

# PERENCANAAN DINDING PENAHAN TANAH TIPE *CANTILEVER WALL* PADA AKSES JALAN PULAU BALANG - PENAJAM PASER UTARA - KOTA BALIKPAPAN PROVINSI KALIMANTAN TIMUR

Muhammad Syahri Ramadhan <sup>1\*)</sup> Akhmad Gazali<sup>2</sup>,  
Robiatul Adawiyah<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Islam Kalimantan  
Muhammad Arsyad Al-Banjari Banjarmasin, Kalimantan Selatan, Indonesia.

<sup>2</sup>Dosen Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Islam Kalimantan  
Muhammad Arsyad Al-Banjari Banjarmasin, Kalimantan Selatan, Indonesia.

<sup>\*</sup>Email: [muhammadsyahriramadhan@gmail.com](mailto:muhammadsyahriramadhan@gmail.com)

## ABSTRAK

Ruas jalan yang dibangun di Pulau Balang adalah jalan utama yang menghubungkan daerah Penajam Paser Utara dengan kota Balikpapan. Kondisi sekarang lebar tanah yang tersedia tidak memenuhi lebar badan jalan yang direncanakan sehingga untuk menambah lebar jalan tersebut perlu menambah tanah timbunan. Dengan menggunakan Struktur Dinding Penahan Tanah tipe *Cantilever Wall*, diharapkan dengan menggunakan metode ini dapat mengatasi masalah penahan tanah timbunan dan penanggulangan longsoran di daerah lain bukan hanya di ruas jalan Pulau Balang saja, tetapi di daerah-daerah lain yang ada di Indonesia khususnya di Kalimantan Timur. Dari hasil pengamatan di lapangan dan pengumpulan data menunjukkan bahwa beda tinggi antara muka jalan dan tanah dasar mencapai 4,5 meter dengan kondisi tegak. Dimana pada bagian dibangunnya dinding penahan tanah *Cantilever Wall* nantinya merupakan bahu jalan. Adapun hasil perhitungan untuk stabilitas dinding penahan tanah *Cantilever Wall* didapat gaya guling sebesar 1.2589 ton/m<sup>2</sup>, gaya geser sebesar 0.59695 ton/m<sup>2</sup>, gaya dukung/keruntuhan tanah sebesar 45.996 ton/m<sup>2</sup> serta dibantu dengan penggunaan tiang bor pile sebesar 28,07 ton dan kondisi ini dinilai relatif aman untuk menahan tanah timbunan tambahan yang diperlukan untuk rencana jalan nantinya.

**Kata kunci : Dinding Penahan Tanah, *Cantilever Wall*, Stabilitas, Penanggulangan Longsoran, Kalimantan Timur**

*The road section built on Balang Island is the main road connecting the North Penajam Paser area with the city of Balikpapan. The current condition of the available land width does not meet the planned road width so that to increase the width of the road it is necessary to increase the landfill. By using the Cantilever Wall-type Soil Retaining Wall Structure, it is hoped that using this method can solve the problem of retaining landfills and counter measures from landslides in other areas, not only on the Pulau Balang road, but in other areas in Indonesia, especially in East Kalimantan. The results of field observations and data collection show that the height difference between the road face and subgrade reaches 4.5 meters in an upright condition. Where in the part of the construction of the retaining wall, the Cantilever Wall will later become the shoulder of the road. The calculation results for the stability of the Cantilever Wall retaining wall obtained a rolling force of 1.2589 tons / m<sup>2</sup>, a shear force of 0.59695 tons / m<sup>2</sup>, a bearing force / soil collapse of 45,996 tons / m<sup>2</sup> and assisted by the use of drill piles of 28.07 tons and this condition is considered relatively safe to hold the additional landfill required for the road plan later.*

**Keywords : Retaining Wall, *Cantilever Wall*, Stability Land Sliding, East Kalimantan**

## 1. PENDAHULUAN

Di Indonesia sering terjadi longsor pada jaringan jalan, jaringan pengairan, dan daerah pemukiman. Prasarana tersebut di atas cukup vital, sehingga diperlukan penanggulangan dengan tepat, cepat, dan ekonomis untuk menanggulangi kerugian-kerugian dalam pemanfaatan prasarana tersebut oleh masyarakat.

Longsor terutama terjadi pada lokasi dengan keadaan geologi, morfologi, hidrologi dan iklim yang kurang menguntungkan. Longsor secara alami terjadi antara lain karena menurunnya kemantapan suatu lereng, akibat degradasi tanah/batuan bersamaan waktu dan usianya. Aktivitas manusia seperti membuat sawah dan kolam, mengadakan pemotongan dan penggalian pada lereng tanpa perhitungan, sering menyebabkan terganggunya kemantapan lereng yang ada, sehingga terjadi longsor yang merusak prasarana dan sarana yang telah ada.

Jalan yang di bangun di Pulau Balang merupakan jalan utama menghubungkan daerah Penajam Paser Utara dengan kota Balikpapan. Diperkirakan jalan ini akan memindahkan arus lalu lintas yang selama ini diangkut oleh kapal Ferry, hal ini karena akan memudahkan arus kendaraan, manusia dan barang. Dengan demikian maka jalan akan padat oleh kendaraan.

Yang menjadi permasalahan adalah kondisi sekarang lebar tanah yang tersedia tidak memenuhi lebar badan jalan yang direncanakan sehingga untuk menambah lebar jalan tersebut perlu menambah tanah timbunan. Penambahan tanah timbunan ini memiliki ketinggian antara 4.5 – 5 meter dengan kondisi tegak dari permukaan laut ke muka jalan. Untuk menahan tanah timbunan tersebut dari kelongsoran, maka perlu dibangun konstruksi dinding penahan tanah dengan tipe *Cantilever Wall*. Hal ini untuk menahan tanah timbunan tersebut dari longsor dan untuk menjamin keselamatan jalan yang akan dibangun.

