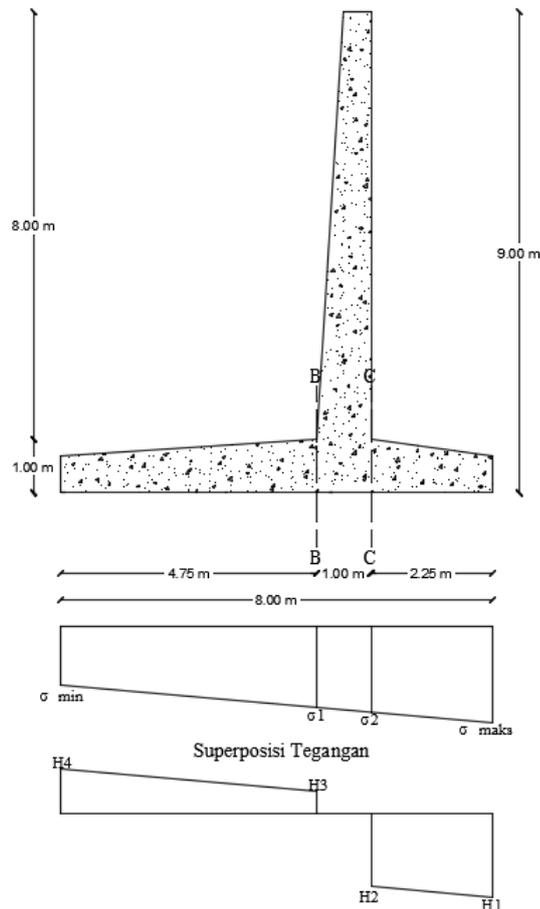
$$\begin{aligned}\sigma_{tarik} &= \frac{V}{B \times 1} + \frac{\Sigma Ma - \Sigma Mp}{W} \\ &= \frac{14,4}{1 \times 1} - \frac{116,59 - (2,14 + 5,6)}{\frac{1}{6} \times (1)^2 \times 1} \\ &= -638,68 \text{ T/m}^2 < \sigma_{tarik \text{ ijin}} = 0,15 \times \sqrt{29,05 \text{ MPa}} = 0,81 \text{ MPa} = 82,44 \text{ T/m}^2\end{aligned}$$

Tinjauan stabilitas terhadap tegangan geser:

$$\begin{aligned}D_{A-A} &= 41,06 \text{ T} \\ \sigma_{geser} &= \frac{2}{3} \times \frac{D}{B \times h} \\ &= \frac{2}{3} \times \frac{41,06}{1 \times 1} \\ &= 27,37 \text{ T/m}^2 < \sigma_{geser \text{ ijin}} = \sqrt{29,05 \text{ MPa}} = 5,39 \text{ MPa} = 549,63 \text{ T/m}^2\end{aligned}$$

## 2. Tinjauan Terhadap Potongan B-B dan C-C

Berikut struktur dinding penahan tanah yang ditinjau terhadap potongan B-B dan C-C beserta dengan diagram tekanan tanah lateral disajikan pada Gambar 5.63.



**Gambar 5.63 Tinjauan Potongan B-B dan Potongan C-C**

Hasil analisis perhitungan sebelumnya bahwa tegangan yang terjadi didasar fondasi adalah sebagai berikut:

$$q_{\text{maks}} = 21,34 \text{ T/m}$$

$$q_{\text{min}} = 9,79 \text{ T/m}$$

sehingga, perhitungan superposisi tegangan adalah sebagai berikut:

$$H1 = \sigma_{\text{maks}} - H_c \gamma_c = 21,34 - 1 \times 2,4 = 18,95 \text{ T/m}^2$$

$$H2 = \sigma_2 - H_c \gamma_c = 18,10 - 1 \times 2,4 = 15,70 \text{ T/m}^2$$

$$H3 = \sigma_1 - H_c \gamma_c - H_t \gamma_t = 16,65 - 1 \times 2,4 - 8 \times 2,11 = -2,63 \text{ T/m}^2$$

$$H4 = \sigma_{\text{min}} - H_c \gamma_c - H_t \gamma_t = 9,79 - 1 \times 2,4 - 8 \times 2,11 = -9,49 \text{ T/m}^2$$

a. Tinjauan Potongan B-B

Momen yang terjadi pada tampang B-B:

$$\begin{aligned}
 M &= H_3 \times 4,75 \times (0,5 \times 4,75) + (H_4 - H_3) \times 4,75 \times [(2/3) \times 4,75] \\
 &= 2,63 \times 4,75 \times (0,5 \times 4,75) + (9,49 - 2,63) \times 4,75 \times [(2/3) \times 4,75] \\
 &= 132,80 \text{ Tm}
 \end{aligned}$$

