

# **Analisis Kegagalan Tanah pada Timbunan *Corrugated Metal Plate (CMP)***

**RICKY FERRO SIAGIAN, YUKI ACHMAD YAKIN**

Jurusan Teknik Sipil, Institut Teknologi Nasional, Bandung  
Email: rickyferrosiagian@gmail.com

## **ABSTRAK**

*Provinsi Kalimantan Tengah, Kabupaten Murung Raya adalah daerah yang mempunyai potensi pada pertambangan oleh karena itu direncanakan pembangunan jembatan sebagai peningkatan fasilitas mobilisasi pada daerah pertambangan di daerah kabupaten Murung Raya. Konstruksi jembatan yang dibangun menggunakan material Corrugated Metal Plate (CMP) sebagai struktur utama jembatan. Pada proses konstruksi terjadi keruntuhan yang mengakibatkan fail pada salah satu culvert dimana tanah timbunan yang digunakan adalah material clay. Dari kasus tersebut kemudian dianalisa dengan menggunakan software PLAXIS 2D dengan output total displacement sebesar 15,39 cm dimana lebih besar dari kapasitas displacement yang di ijinakan yaitu 2,54 cm. Untuk Menangani masalah displacement yang besar pada culvert, maka dilakukan pemodelan dengan metode penimbunan bertahap menggunakan material timbunan Clay Cement dan menghasilkan total displacement yang lebih rendah yaitu 0,036 cm dimana lebih kecil dari displacement yang diijinkan sehingga fail pada culvert dapat ditangani dengan metode penimbunan bertahap dan sudah diberikan beban surcharge load sebesar 10 kN/m<sup>2</sup>.*

**Kata kunci:** *corrugated metal plate (CMP), material timbunan tanah, total displacement*

## **ABSTRACT**

*Central Kalimantan Province, Murung Raya regency is a region which has a potency in minning, and that's the reason why this region has a bridge construction planned as to improve the mobility the mining area of Murung Raya Regency. The bridge construction consist of Corrugated Metal Plate (CMP) material as the main structure. In the construction process there was a collapse by a clay material soil, resulting a failure on one of the culvert. This failure is then analyzed by the PLAXIS 2D software , with a total displacement output of 15.39 cm, bigger than the allowed displacement capacity which is 2.54 cm. To handle the high displacement problem on culverts, a model of gradual clay soil pile is made with clay cement material pile and produce a lower total displacement which is 0.036 , this number is lower than allowable displacement so the fail in the culvert can be handle with the gradual soil pile method and surcharge load as big as 10 kN/m<sup>2</sup>.*

**Keywords:** *corrugated metal plate (CMP), soil fill material, total displacement*

## 1. PENDAHULUAN

Untuk mendukung potensi daerah Murung Raya di bidang tambang batu bara yang terletak pada daerah Jamut Kabupaten Barito Utara Kalimantan Tengah yang dapat dilihat pada peta seperti pada **Gambar 1**, maka direncanakan pembangunan jembatan sebagai penghubung daerah pertambangan dengan daerah pengolahan material tambang yang dipisahkan oleh sungai.

Konstruksi jembatan Murung Raya ini dibangun dengan menggunakan material baja bergelombang CMP (*Corrugated Metal Plate*) atau yang biasa juga disebut dengan *Corrugated Steel*.

Namun pada proses pengerjaan konstruksi jembatan dilaksanakan, terjadi kerusakan pada salah satu material *Corrugated Steel* akibat penggalian seperti yang tertera pada **Gambar 2** dan **Gambar 3**. Untuk menanggulangi kerusakan tersebut, dilakukan penggalian untuk menganalisa kerusakan yang terjadi. Akan tetapi pemilihan metode yang kurang tepat berdampak pada kegagalan material *Corrugated Steel* yang lainnya. Fenomena ini disebabkan oleh beban yang dipikul menghasilkan distribusi tegangan yang tidak merata sehingga mengakibatkan *over stressing* pada material *Corrugated* yang kemudian menyebabkan perubahan bentuk (*fail*) pada material *Corrugated*, dan penimbunan tanah yang tidak sesuai dengan metode pelaksanaan yang telah direncanakan.