Pada penelitian ini akan membahas tentang perencanaan desain dinding penahan tanah tipe *Cantilever Wall* sesuai dengan data yang didapat di lapangan dan data perhitungan stabilitas

terhadap gaya geser, guling dan daya dukung tanah.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

*Retaining Wall* merupakan istilah di bidang Teknik Sipil yang artinya dinding penahan. Dinding penahan merupakan struktur bangunan yang digunakan untuk menahan tanah atau memberikan kestabilan terhadap tanah.

(Ir. Sudarmanto, 1996) menyatakan bahwa Dinding penahan tanah adalah suatu konstruksi yang berfungsi untuk menahan tanah lepas atau alami dan mencegah keruntuhan tanah yang miring atau lereng yang kemampatannya tidak dapat dijamin oleh lereng tanah itu sendiri.

Secara umum fungsi dari dinding penahan tanah (*Retaining wall*) adalah untuk menahan besarnya tekanan tanah akibat parameter tanah yang buruk sehingga longsor bisa dicegah, serta untuk melindungi kemiringan tanah dan melengkapi kemiringan dengan pondasi yang kokoh.

Konstruksi dinding penahan pada umumnya digunakan untuk menjaga kestabilan tanah atau bahan – bahan lainnya, akibat tidak dapat menahan keadaan lereng yang lebih besar. Secara garis besar dinding penahan tanah diklasifikasikan menjadi tujuh jenis, yaitu :

### 1. Dinding gravitasi (*Gravity Wall*)

Dinding penahan yang dibuat dari beton tak bertulang atau pasangan batu. Sedikit tulangan beton kadang-kadang diberikan pada permukaan dinding untuk mencegah retakan permukaan akibat perubahan temperatur.

### 2. Dinding semi gravitasi (*semi gravity wall*)

Dinding gravitasi yang berbentuk agak ramping. Karena ramping, pada strukturnya diperlukan penulangan beton, namun hanya pada bagian dinding saja. Tulangan beton yang berfungsi sebagai pasak, dipasang untuk menghubungkan bagian dinding dan fondasi.

### 3. Dinding kantilever (*Cantilever wall*)

Bentuk dinding ini merupakan huruf “T” terbalik atau seperti huruf “L” dan setiap bagian diperhitungkan sebagai suatu kantilever. Dinding ini pada umumnya dibuat dari beton bertulang. Dinding kantilever untuk mencapai kesetabilannya mengandalkan berat sendiri dan berat tanah yang berada di atas tumit (*Heel*). Untuk dinding yang tidak terlalu tinggi, jenis kantilever cukup ekonomis. Tinggi dinding ini kurang lebih 6 s.d. 7,5 meter.

#### 1. Dinding kontrafort (*Counterfort wall*)

Bentuk dinding ini sama dengan dinding kantilever, hanya antara lantai dasar dengan dinding diperkuat dengan suatu dinding penopang yang dikenal sebagai *counterfort*.

#### 2. Dinding butters (*Butters wall*)

Bentuk dari dinding butters ini sama dengan dinding kontrafort (*Counterfort wall*). Hanya pada dinding ini penopang berada pada bagian depan dinding (*Face*) yang nampak, sehingga menjadikan kurang rapi jadi jarang digunakan. Sama dengan dinding kontrafort (*Counterfort wall*), dinding ini akan lebih ekonomis digunakan bila ketinggian lebih dari 7 meter.

#### 3. Abutmen jembatan (*Bridge abutmen*)

Bentuk dinding ini kadang – kadang mempunyai sayap yang biasa disebut juga dengan *wing wall*, sayap tersebut digunakan untuk menahan tanah pengisi dan mencegah terjadinya erosi. Kemiringan sayap (*wing*) terhadap muka abutmen berkisar antara 0° – 30°.

#### 4. Cribb wall

Dinding ini terbuat dari kayu, beton cetak atau baja yang kemudian diisi dengan tanah butiran. Dinding ini hanya digunakan untuk dinding – dinding yang lebih kecil dan tekanan tanahnya tidak terlalu besar. Dinding ini tidak dapat menahan beban tambahan (*surcharge*).

Dinding penahan tanah sudah digunakan secara luas dalam hubungannya dengan jalan raya, kereta api, jembatan kanal atau terusan dan lainnya. Bentuk dari dinding ini kadang sudah berubah atau dimodifikasi agar didapat bentuk yang ekonomis. Kegunaan dari dinding penahan tanah (*Retaining wall*) adalah sebagai berikut:

1. Jalan raya atau jalan kereta api yang dibuat sepanjang lereng.

2. Jalan raya atau kereta api yang ditinggikan agar terjadi perbedaan tinggi.

3. Subways atau jalan persilangan yang berada dibawah permukaan tanah dapat dibuat pada bagian yang diisi.

4. Jalan raya atau jalan kereta api yang dibuat lebih rendah agar didapat suatu pemisah pada subways atau *underpass*.

5. Dinding penahan tanah (*retaining wall*) yang menjadi batas atau pinggir kanal. Dinding penahan ini disebut *flood walls*, yang gunanya untuk mengurangi banjir dari sungai dalam membuat suatu terusan.

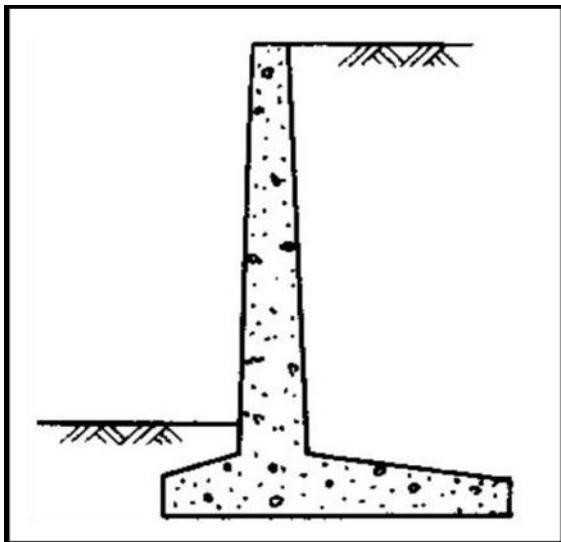
6. Suatu dinding penahan tanah (*retaining wall*) yang digunakan untuk menahan pengisi dalam membentuk suatu jembatan. Tanah ini disebut *approach fill* dan dinding penahan disebut *abutments*.