Tegangan desak yang terjadi:

$$\begin{aligned}
 \sigma_{desak} &= \frac{M}{W} \\
 &= \frac{132,80}{\frac{1}{6} \times (1)^2 \times 1} \\
 &= 796,81 \text{ T/m}^2 < 1332,77 \text{ T/m}^2 \rightarrow \text{Aman}
 \end{aligned}$$

Tegangan geser yang terjadi:

$$\begin{aligned}
 D_{B-B} &= 0,5 (H_4 - H_3) \times 4,75 \\
 &= 0,5 (9,49 - 2,63) \times 4,75 \\
 &= 16,28 \text{ T} \\
 \tau &= \frac{2 \times D}{3 \times B \times h} \\
 &= \frac{2 \times 16,28}{3 \times 1 \times 1} \\
 &= 10,86 \text{ T/m}^2 < 549,63 \text{ T/m}^2 \rightarrow \text{Aman}
 \end{aligned}$$

b. Tinjauan Potongan C-C

Momen yang terjadi pada tampang C-C:

$$\begin{aligned}
 M &= H_2 \times 2,25 \times (0,5 \times 2,25) + (H_1 - H_2) \times 2,25 \times [(2/3) \times 2,25] \\
 &= 15,7 \times 2,25 \times (0,5 \times 2,25) + (18,95 - 15,70) \times 2,25 \times [(2/3) \times 2,25] \\
 &= 50,70 \text{ Tm}
 \end{aligned}$$

Tegangan desak yang terjadi:

$$\begin{aligned}
 \sigma_{desak} &= \frac{M}{W} \\
 &= \frac{50,70}{\frac{1}{6} \times (1)^2 \times 1} \\
 &= 304,22 \text{ T/m}^2 < 1332,77 \text{ T/m}^2 \rightarrow \text{Aman}
 \end{aligned}$$

Tegangan geser yang terjadi:

$$\begin{aligned}
 D_{B-B} &= 0,5 (H_1 - H_2) \times 2,25 \\
 &= 0,5 (18,95 - 15,70) \times 2,25 \\
 &= 3,65 \text{ T} \\
 \tau &= \frac{2 \times D}{3 \times B \times h} \\
 &= \frac{2 \times 3,65}{3 \times 1 \times 1} \\
 &= 2,43 \text{ T/m}^2 < 549,63 \text{ T/m}^2 \rightarrow \text{Aman}
 \end{aligned}$$

### 5.7 Hasil Perhitungan Plaxis Setelah Perbaikan

Hasil perhitungan plaxis setelah perbaikan untuk seluruh pembebanan dapat disajikan pada Lampiran 2.

### 5.8 Hasil Analisis dan Pembahasan

Analisis stabilitas pada dinding penahan tanah yang berada Overpass Simpang Paringin di sta. 0+250 menggunakan metode elemen hingga dengan program plaxis dimodelkan dengan membedakan beban untuk menganalisis perilaku deformasi yang terjadi pada dinding penahan tanah tersebut. Untuk analisis dengan perhitungan manual menghitung stabilitas terhadap penggulingan, stabilitas terhadap penggeseran, dan stabilitas terhadap daya dukung tanah serta stabilitas internal pada rekomendasi perbaikan.

Berdasarkan hasil analisis perhitungan manual stabilitas struktur dinding penahan tanah kondisi eksisting secara manual ditinjau pada stabilitas terhadap gaya eksternal, didapat nilai angka aman (*safety factor*) stabilitas terhadap penggeseran adalah  $1,54 < 1,5$  dimana angka aman stabilitas terhadap penggeseran aman. Selain itu, nilai angka aman terhadap stabilitas keruntuhan kapasitas dukung tanah tidak aman karena nilai yang didapatkan dari perhitungan adalah  $q_{maks} = 31,46 \text{ T/m}^2 > 23,48 \text{ T/m}^2$  dimana nilai angka aman tersebut lebih dari tegangan yang di ijin dan  $q_{min} = 3,06 \text{ T/m}^2 > 0 \text{ T/m}^2$  (aman). Untuk stabilitas terhadap penggulingan didapatkan nilai 2,54 dimana nilai tersebut lebih dari yang disyaratkan adalah 1,5 yang berarti nilai angka aman terhadap penggulingan adalah