**Gambar 1. Peta daerah Jamut, Kabupaten Barito Utara, Kalimantan Tengah**



**Gambar 2. Lokasi jembatan Murung Raya**



**Gambar 3. Kerusakan material *Corrugated Metal Plate* (CMP) akibat penggalian**

## **2. TINJAUAN PUSTAKA**

### **2.1 Tanah**

Sejarah terjadinya tanah, pada mulanya bumi berupa bola magma cair yang sangat panas. Karena pendinginan, permukaannya membeku maka terjadi batuan beku. Karena proses fisika (panas, dingin, membeku, dan mencair) batuan tersebut hancur menjadi butiran-butiran tanah (sifat-sifatnya tetap seperti batu aslinya: pasir, kerikil, dan lanau). Oleh proses kimia (hidrasi, oksidasi) batuan menjadi lapuk sehingga menjadi tanah dengan sifat berubah dari batu aslinya. Disini dikenal juga *transport soil*, adalah tanah yang lokasinya berpindah dari tempat terjadinya yang disebabkan oleh aliran air, angin, es, dan *residual soil* (tanah yang tidak pindah dari tempat terjadinya) (Das, Braja M; Endah, N; Mochtar B., 1995).

Tanah terdiri dari 3 komponen, yaitu udara, air, dan bahan padat. Udara dianggap tidak mempunyai pengaruh teknis, sedangkan air sangat mempengaruhi sifat-sifat teknis tanah. Ruang diantara butiran-butiran, sebagian atau seluruhnya dapat terisi air atau udara. Bila rongga tersebut terisi air seluruhnya, tanah dikatakan dalam kondisi jenuh (*fully saturated*). Bila rongga terisi air dan udara, tanah pada kondisi jenuh sebagian (*partially saturated*). Tanah kering adalah tanah yang tidak mengandung air samasekali atau kadar airnya nol (Das, Braja M; Endah, N; Mochtar B., 1995).

#### **2.1.1 Jenis-jenis Tanah**

Pengelompokan tanah berdasarkan butirnya:

1. Kerikil (*gravel*) > 2,00 mm.
2. Pasir (*sand*) 2,00 – 0,06 mm.
3. Lanau (*silt*) 0,06 – 0,002 mm.
4. Lempung (*clay*) < 0,002 mm.

Pengelompokan jenis tanah dalam praktek berdasarkan campuran butir:

1. Tanah berbutir kasar adalah tanah yang sebagian besar butir-butir tanahnya berupa pasir dan kerikil.
2. Tanah berbutir halus adalah tanah yang sebagian besar butir-butir tanahnya berupa lempung dan lanau.
3. Tanah organik adalah tanah yang cukup banyak mengandung bahan-bahan organik.

Pengelompokan tanah berdasarkan sifat lekatnya:

1. Tanah kohesif adalah tanah yang mempunyai sifat lekatan antara butir-butirnya (tanah lempung).
2. Tanah non kohesif adalah tanah yang tidak mempunyai atau sedikit sekali lekatan antara butir-butirnya (hampir tidak mengandung lempung, misalnya pasir).
3. Tanah organik adalah tanah yang sifatnya sangat dipengaruhi oleh bahan-bahan organik (sifat tidak baik).

## 2.2 Pematatan Tanah

Menurut Wesley, L. D (1977) pematatan adalah suatu proses dimana udara pada pori-pori tanah dikeluarkan dengan salah satu cara mekanis (menggilas / memukul / mengolah). Tanah yang dipakai untuk pembuatan tanah dasar pada jalan, tanggul / bendungan, tanahnya harus dipadatkan, hal ini dilakukan untuk:

- meningkatkan mutu tanah,
- menaikkan kuat geser tanah,
- memperkecil daya rembesan air,
- memperkecil pengaruh air terhadap tanah tersebut,
- memperkecil permeabilitas tanah,
- memperkecil penurunan.