7. Dinding penahan yang digunakan untuk menahan tanah pengisi disekitar bangunan atau gedung – gedung.

8. Dinding penahan yang digunakan sebagai batas tempat penyimpanan seperti pasir, biji besi atau butiran lainnya. Bila dinding tidak cukup kuat, maka bahan butiran tersebut dapat menekan keluar.

### **Dinding Penahan Kantilever (*Cantilever Retaining Wall*)**

Dinding penahan tipe kantilever dibuat dari beton bertulang yang tersusun dari suatu dinding vertikal dan tapak lantai. Masing-masing berperan sebagai balok atau pelat kantilever. Stabilitas konstruksi diperoleh dari berat sendiri dinding penahan dan berat tanah di atas tumit tapak (*heel*). Terdapat 3 bagian struktur yang berfungsi sebagai kantilever, yaitu bagian dinding vertikal (*stem*), tumit tapak dan ujung kaki tapak (*toe*). Biasanya ketinggian dinding ini tidak lebih dari 6-7 meter. Karena dinding penahan jenis ini relatif ekonomis dan juga relatif mudah dilaksanakan, maka jenis ini juga dipakai dalam jangkauan yang luas. Contohnya bisa dilihat pada Gambar 1 (*Bowles, 1993*)



Gambar 1. Dinding Penahan Kantilever (Sumber : Bowles, 1993)

### 3. METODE PENELITIAN

#### 1. Metode Penyusunan

Metode penyusunan dengan judul Perencanaan Dinding Penahan Tanah Pada Akses Jalan Pulau Balang – Penajam Paser Utara – Balikpapan Provinsi Kalimantan Timur ini meliputi :

a) Pengumpulan data untuk keperluan analisa

- Survey Pendahuluan
- Data penyelidikan tanah
- Analisa konstruksi bangunan dinding penahan tanah

b) Pengumpulan data perencanaan

#### 2. Metode Pengumpulan Data

Dalam proses perencanaan, diperlukan analisis yang teliti, semakin rumit permasalahan yang dihadapi maka semakin kompleks pula analisis yang akan dilakukan. Untuk dapat melakukan analisis yang baik, diperlukan data/informasi, teori konsep dasar dan alat bantu memadai, sehingga kebutuhan data sangat mutlak diperlukan. Metode pengumpulan data dilakukan dengan cara :

a) Metode Literatur

Yaitu dengan mengumpulkan, mengidentifikasi, mengolah data tertulis dan metode kerja yang digunakan sebagai input proses perencanaan.

b) Metode Observasi

Yaitu dengan melakukan pengamatan langsung ke lokasi untuk mengetahui kondisi sebenarnya dilapangan.

Adapun jenis – jenis data yang digunakan adalah :

a) Data Primer

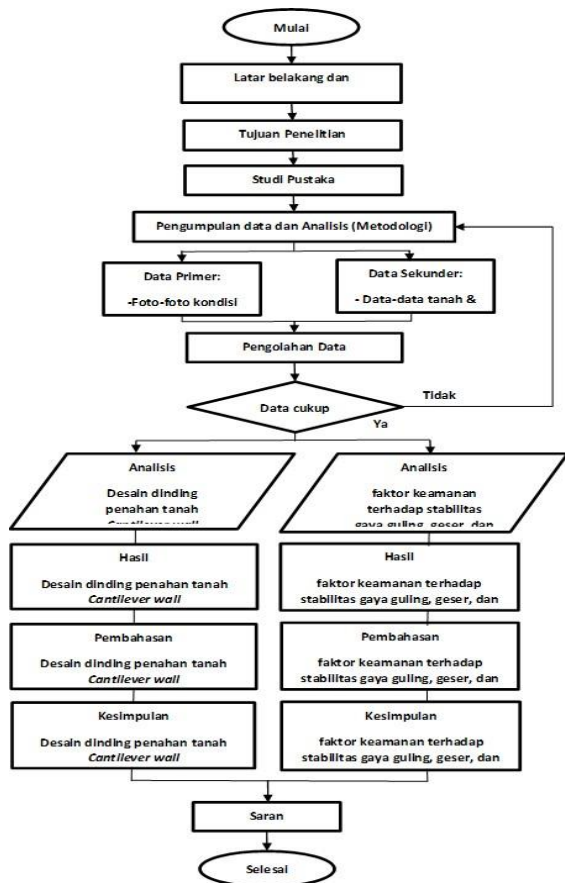
Merupakan data yang didapat dari survey lapangan melalui pengamatan dan pengukuran secara langsung. Pada penelitian ini didapat foto-foto kondisi proyek.

b) Data Sekunder

Data sekunder merupakan data yang diperoleh dari instansi terkait atau literatur yang berhubungan dengan penelitian ini. Pada penelitian ini didapat data-data dari bor mesin (SPT) di lokasi penelitian.

### 3. Bagan Alir Penelitian

Jalannya penelitian dan prosedur-prosedur analisis data secara lengkap dapat dilihat dari bagan alir pada Gambar 2 di bawah ini.