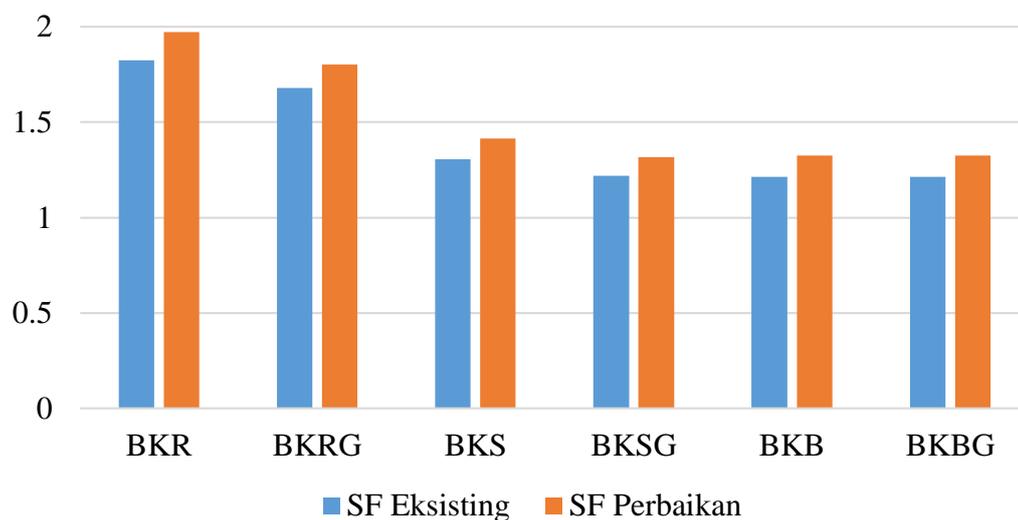
aman. Setelah mengetahui bahwa dimensi tidak aman secara keseluruhan, rekomendasi perbaikan yang dilakukan dengan memperbesar lebar fondasi dari 6,5 m menjadi 8 m. Nilai angka aman stabilitas terhadap penggeseran adalah  $1,79 > 1,5$  yang menunjukkan nilai angka aman tersebut aman terhadap penggeseran. Untuk nilai angka aman stabilitas terhadap penggulingan adalah  $3,69 > 1,5$ , dimana angka aman untuk stabilitas terhadap penggulingan aman. Selain itu, nilai stabilitas terhadap kapasitas dukung tanah adalah  $q_{maks} = 21,35 \text{ T/m}^2 < q_{all} = 31,18 \text{ T/m}^2$  dan  $q_{min} = 9,79 \text{ T/m}^2 > 0 \text{ T/m}^2$ , dimana tegangan pada kapasitas dukung tanah menunjukkan aman terhadap keruntuhan kapasitas dukung tanah.

Hasil analisis menggunakan program plaxis akibat beban lalu lintas dan beban gempa, pada hasil gambar *effective stresses* yang menunjukkan tegangan-tegangan efektif yang terjadi pada setiap lapisan tanah. *Effective stresses* akibat beban kendaraan ringan diperoleh sebesar  $-286,79 \text{ kN/m}^2$  dan dengan beban gempa didapatkan nilai *effective stresses* sebesar  $-283,11 \text{ kN/m}^2$ . Untuk *effective stresses* akibat beban kendaraan sedang adalah sebesar  $-507,32 \text{ kN/m}^2$  dan beban gempa sebesar  $-571,73 \text{ kN/m}^2$ . Untuk nilai *effective stresses* juga dengan beban kendaraan berat adalah sebesar  $-642,28 \text{ kN/m}^2$  dan dengan beban gempa adalah sebesar  $-665,46 \text{ kN/m}^2$ . Tegangan efektif atau *effective stresses* itu sendiri merupakan tegangan yang mempengaruhi kuat geser dan perubahan volume, sehingga semakin besar nilai *effective stresses* semakin besar juga geser dan perubahan volume yang terjadi, maka potensi terjadinya kelongsoran semakin besar.

Selain itu, analisis dengan menggunakan program plaxis menunjukkan nilai angka aman untuk beban kendaraan ringan tanpa beban gempa adalah sebesar  $1,8245 > 1,3$  (aman) dan dengan beban gempa diperoleh sebesar  $1,6799 > 1,3$  (aman). Untuk nilai angka aman dari beban kendaraan sedang tanpa beban gempa adalah sebesar  $1,3054 > 1,3$  (aman) dan dengan beban gempa diperoleh sebesar  $1,2184 < 1,3$  (tidak aman). Selain itu untuk kendaraan berat didapatkan nilai angka aman tanpa beban gempa adalah sebesar  $1,2146 < 1,3$  (tidak aman) dan dengan beban gempa diperoleh sebesar  $1,2145 < 1,3$  (aman). Setelah diketahui bahwa kondisi eksisting dinding penahan tanah tidak aman secara keseluruhan dalam menahan beban yang ada di atasnya, diberi rekomendasi perbaikan dengan memperlebar

dimensi bawah dinding penahan tanah. Nilai angka aman setelah dinding penahan tanah tersebut diperbaiki adalah untuk beban kendaraan ringan tanpa beban gempa adalah sebesar  $1,972 > 1,3$  (aman) dan dengan beban gempa diperoleh sebesar  $1,803 > 1,3$  (aman). Untuk nilai angka aman dari beban kendaraan sedang tanpa beban gempa adalah sebesar  $1,415 > 1,3$  (aman) dan dengan beban gempa diperoleh sebesar  $1,317 > 1,3$  (aman). Selain itu untuk kendaraan berat didapatkan nilai angka aman tanpa beban gempa adalah sebesar  $1,324 > 1,3$  (aman) dan dengan beban gempa diperoleh sebesar  $1,326 > 1,3$  (aman). Untuk perbandingan nilai angka aman kondisi eksisting dan setelah diperbaiki dapat dilihat pada Gambar 5.64