## 2.3 CBR (*California Bearing Ratio*)

Menurut Wesley, L. D (1977) tujuan dilaksanakannya CBR adalah untuk menentukan angka CBR (*California Bearing Ratio*) laboratorium yang digunakan dalam menentukan kualitas relative tanah *sub base*, *sub grade* untuk perkerasan dan menentukan persentase pengembangan suatu tanah (evaluasi kemungkinan tanah mengembang/*expansive soils*).

Ada dua (2) kondisi dalam penentuan nilai CBR laboratorium, yaitu:

1. CBR *soaked* (CBR rendaman).
2. CBR *unsoaked* (CBR tanpa rendaman).

## 2.4 Pipa Panjang Bergelombang (*Corrugated Steel Pipe*)

Pipa baja bergelombang adalah dimana suatu pipa yang terbuat dari baja lembaran yang telah mengalami proses pembentukan gelombang (*corrugating*) dan pelengkungan (*curving*), dan dilapisi dengan *Zink* (*galvanizing*), yang antara lain dipergunakan untuk konstruksi gorong-gorong, saluran, terowongan, penutup atas *conveyor*.

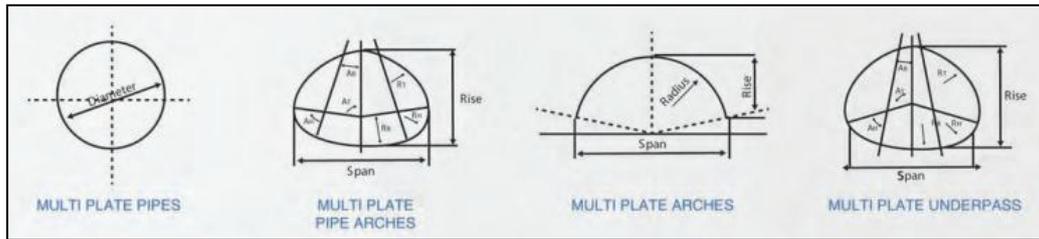
### 2.4.1 *Multi Plate*

*Multi plate* merupakan pipa baja bergelombang terdiri dari segmen-segmen/lembaran-lembaran plate yang tergalvanis, dirakit dengan memakai *Bolt High Tensile* disesuaikan dengan bentuk dan ukuran yang dibutuhkan.

Produk-produk *Multi Plate* terdiri dari:

- *Multi Plate Pipes*,
- *Multi Plate Pipe Arches*,
- *Multi Plate Arches*,
- *Multi Plate Underpasses*,
- *Multi Plate Super Span*.

Jenis-jenis *Multi Plate* tersebut dapat dilihat pada **Gambar 4**.