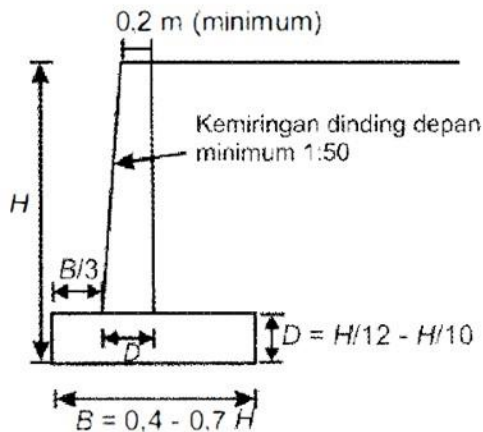
Gambar 2. Bagan Alir Penelitian

### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 1. Perancangan Dinding Penahan Tanah Cantilever Wall

Pada umumnya dimensi dinding penahan ditentukan dengan cara coba-coba. Beberapa percobaan hitungan tersebut akan menghasilkan bentuk yang dianggap paling cocok dan memenuhi syarat kestabilannya.

Estimasi dimensi Cantilever Wall berdasarkan pengalaman diperlihatkan pada gambar berikut :



Gambar 3. Estimasi awal dimensi dinding penahan Kantilever.

Sumber : (Hardiyatmo H. C., 2011)

Dimensi pelat dasar dinding kantilever dibuat sedemikian hingga eksentrisitas resultan beban terletak pada  $e < (B/6)$ . Jika resultan beban jatuh di luar daerah tersebut, tekanan fondasi menjadi terlalu besar dan hanya sebagian luasan fondasi yang mendukung beban. Tebal puncak dinding minimum kira-kira 0,20 m. Hal ini, kecuali untuk memudahkan pengecoran beton, juga untuk keperluan keindahan.

## 2. Prosedur Perancangan Dinding Penahan Tanah

Secara umum, langkah-langkah hitungan perancangan struktur dinding penahan tanah dapat dilakukan sebagai berikut:

- Dipilih bentuk dinding penahan tanah, termasuk memilih dimensi dinding vertikal, tebal dan lebar pelat fondasi. Untuk keperluan ini, Gambar 3. dapat dijadikan petunjuk awal.
- Dengan parameter-parameter tanah yang telah diketahui, dihitung gaya-gaya yang bekerja di atas dasar fondasi dinding penahan.
- Tentukan letak resultan gaya-gaya yang bekerja. Letak dari resultan tersebut digunakan untuk mengetahui kestabilan dinding penahan terhadap bahaya penggulingan.
- Dihitung faktor aman terhadap penggulingan dan penggeseran.
- Dihitung tekanan yang terjadi pada dasar fondasi. Tekanan maksimum tidak boleh melebihi kapasitas dukung tanah ijin ( $q_a$ ).

f) Dirancang bagian-bagian pembentuk struktur, seperti: menghitung dimensi dan penulangan fondasi maupun dinding.

## 3. Perhitungan Perancangan Cantilever Wall

Bagian-bagian Cantilever Wall terdiri dari : dinding, pelat fondasi belakang dan pelat fondasi depan. Pada setiap bagian ini dirancang seperti cara merancang struktur kantilever. Untuk merancang pelat fondasi, tekanan tanah yang terjadi pada bagian dasar fondasi yang dihitung lebih dulu, yaitu dengan menganggap distribusi tekanan tanah linier. Tekanan pada tanah dasar akibat beban dinding penahan yang terjadi pada ujung-ujung pelat fondasi yang dihitung dengan cara sebagai berikut:

$$\text{Bila } e \leq B/6$$

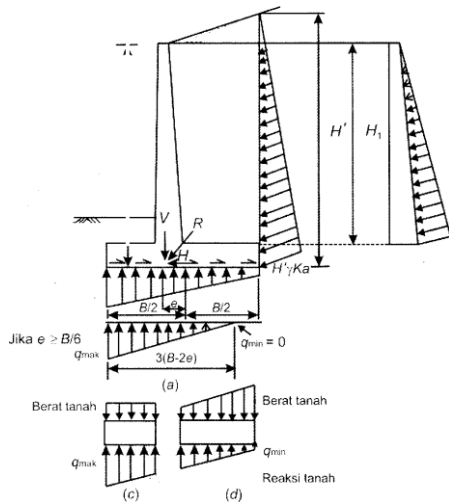
$$q = \frac{V}{B} \left( 1 \pm \frac{6e}{B} \right) \dots\dots\dots(1)$$

$$\text{Bila } e > B/6$$

$$q_{\text{mak}} = \frac{2V}{3(B - 2e)} \dots\dots\dots(2)$$

Bila  $e \leq B/6$  , maka tekanan dinding ke tanah yang terjadi berbentuk trapesium, sedang bila  $e > B/6$ , maka diagram tekanan berupa segitiga.

Pelat fondasi dianggap sebagai struktur kantilever yang bentangnya dibatasi oleh bagian vertikal dari tubuh dinding penahan. Gaya-gaya yang bekerja pada dinding penahan dengan permukaan tanah urug miring dapat dilihat pada Gambar 4. Pelat fondasi depan, dianggap sebagai pelat yang dijepit oleh dinding vertikal di bagian depan. Gaya-gaya yang bekerja, adalah gaya tekanan tanah ke atas, dikurangi oleh berat tanah di atas pelat depan. Pada bagian depan ini, pelat cenderung mengalami momen positif dengan tegangan tarik terletak pada sisi bawah.



Gambar 4. Gaya-gaya pada dinding kantilever  
Sumber : (Hardiyatmo H. C., 2011)

Bagian pelat fondasi belakang, dianggap terjepit pada batas permukaan dinding vertikal di bagian belakang. Gaya tekanan tanah bekerja ke atas, sedang tekanan akibat berat tanah di atas pelat bekerja ke bawah. Tekanan neto yang dihasilkan, cenderung untuk mengakibatkan momen negatif pada pelat belakang, dengan tegangan Tarik pada sisi atas pelat. Bagian tubuh dinding penahan dianggap sebagai struktur Kantilever yang terjepit pada pelat fondasi bagian atas. Dengan gaya-gaya yang telah diketahui dapat dihitung dimensi komponen-komponen dinding penahan dan penulangannya.