Dalam penelitian ini, hasil perhitungan ditinjau dari perilaku deformasi dinding penahan tanah dari potongan melintang yang ditentukan berdasarkan nilai *displacement* dari analisis program plaxis. Perilaku deformasi yang terjadi pada dinding penahan tanah akibat beban kendaraan dan gempa disajikan pada Gambar 5.65.



Keterangan:

BKR : Beban Kendaraan Ringan

BKRG : Beban Kendarangan Ringan dan Beban Gempa

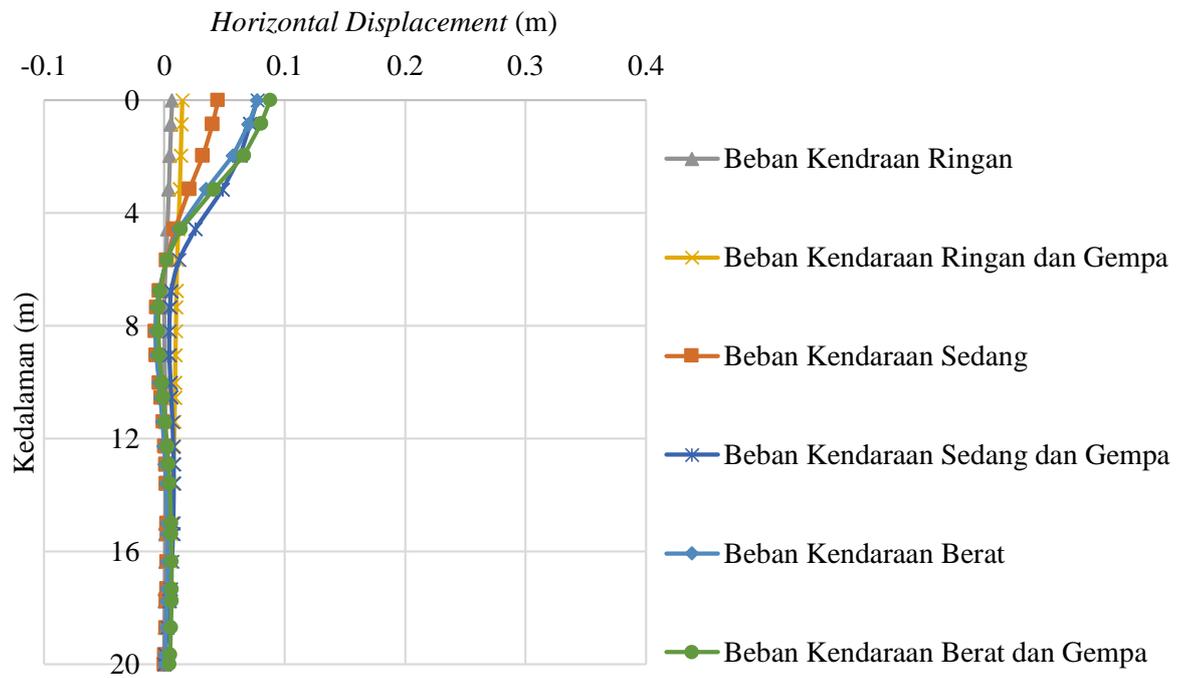
BKS : Beban Kendaraan Sedang

BKSG : Beban Kendaraan Sedang dan Beban Gempa

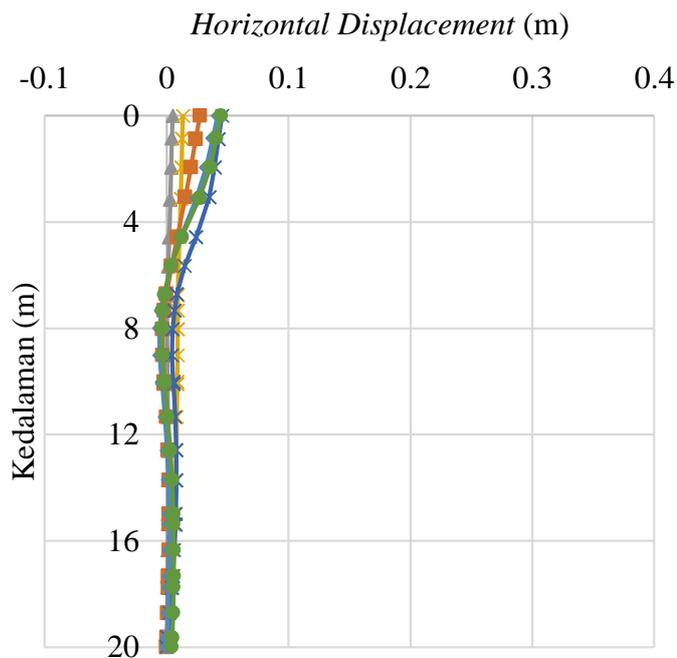
BKB : Beban Kendaraan Berat

BKBG : Beban Kendaraan Berat dan Beban Gempa

**Gambar 5.64 Perbandingan Nilai SF Kondisi Eksisting dan Kondisi Setelah Diperbaiki**

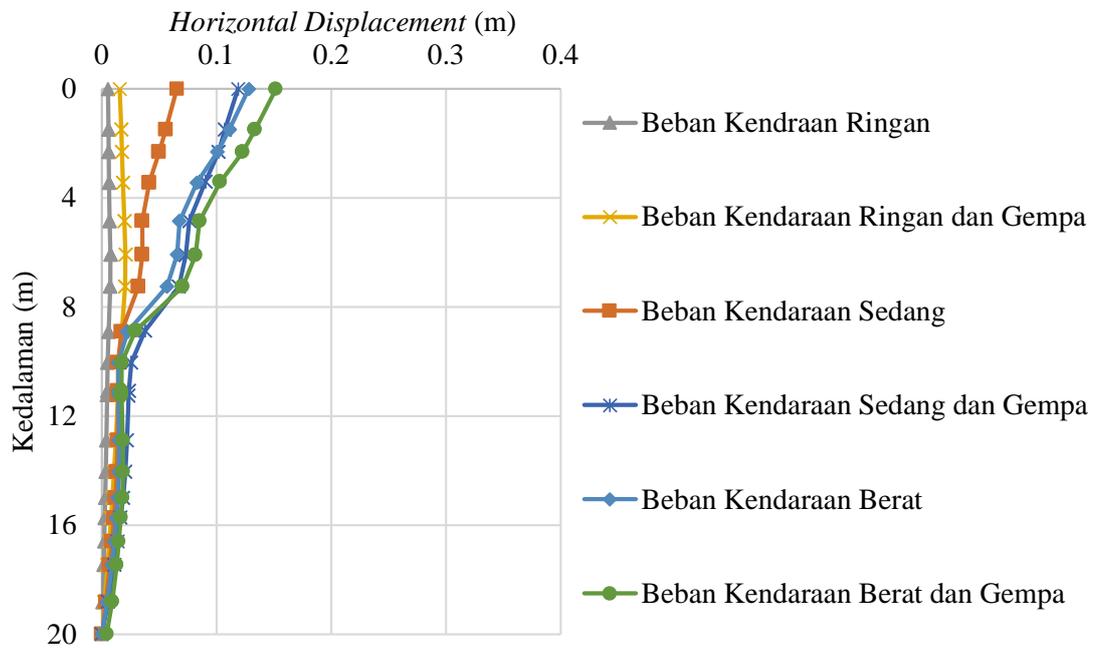


(a) Kondisi Eksisting