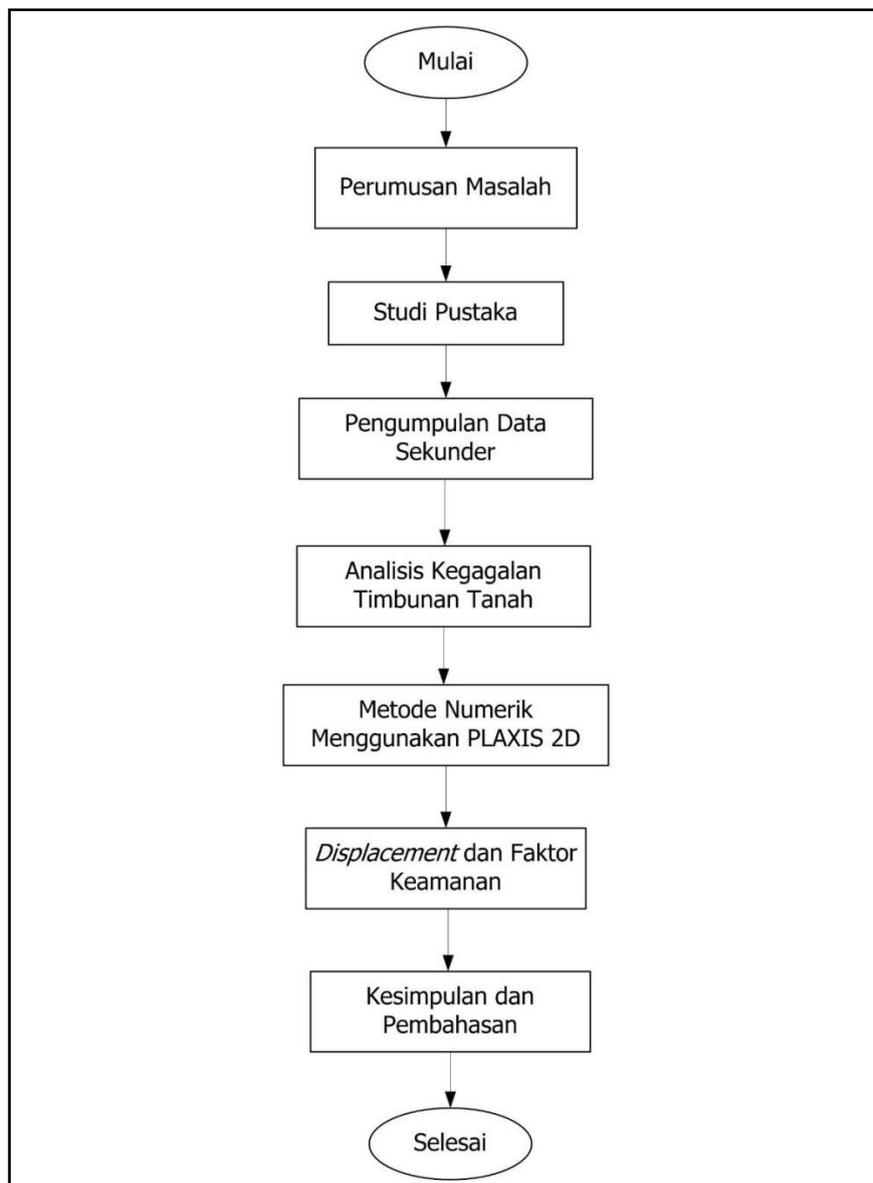


**Gambar 4. Tipe-tipe *Multi Plate***

### 3. ANALISIS DATA

#### 3.1 Tahapan Kegiatan Penelitian

Untuk memberikan gambaran yang jelas tentang tahapan kegiatan penelitian yang dilakukan, maka dapat dilihat bagan alir penelitian seperti yang tertera pada **Gambar 5**.



**Gambar 5. Bagan alir penelitian**

### 3.2 Parameter Tanah dan *Corrugated Metal Plate* (CMP)

Parameter tanah yang digunakan merupakan data yang didapat dari proyek yang sedang diteliti. Data parameter tanah tersebut dapat dilihat seperti pada **Tabel 1** untuk kondisi sebelum pelaksanaan perbaikan dan **Tabel 2** untuk kondisi pelaksanaan perbaikan.

**Tabel 1.** Data parameter tanah sebelum pelaksanaan perbaikan

Parameter Tanah	Clay
$\gamma_{unsat}$	17 kN/m <sup>3</sup>
$\gamma_{sat}$	17 kN/m <sup>3</sup>
$\phi$	0°
$C$	50 kN/m <sup>2</sup>
$V$	0,3
$E$	10.000 kN/m <sup>2</sup>