#### 4. Analisis Keamanan Desain Perencanaan Dinding Penahan Tanah

Dalam menganalisis keamanan desain dari dinding penahan tanah, ada beberapa tinjauan yang menjadi pertimbangan dalam analisa keamanannya, adapun itu adalah:

- Faktor aman terhadap penggeseran dan penggulingan harus mencukupi.
- Tekanan yang terjadi pada tanah dasar pondasi harus tidak boleh melebihi kapasitas dukung tanah ijin.
- Stabilitas lereng secara keseluruhan harus memenuhi syarat.

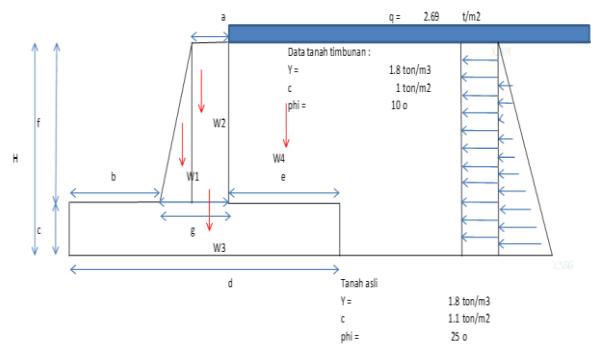
Adapun analisa stabilitas yang dapat dibuat sesuai dengan data-data yang telah didapat dari lokasi penelitian dan hasil penyelidikan adalah sebagai berikut:

- Beban-beban yang terdapat di perencanaan desain :

Tabel 1 : Beban-beban yang terdapat di perencanaan desain

Beban bekerja	Tebal	Berat (kN/m <sup>2</sup> )
Rigid Pavement	30	7.2
AC-BC	0	0
LPA	20	3.6
Lantai kerja	5	1.1
Beban hidup bahu		15
<b>Total beban</b>		<b>26.90</b>

- Perencanaan dimensi dinding penahan tanah tipe Cantilever Wall beserta data tanah timbunan dan tanah asli:



Tabel 2 : Dimensi desain Cantilever Wall yang ingin direncanakan.

H	4.5 m
a	0.3 m
b	0.5 m
c	0.5 m
d	3.5 m
e	2.4 m
f	4.0 m
g	0.6 m

Keterangan:

W : Beban Vertikal

#### 5. Analisis Stabilitas Desain Cantilever Wall

Untuk mendapatkan Analisa stabilitas desain Cantilever Wall dari penggulingan, penggeseran dan keruntuhan / daya dukung tanah, langkah pertama yang harus dilakukan adalah mengetahui gaya horizontal yang bekerja dalam tanah.

Adapun untuk mengetahui hal tersebut yaitu:  
Data tanah timbunan yang telah direncanakan adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\gamma &= 1.8 \text{ ton / m}^3 \\ c &= 1.0 \text{ ton / m}^2 \\ \phi &= 10^\circ\end{aligned}$$

Menggunakan nilai-nilai *Rankine* untuk menghitung tekanan tanah aktif pada tanah (Bowles, 1993):

$$\begin{aligned}K_a &= \tan^2(45 - \phi/2) \\ K_a &= \tan^2(45 - 10/2) \cdot (3.14/180)^2 \\ K_a &= 0.703076706\end{aligned}$$

**Menghitung tekanan akibat tanah dengan Metode Rankine (Bowles, 1993):**

$$P_a = (\gamma h + q) K_a$$

Tabel 3 : Hasil perhitungan nilai tekanan tanah

Kedalaman tanah		$P_a$
h	0 m	1.89127634 kN
h1	2 m	4.422352482 kN
h2	4 m	6.953428624 kN
h3	4.5 m	<b>7.586197659 kN</b>

**Menghitung tekanan akibat kohesi dengan Metode Bell (Bowles, 1993)**

$$\begin{aligned}P_p &= 2 \cdot c \cdot \sqrt{K_a} \\ P_p &= 2 \cdot 1 \cdot \sqrt{0.703076706} \\ P_p &= \mathbf{1.676993388 \text{ kN}}\end{aligned}$$

- **Perhitungan nilai tekanan tanah aktif**

Tabel 4 : Analisis nilai tekanan tanah aktif

Bagian	Rumus	Hasil
P1	$Z_3(P_{a1})$	8.510743528 kN
P2	$(P_{a2} - P_{a1}) Z_3$	25.62714594 kN
P cantilever	$(2c) \cdot (H) \cdot (-1)$	-7.546470248 kN
Pa (Total)		26.59141922 kN

- **Perhitungan lengan momen**

Tabel 4 : Analisis nilai lengan momen

Bagian	Rumus	Hasil
L1	$h_3/2$	2.25 m
L2	$h_3/3$	1.5 m
L cantilever	$H/2$	2.25 m

- **Perhitungan momen guling**

Tabel 5 : Analisis hasil momen guling

Bagian	Rumus	Hasil
Mg1	$(P1) \cdot (L1)$	19.14917294 kN.m
Mg2	$(P2) \cdot (L2)$	38.44071891 kN.m
Mg Cantilever	$(Pc) \cdot (Lc)$	-16.97955806 kN.m
Mg (Total)		40.61033379 kN.m

**Menghitung Momen Tahanan**

- **Beban Vertikal**

Tabel 6 : Analisis hasil beban vertikal

Komponen	Rumus	Hasil
W1	$(g) - (a) / 2 \cdot (f) \cdot (2.4)$	1.44 kN
W2	$(a) \cdot (f) \cdot (2.4)$	2.88 kN
W3	$(c) \cdot (d) \cdot (2.4)$	4.2 kN
W4	$(e) \cdot (f) \cdot (\gamma)$	17.28 kN
W (Total)		25.8 kN