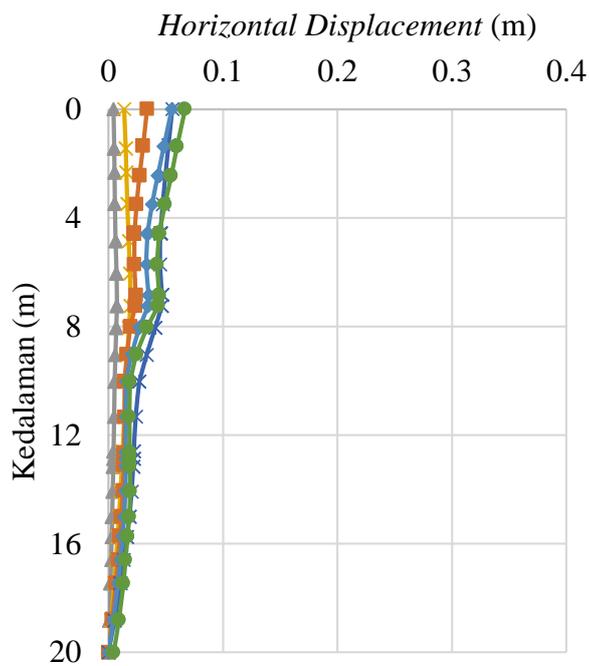


(b) Kondisi Setelah Diperbaiki

**Gambar 5.65a** *Horizontal Displacement* Potongan A-A Akibat Beban Kendaraan dan Beban Gempa

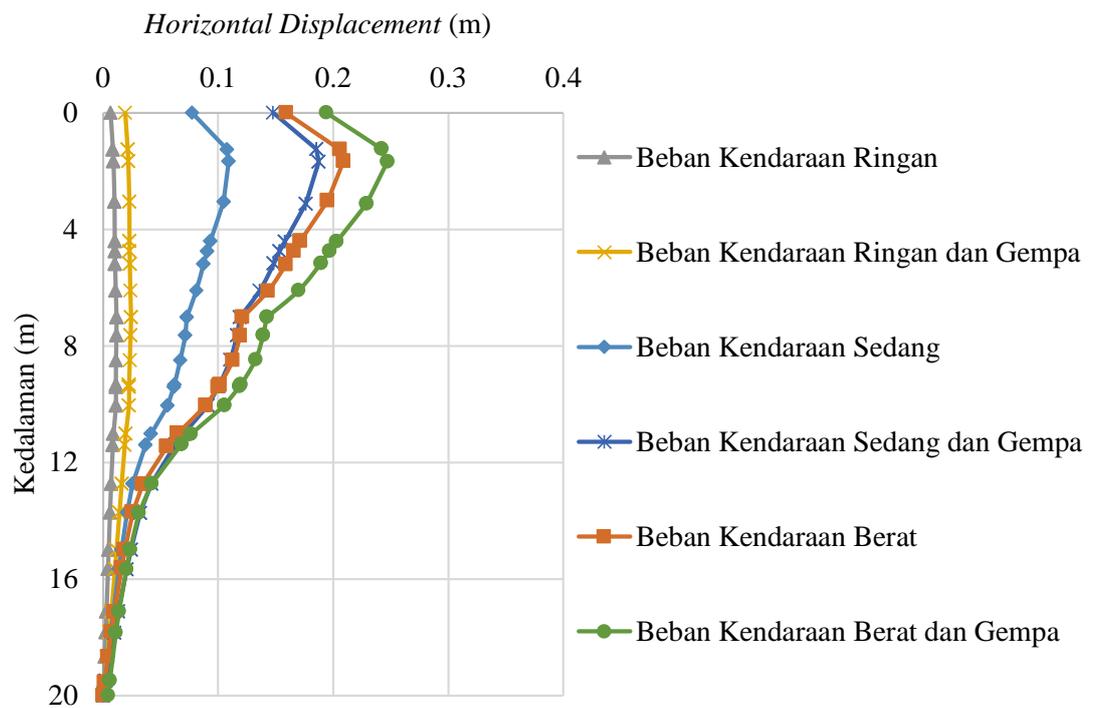


(a) Kondisi Eksisting

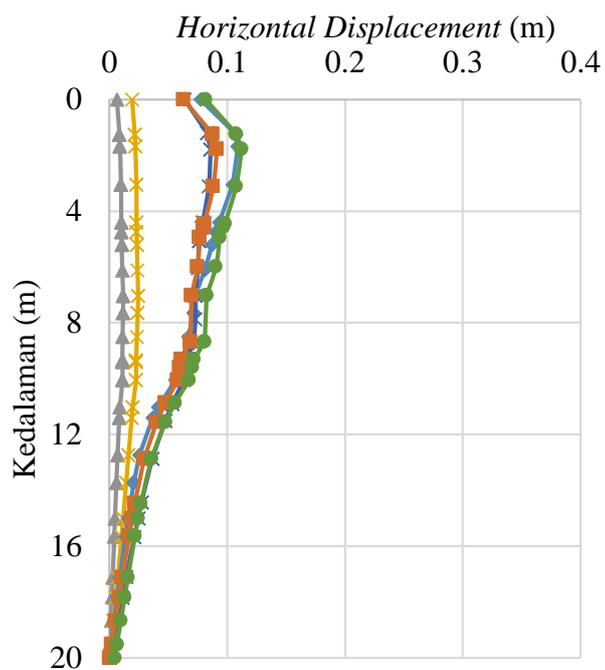


(b) Kondisi Setelah Diperbaiki

Gambar 5.65b *Horizontal Displacement* Potongan B-B Akibat Beban Kendaraan dan Beban Gempa