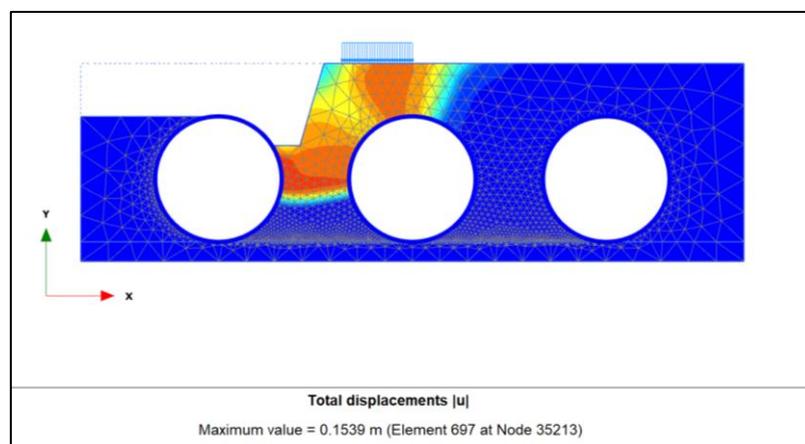
**Tabel 2.** Data parameter tanah untuk pelaksanaan perbaikan

Parameter Tanah	Soil Cement
$\gamma_{unsat}$	18 kN/m <sup>3</sup>
$\gamma_{sat}$	18 kN/m <sup>3</sup>
$\phi$	0°
$C$	150 kN/m <sup>2</sup>
$V$	0,3
$E$	30.000 kN/m <sup>2</sup>

Untuk data parameter *Corrugated Multi Plate* (CMP) yang dimodelkan menggunakan tebal *plate* sebesar 4 mm sampai 5 mm dan diameternya sebesar 4.500 mm.

### 3.3 Analisis Timbunan Tanah pada CMP Sebelum Perbaikan

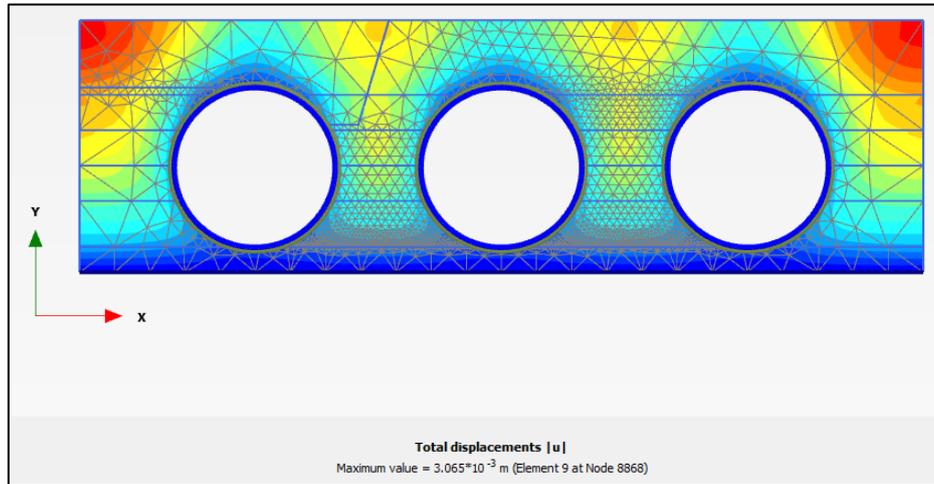
*Total displacement* yang diperoleh sebesar 15,39 cm yang berarti tidak aman dan mengalami keruntuhan karena *total displacement* lebih besar dari 2,54 cm seperti yang tersaji pada **Gambar 6**.