- **Lengan Momen**

Tabel 7 : Analisis hasil lengan momen

Komponen	Rumus	Hasil
B1	$(b) + 2/3 \cdot (g)$	0.9 m
B2	$(b) + (g-a) / 2$	0.95 m
B3	$(d) / 2$	1.75 m
B4	$(e) \cdot (f) \cdot (\gamma)$	17.28 m

- **Momen Tahanan**

Tabel 8 : Analisis hasil momen tahanan

Bagian	Rumus	Hasil
Mt1	$(W1) \cdot (B1)$	1.296 kN.m
Mt2	$(W2) \cdot (B2)$	2.736 kN.m
Mt3	$(W3) \cdot (B3)$	7.35 kN.m
Mt4	$(W4) \cdot (B4)$	39.744 kN.m
Mt (Total)		51.126 kN.m

**Kontrol Stabilitas**

- Terhadap Gaya Guling

$$F_s = M_t / M_g < 2$$

$$F_s = 51.126 / 40.61033379 < 2$$

$$F_s = 1.25894065 < 2 \text{ (Aman)}$$

- Terhadap Gaya Guling

$$F_s = (W \cdot \tan f' + c \cdot B + P_p) / P_a < 1.5$$

$$F_s = ((25.8 \cdot \tan(25) \cdot 3.14 / 180) + (1.1) \cdot (3.5 \text{ m})) / 26.59141922 < 1.5$$

$F_s = 0.596951603 < 1.5$  (**Tidak Aman, ditahan dengan Tiang Bor Pile**)

- **Eksentrisitas (Titik Berat) (e)**

$$e = B/2 - (M_t - M_g) / W > B/6$$

$$e = (3.5 \text{ m}) / 2 - (51.126 - 40.61033379 \text{ kN/m}) / 25.8 > B/6$$

$$e = 1.342416038 > B/6$$

$$e = 1.25894065 > 0.58333333 \text{ (Aman)}$$

- **Terhadap Daya Dukung Tanah/Keruntuhan**

Kapasitas ultimit tanah ( $Q_u$ ):

$$c \cdot N_c + q \cdot N_q + 1/2 \cdot B \cdot Y \cdot N_\gamma$$

Untuk tanah dengan  $\Phi = 25^\circ$ , berdasarkan tabel Bearing Capacity didapatkan:

$$N_q = 10.66$$

$$N_c = 20.72$$

$$N_\gamma = 10.88$$

Perhitungan  $Q_u$

$$Q_u = 5.4(1.1) + 1.5(1.8)(10.66) + (0.5)(3.5 \text{ m})(1.8)(10.88)$$

$$Q_u = 68.994 \text{ ton/m}^2$$

Kapasitas Izin Tanah ( $Q_a$ )

$$F_s = 1.5$$

$$Q_a = Q_u / F_s$$

$$Q_a = 68.994 / 1.5 = 45.996 \text{ kN/m}^2$$

- **Tegangan tanah di bawah dinding (q<sub>Toe</sub> & q<sub>Heel</sub>)**

$$q_{\text{Toe}} = W \cdot 1 + 6(e)/d > Q_a$$

$$= 66.74457221 \text{ kN/m}^2 > 45.996 \text{ kN/m}^2 \text{ (OK)}$$

$$q_{\text{Heel}} = W \cdot 1 - 6(e)/d < 0$$

$$= -52.00171507 \text{ kN/m}^2 < 0 \text{ (OK)}$$

## 6. Analisis Stabilitas Desain Cantilever Wall

Perencanaan Tiang Bor Pile pada Desain Cantilever Wall

- Diameter yang dipakai = 40 cm
- Beton  $f_c'$  yang dipakai = 30 MPa
- Perhitungan Kuat Geser tiang bor pile yang direncanakan
 
$$= (0.43) \cdot (3500.5) \cdot (3.14/4 \cdot D^2)$$

$$= (0.43) \cdot (3500.5) \cdot (3.14/4 \cdot 40^2)$$

$$= 10103.97 \text{ Kg}$$

- Luas lingkaran Bor pile ( $A_b$ ) =
 
$$(3.14/4 \cdot D^2)$$

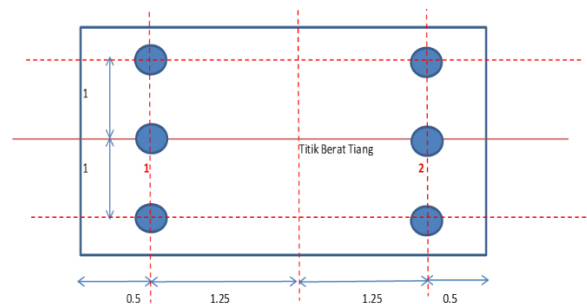
$$= (3.14/4 \cdot 40^2)$$

$$= 1256 \text{ cm}^2$$
- Panjang tiang Bor Pile = 4 meter
- Diameter tulangan yang dipakai = 1.6 cm
- Jumlah tulangan yang dipakai dalam 1 Bor Pile = 8 Batang
- Luas lingkaran tulangan Bor Pile =
 
$$(3.14/4 \cdot D^2)$$

$$= (3.14/4 \cdot 1.6^2)$$

$$= 2.0096 \text{ cm}^2$$
- P Izin geser beton =
 
$$0.43 \cdot (2500.5) \cdot (A_b)$$
- Jumlah Tulangan. Luas lingkaran tulangan =
 
$$(0.43) \cdot (2500.5) \cdot (1256) \cdot (8) \cdot (2.0096) = 8430.11 \text{ Kg} = 8.43 \text{ Ton}$$
- Berat tiang / meter =
 
$$(A_b/10000) \cdot (2400)$$

$$(1256/10000) \cdot (2400) = 301.44 \text{ Kg}$$
- Jarak antar tiang bor pile = 1 meter
- Jumlah baris tiang = 2 buah
- Jarak antar titik berat tiang bor pile =
 
$$(1.25)^2 \cdot (2) = 3.125 \text{ m}^2$$



- **Perhitungan Beban Vertikal pada Cantilever Wall**

Tabel 9 : Analisis beban vertikal pada Cantilever Wall

Komponen	Rumus	Hasil
W1	$(g) - (a) / 2 \cdot (f) \cdot (2.4)$	1.44 kN
W2	$(a) \cdot (f) \cdot (2.4)$	2.88 kN
W3	$(c) \cdot (d) \cdot (2.4)$	4.2 kN
W4	$(e) \cdot (f) \cdot (\gamma)$	17.28 kN
W (Total)		25.8 kN