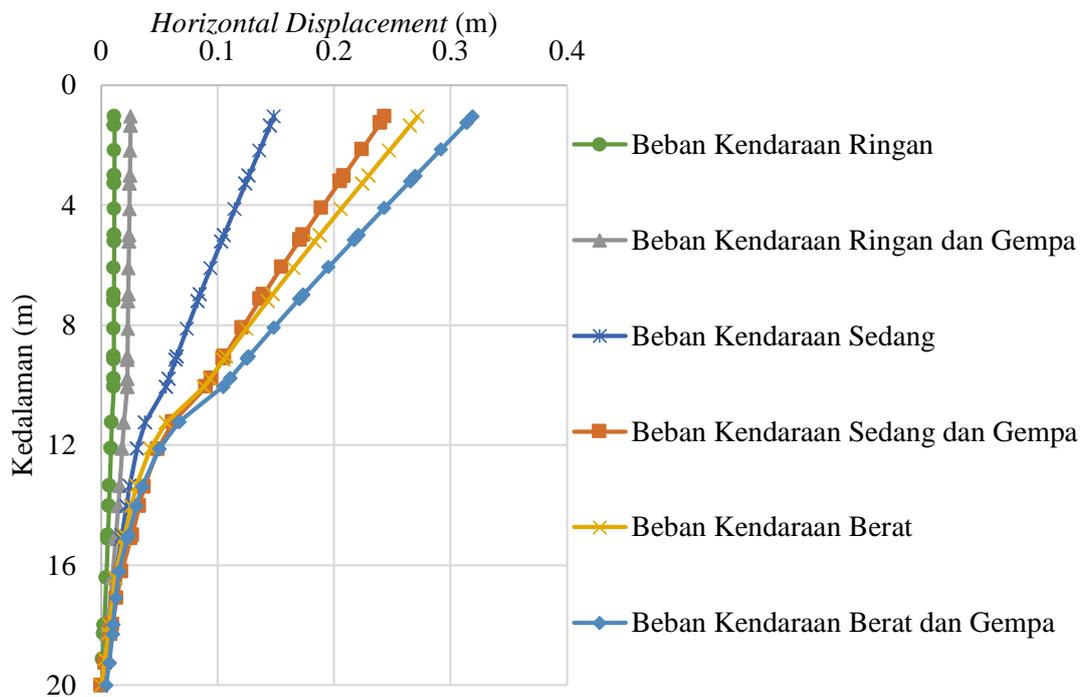


(a) Kondisi Eksisting

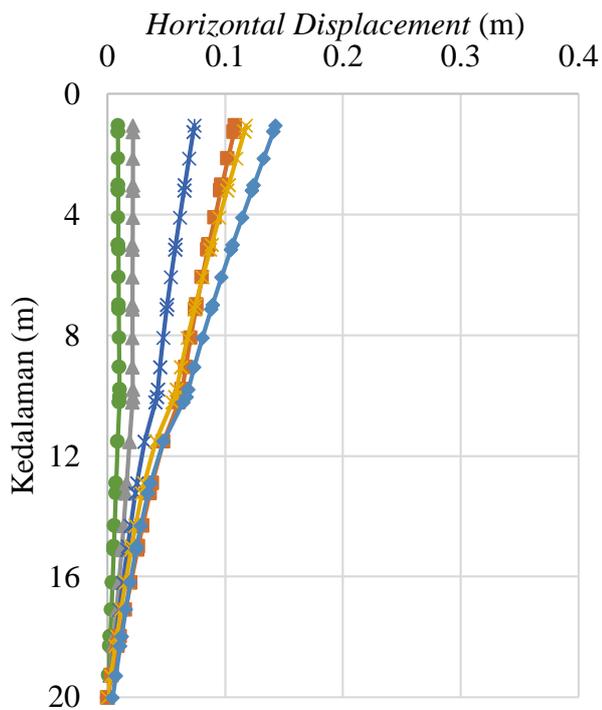


(b) Kondisi Setelah Diperbaiki

**Gambar 5.65c Horizontal Displacement Potongan C-C Akibat Beban Kendaraan dan Beban Gempa**



(a) Kondisi Eksisting



(b) Kondisi Setelah Diperbaiki

Gambar 5.65d *Horizontal Displacement* Potongan D-D Akibat Beban Kendaraan dan Beban Gempa

Bedasarkan hasil analisis yang telah dilakukan, masing-masing nilai *total displacement* untuk kondisi eksisting untuk beban kendaraan ringan tanpa beban gempa adalah 0,028 m dan dengan beban gempa adalah 0,028 m. Untuk beban kendaraan sedang tanpa beban gempa adalah 0,172 m dan dengan beban gempa adalah 0,249 m. Untuk beban kendaraan berat tanpa beban gempa adalah 0,272 m dan dengan beban gempa adalah 0,319 m. Dimana dinding penahan tanah masih relatif aman karena dalam Look (2007) mengatakan toleransi *displacement* dinding penahan tanah kecil sampai dengan besar adalah sebesar 20-40 cm. Untuk nilai *total displacement* setelah diperbaiki untuk beban kendaraan ringan tanpa beban gempa adalah 0,026 m dan dengan beban gempa adalah 0,025 m. Untuk beban kendaraan sedang tanpa beban gempa adalah 0,109 m dan dengan beban gempa adalah 0,125 m. Untuk beban kendaraan berat tanpa beban gempa adalah 0,157 m dan dengan beban gempa adalah 0,179 m. Untuk nilai *displacement* setelah diperbaiki didapatkan nilai yang aman menurut Look (2007) karena nilai *displacement* yang terjadi kurang dari 20-40 cm.