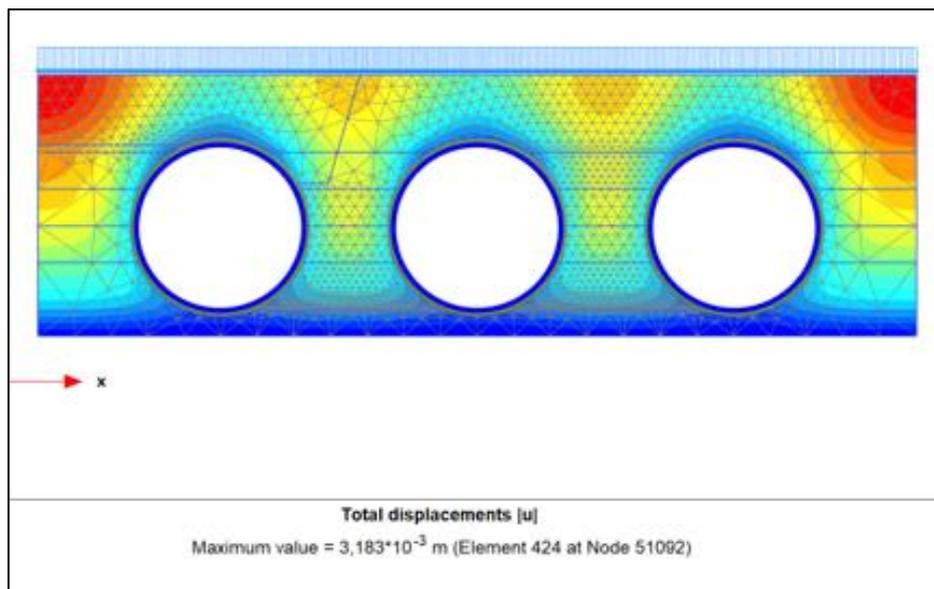
**Gambar 6.** Bidang keruntuhan akibat timbunan tanah sebelum perbaikan

### 3.4 Analisis Timbunan Tanah pada CMP Setelah Perbaikan

Diperoleh total displacement sebesar 0,306 cm yang berarti aman dan tidak mengalami keruntuhan seperti yang tertera pada **Gambar 7**, namun belum diberi beban sehingga dilakukan lagi pemodelan yang sudah diberi beban seperti pada **Gambar 8**.



**Gambar 7. Bidang keruntuhan akibat timbunan tanah setelah perbaikan setinggi 7 meter**



**Gambar 8. Total displacement setelah diberi beban**

### 3.5 Kombinasi Pemodelan sebagai Alternatif Perbaikan Lapisan Timbunan Tanah

Dalam usaha perbaikan untuk menanggulangi kasus ini dilakukan beberapa alternatif dalam pemodelan menggunakan *software* PLAXIS. Kombinasi yang dilakukan menggunakan material, lapisan bawah dan model timbunan yang berbeda. Tujuan dilakukannya beberapa kombinasi tersebut adalah untuk mengetahui dan memilih material, teknis pelaksanaan penimbunan serta model penimbunan.

Adapun beberapa kombinasi yang dilakukan adalah sebagai berikut:

#### 1. Kombinasi 1:

Lapisan bawah menggunakan tanah *clay*, model timbunan mengikuti bentuk CMP, dan timbunan menggunakan tanah *clay*.

2. Kombinasi 2:  
Lapisan bawah menggunakan tanah *clay*, model timbunan tidak mengikuti bentuk CMP, dan timbunan menggunakan tanah *clay*.
3. Kombinasi 3:  
Lapisan bawah menggunakan batu, model timbunan mengikuti bentuk CMP, dan timbunan menggunakan tanah *clay*.
4. Kombinasi 4:  
Lapisan bawah menggunakan *soil cement*, model timbunan mengikuti bentuk CMP, dan timbunan menggunakan *soil cement*.
5. Kombinasi 5:  
Lapisan bawah menggunakan *soil cement*, model timbunan tidak mengikuti bentuk CMP, dan timbunan menggunakan *soil cement*.
6. Kombinasi 6:  
Lapisan bawah menggunakan batu, model timbunan mengikuti bentuk CMP, dan timbunan menggunakan *soil cement*.

Dari beberapa hasil Kombinasi di atas, diperoleh dua (2) kombinasi yang dianggap aman, yaitu Kombinasi 3 dan Kombinasi 6. Namun usaha perbaikan tersebut tidak dipilih karena usaha perbaikan yang sebelumnya dianggap lebih aman. *Total displacement* perbaikan yang sebelumnya adalah 0,3183 cm. Sedangkan total displacement dari kombinasi 3 sebesar 0,91cm, dan total displacement kombinasi sebesar 0,32cm.