- **Perhitungan momen *Cantilever Wall* terhadap pusat tiang**

Tabel 10 : Analisa momen *Cantilever Wall* pada pusat tiang

Komponen	Perhitungan	Hasil
B1	$(b)+(g-a).2/3-(d)/2$	-1.05 m
B2	$(b)+(g-a/2)-(d)/2$	-0.8 m
B3	$(d)/2-(d)/2$	0 m
B4	$(d)/2-(e)/2$	0.55 m

- **Perhitungan momen Penahan pada tiang Bor Pile**

Tabel 11 : Analisa momen penahan pada tiang Bor Pile

Bagian	Rumus	Hasil
Mt1	$(W1).(B1)$	-1.512 kN.m
Mt2	$(W2).(B2)$	-2.304 kN.m
Mt3	$(W3).(B3)$	0 kN.m
Mt4	$(W4).(B4)$	9.504 kN.m
Mt (Total)		5.688 kN.m

- **Gaya yang bekerja pada tiang**

Tiang 1 = 26.86893352 Ton

Tiang 2 = -1.068933515 Ton

- **Berat yang bekerja pada tiang**

$W1 = (301.44).(4)/1000 = 1.20576$  Ton

$W2 = (301.44).(4)/1000 = 1.20576$  Ton

- **Berat total pada tiang**

$WT1 = (26.86893352)+(1.20576) = 28.07469352$  Ton

$WT2 = (-1.068933515)+(1.20576) = 0.136826485$  Ton

- **Tahanan ujung pada tiang**

$Qp = (0.5).(10).(ΦNq).(Luas Tiang/1000).Tan(Φ_{tanah asli}).π/γ = (0.5).(10).(26).(1256/10000).Tan(25).(3.14/180) = 7.61$  ton

- **Tahanan geser pada tiang**

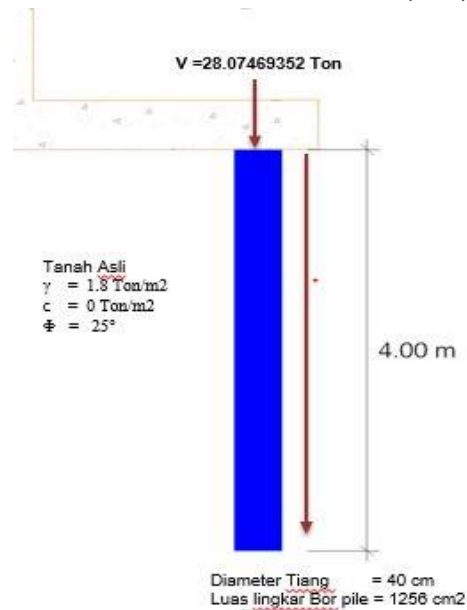
$F = 1.94$  ton/m<sup>2</sup>

$Qs = 9.74$  ton

$Qu = Qp + Qs = 7.61 + 9.74 = 17.35$  ton

$Qu \text{ Izin} = Qu/SF = 17.35 / 3 = 5.78$  ton

= 5.78 ton < 28.07469352 ton (OK)



Gambar 5 : Data tiang bor pile *Cantilever Wall* yang direncanakan

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

- **Kesimpulan**

Berdasarkan hasil analisis desain penanggulangan longsor pada Akses Jalan Pulau Balang - Penajam Paser Utara - Kota Balikpapan dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut :

1. Untuk menentukan perencanaan desain dinding penahan tanah tipe *Cantilever Wall* pada Akses Jalan Pulau Balang - Penajam Paser Utara - Kota Balikpapan yaitu dengan menentukan hasil dari Penyelidikan tanah dan nilai *Rock Quality Designed (RQD)*. Adapun data yang didapat tinggi timbunan yang diperkirakan untuk rencana desain mencapai 4,5 meter dengan lapisan tanah dibawah 1,5 meter dari permukaan merupakan batuan sangat jelek dengan *Rock Quality Designed (RQD)* kurang dari 25%.
2. Dari hasil analisa perhitungan desain, didapatkan besarnya faktor keamanan (SF) dengan nilai dari *Cantilever Wall* untuk gaya guling sebesar 1.2589 ton/m<sup>2</sup>, gaya geser sebesar 0.59695 ton/m<sup>2</sup>, gaya dukung/keruntuhan tanah sebesar 45.996 ton/m<sup>2</sup> serta dibantu dengan penggunaan tiang bor pile sebesar 28,07 ton dan kondisi ini dinilai relatif aman untuk menahan tanah

timbunan yang diperlukan untuk rencana jalan dari kelongsoran nantinya.

- **Saran**

1. Pada analisa faktor keamanan (SF) dengan menggunakan metode Rankine perlu adanya ketelitian serta pengecekan terhadap nilai sudut gesek yang terdapat pada data boring yang diambil sebelum melakukan analisa perhitungan.
2. Untuk perhitungan struktur pada Rencana cantilever wall dan tiang Bor Pile masih belum dapat dianalisa karena keterbatasan pengetahuan dan data oleh penulis. Sehingga bagi peneliti lain yang ingin meneliti kembali diharuskan mengetahui spesifikasi struktur cantilever wall yang cocok untuk penelitian ini.
3. Untuk analisa daya dukung cantilever wall penulis menyarankan agar pada saat perhitungan menggunakan metode ini di perlukan ketelitian karena hasil Q ultimate berpengaruh terhadap beban maksimal yang di distribusikan pada tiang bor pile.