Selain itu, berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan, deformasi maksimum yang terjadi pada tiap-tiap pembebanan terletak pada potongan D-D, dimana potongan D-D diambil dari pemotongan dinding penahan tanah yang dimodelkan pada plaxis dari bidang gambar potongan melintang pada analisis program plaxis. Nilai deformasi maksimum arah horisontal pada potongan D-D akibat beban kendaraan ringan tanpa beban gempa adalah sebesar 0,0117 m dan dengan beban gempa adalah sebesar 0,025 m. Untuk beban kendaraan sedang tanpa beban gempa adalah sebesar 0,148 m dan dengan beban gempa adalah sebesar 0,244 m. Untuk beban kendaraan berat tanpa beban gempa adalah sebesar 0,272 m dan dengan beban gempa adalah sebesar 0,319 m. Bentuk deformasi yang dihasilkan dari pemodelan program plaxis masih relatif aman karena pergerakan dinding penahan tanah sebelum longsor menurut Look (2007) adalah sebesar 20-40 cm.

Dalam Hardiyatmo (2014) mengatakan, merencanakan struktur dinding penahan tanah ditinjau terhadap beberapa hal sebagai berikut:

1. Faktor aman terhadap penggeseran dan penggulingan harus mencukupi.

2. Tekanan yang terjadi pada tanah dasar fondasi harus tidak boleh melebihi kapasitas dukung tanah ijin.
3. Stabilitas lereng secara keseluruhan harus memenuhi syarat.

Hasil pembahasan di atas dapat disimpulkan bahwa untuk nilai faktor aman belum memenuhi syarat secara keseluruhan untuk perhitungan manual untuk kondisi lereng asli. Selain itu, nilai faktor aman untuk yang dilewati kendaraan sedang dan berat menyebabkan kondisi struktur dinding penahan tanah mengalami kondisi kritis karena nilai angka aman tersebut kurang dari yang disyaratkan adalah 1,5. Dalam tinjauan lain, nilai deformasi yang diakibatkan beban kendaraan sedang dan berat dengan beban gempa dan tanpa beban gempa juga mengakibatkan kondisi kritis pada struktur dinding penahan tanah. Dari hasil keseluruhan, direkapitulasi pada Tabel 5.18 dan Tabel 5.19

**Tabel 5.18 Hasil Analisis Perhitungan Program Plaxis**

Parameter	Satuan	Kondisi Eksisting						Setelah Diperbaiki					
		Tanpa Beban Gempa			Dengan Beban Gempa			Tanpa Beban Gempa			Dengan Beban Gempa		
		BKR	BKS	BKB	BKR	BKS	BKB	BKR	BKS	BKB	BKR	BKS	BKB
<i>Effective Stresses</i>	kN/m <sup>2</sup>	-286,79	-507,32	-642,28	-283,11	-571,73	-665,46	-285,87	-329,21	-379,97	-267,05	-343,33	-396,43
<i>Safety Factor</i>		1,8245	1,3054	1,2146	1,6799	1,2184	1,2145	1,972	1,415	1,324	1,803	1,317	1,326
Syarat		1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3
Keterangan	-	Aman	Aman	Tidak Aman	Aman	Tidak Aman	Tidak Aman	Aman	Aman	Aman	Aman	Aman	Aman
<i>Total Displacement</i>	m	0,028	0,172	0,296	0,028	0,249	0,344	0,026	0,109	0,157	0,025	0,125	0,179
<i>Maksimum Horizontal Displacement:</i>													
- Potongan A-A	m	0,0063	0,045	0,077	0,015	0,077	0,088	0,0052	0,028	0,042	0,013	0,046	0,045
- Potongan B-B		0,0055	0,066	0,128	0,017	0,119	0,134	0,0072	0,030	0,048	0,019	0,056	0,059
- Potongan C-C		0,0085	0,108	0,159	0,024	0,185	0,194	0,0107	0,056	0,091	0,022	0,086	0,112
- Potongan D-D		0,00117	0,148	0,272	0,025	0,244	0,319	0,0106	0,058	0,088	0,021	0,086	0,116

**Tabel 5.19 Hasil Analisis Perhitungan Manual**

Parameter	Satuan	Kondisi Eksisting			Setelah Diperbaiki		
		Nilai	Syarat	Keterangan	Nilai	Syarat	Keterangan
SF Geser	-	1,54	1,5	Aman	1,79	1,5	Aman
SF Guling	-	2,54	1,5	Aman	3,69	1,5	Aman
Daya Dukung Tanah							
- $q_{maks}$	T/m <sup>2</sup>	31,46	< $q_{all} = 23,48$	Tidak Aman	21,35	< $q_{all} = 31,18$	Aman
- $q_{min}$	T/m <sup>2</sup>	2,03	> 0	Aman	9,79	> 0	Aman