### 3.6 Pembahasan Hasil Analisis

Dari hasil analisis yang didapat yang dilakukan menggunakan program PLAXIS 2D sebelum adanya perbaikan timbunan tanah diperoleh nilai *total displacement* sebesar 15,39 cm yang berarti mengalami keruntuhan, karena nilai *total displacement* yang diperoleh tidak memenuhi syarat defromasi dimana lebih besar dari 2,54 cm, sedangkan dalam analisis setelah adanya perbaikan dengan diberikan data paramater timbunan yang berbeda dan timbunan tanah yang dimodelkan dengan dilakukan adanya tahapan lapisan timbunan bertahap sebanyak 5 lapisan tanah diperoleh nilai *total displacement* sebesar 0,306 cm yang berarti tidak mengalami keruntuhan atau aman, karena nilai *total displacement* yang diperoleh memenuhi syarat deformasi dimana tidak lebih besar dari 2,54 cm.

Setelah dapat nilai total displacement untuk perbaikan sebesar 0,306 cm, kemudian timbunan diberikan beban sebesar 1 kN/m<sup>2</sup>. Setelah dimodelkan didapatkan *total displacement* sebesar 0,318 cm yang berarti aman dan tidak mengalami keruntuhan.

## 4. KESIMPULAN

1. Hasil analisis keruntuhan menggunakan parameter tanah awal sebelum dilakukan perbaikan dan sesuai dengan teknis pelaksanaan di lapangan, menghasilkan nilai *total displacement* sebesar 15,39 cm yang berarti mengalami keruntuhan, karena nilai *total displacement* yang diperoleh lebih besar dari 2,54 cm sehingga perlu dilakukan perbaikan timbunan pada tanah dengan menggunakan parameter timbunan tanah yang berbeda dan memperhatikan teknis pelaksanaan di lapangan.
2. Hasil analisis keruntuhan setelah dilakukan perbaikan pada timbunan tanah menghasilkan nilai *total displacement* 0,306 cm yang berarti tidak terjadi keruntuhan pada tiap lapisan timbunan dan pada tiap *metal plate*.
3. Hasil analisis keruntuhan setelah perbaikan pada timbunan tanah dilakukan dengan timbunan bertahap, yaitu tahap pertama setinggi 2 (dua) meter, tahap kedua setinggi 3 (tiga) meter, tahap ketiga setinggi 4 (empat) meter, tahap keempat setinggi 5 (lima) meter, dan tahap terakhir yaitu tahap kelima setinggi 7 (tujuh) meter.

4. Pada kasus ini juga dilakukan perbaikan pada timbunan tanah dengan menggunakan parameter tanah yang berbeda untuk mencegah terjadinya keruntuhan.
5. Setelah didapat *total displacement* sebesar 0,306 cm, kemudian dilakukan lagi pemodelan dengan diberikan beban merata di atas.
6. Timbunan dan didapatkan total displacement sebesar 0,3183 cm yang berarti masih aman dan tidak terjadi keruntuhan.
7. Pada kasus ini juga dilakukan perbaikan pada timbunan tanah dengan menggunakan parameter tanah yang berbeda untuk mencegah terjadinya keruntuhan.
8. Setelah didapat total displacement sebesar 0,306 cm, kemudian dilakukan lagi pemodelan dengan diberikan beban merata di atas timbunan dan didapatkan total displacement sebesar 0,3183 cm yang berarti masih aman dan tidak terjadi keruntuhan.

#### **DAFTAR RUJUKAN**

- Das, B. M., Endah, N., & B.Mochtar, I. (1995). *Mekanika Tanah (Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknis) Jilid 1*. Jakarta: Erlangga.
- Wesley, L. D. (1977). *Mekanika Tanah*. Jakarta: Badan Penerbit Pekerjaan Umum.