## 6. DAFTAR PUSTAKA

- Abdul Hakam, R. P. (2011). *Stabilitas Dinding Penahan Tanah Kantilever Pada Ruas Jalan Silaing Padang Bukit Tinggi Km 64+500*. Retrieved from Jurnal Rekayasa Sipil Universitas Andalas.: <http://jrs.ft.unand.ac.id/index.php/jrs/article/view/42>, Diakses pada 4 Juli 2020, Pada jam 07.19 WITA.
- Bowles, J. E. (1993). *Analisis Dan Desain Pondasi Jilid 2* (p. 491). Ilionis, U.S.A: Penerbit Erlangga.
- Das, B. M. (2011). *Principles of Foundation Engineering, 7th Edition*. In C. M. Shortt. United States of America: Global Engineering.
- Dedek Solehuddin, E. T. (2018, 10). *Perencanaan Dinding Penahan Tanah (Studi Kasus : Jalan Lingkar Barat Duri)*. Retrieved from Jurnal Seminar Nasional Industri dan Teknologi (SNIT), Politeknik Negeri Bengkalis.: <https://snit-polbeng.org/eprosiding/index.php/snit/arti>
- [cle/view/49](http://ejournal.untag-smd.ac.id/index.php/TEK/article/download/3735/3607), Diakses pada 4 Juli 2020, Pada jam 08.34 WITA.
- Devi Yanto Saputro, H. S. (2018, 03 15). *Study Perancangan Dinding Penahan Longsoran Pada Ruas Jalan Poros Km.38 Semoi/Sepaku Kabupaten Kutai Kertanegara*. Retrieved from Journal of Universitas 17 Agustus Samarinda: <http://ejournal.untag-smd.ac.id/index.php/TEK/article/download/3735/3607>, Diakses pada 5 Juli 2020, Pada jam 09.39 WITA.
- Dionisius Bau Mau, S. K. (2019, 3 2). *Perencanaan Dinding Penahan Tanah Tipe Kantilever pada Jalan Brigjend Abdul Manan Wijaya Sepanjang 50 Meter di Kecamatan Pujon Kabupaten Malang*. Retrieved from Jurnal Penelitian Mahasiswa Teknik Sipil dan Teknik Kimia Universitas Tribhuwana Tungadewi : <https://publikasi.unitri.ac.id/index.php/teknik/article/view/2094>, Diakses pada 5 Juli 2020, Pada jam 11.23 WITA.
- Dr. Ir. Hary Christady Hardiyatno, M. E. (1996). *Teknik Pondasi 1*. Gramedia Pustaka Utama.
- Gazali, A., F. (2018, 06 01). *Analisis Desain Penanggulangan Longsoran Pada Ruas Jalan Kusuma Bangsa Kabupaten Paser Provinsi Kalimantan Timur*. Retrieved from Journal of Universitas Palangkaraya: <http://journal.umpalangkaraya.ac.id/index.php/mits/article/view/253>, Diakses pada 4 Juli 2020, Pada jam 07.25 WITA.
- Hardiyatmo, H. C. (2011). *Analisis dan Perancangan Fondasi 1*. Gadjah Mada University Press.
- Imam Khadafi, D. I. (2010). *Studi Perancangan Dinding Penahan*

- Tanah Tipe Kantilever Pada Jalan Poros Balikpapan – Samarinda Km 66*. Retrieved from Journal of Fakultas Teknik Universitas 17 Agustus 1945 Samarinda.:  
<http://ejournal.untag-smd.ac.id/index.php/TEK/article/view/4214>, Diakses pada 5 Juli 2020, Pada jam 15.19 WITA.
- International, G. (2007). *Stability Modeling with SLOPE/W 2007*. Geoslope Office.
- Ir. Sudarmanto, M. (1996). *Konstruksi Beton 2*.
- Lulut Fadhilah, S. (2017). *Perencanaan Dinding Penahan Tanah Untuk Perbaikan Longsor Di Ruas Jalan Balerejo Kalegen*. Retrieved from Reviews Journal in Civil Engineering, v.01, n.1, p.25 Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Tidar.:  
[https://jurnal.untidar.ac.id/index.php/civil\\_engineering/article/view/539](https://jurnal.untidar.ac.id/index.php/civil_engineering/article/view/539), Diakses pada 7 Juli 2020, Pada jam 08.20 WITA.
- Rizaldi Hedyanto, M. R. (2018, 05 22). *Analisis Stabilitas Lereng Dengan Perkuatan Dinding Kantilever Dan Sheet Pile Pada Bantaran Sungai Code*. Retrieved from Jurnal Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia:  
<https://dspace.uui.ac.id/handle/123456789/7863>, Diakses pada 7 Juli 2020, Pada jam 08.19 WITA.
- Safari, D. (2010, 8 1). *Perencanaan Struktur Dinding Penahan Tanah Type Cantilever Pada Ruas Jalan Samarinda-Bontang Sta 0+850*. Retrieved from Teknik Sipil dan Arsitektur Samarinda.:  
<http://ejournal.untag-smd.ac.id/index.php/TEK/article/view/2506>, Diakses pada 7 Juli 2020, Pada jam 10.42 WITA.
- Setiawan., H. (2011, 12 2). *Perbandingan Penggunaan Dinding Penahan Tanah Tipe Kantilever Dan Gravitasi Dengan Variasi Ketinggian Lereng*. Retrieved from Journal of Infrastruktur Vol. 1 No. 2  
<http://jurnal.untad.ac.id/jurnal/index.php/J>
- [TSI/article/view/687](https://doi.org/10.24127/TSI/article/view/687), Diakses pada 7 Juli 2020, Pada jam 12.10 WITA.