

**RETAINING WALL PADA PENANGANAN LONGSORAN
PAYAKUMBUH - BATAS RIAU KM 161+300**

LAPORAN TEKNIK

**NOFRI YENDRI
NIM : 2441612097**

**PEMBIMBING:
Prof. Ir. Nilda Tri Putri, MT, Ph.D, IPU, ASEAN Eng**



**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN PROFESI INSINYUR
SEKOLAH PASCASARJANA
UNIVERSITAS ANDALAS
2024**

**LAPORAN TEKNIK
RETAINING WALL PADA PENANGANAN LONGSORAN
PAYAKUMBUH - BATAS RIAU KM 161+300**

**NOFRI YENDRI
NIM : 2441612097**

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Insinyur pada
Sekolah Pascasarjana
Universitas Andalas**

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN PROFESI INSINYUR
SEKOLAH PASCASARJANA
UNIVERSITAS ANDALAS
2024**

HALAMAN PERSETUJUAN

Judul Tugas Akhir : RETAINING WALL PADA PENANGANAN
LONGSORAN PAYAKUMBUH - BATAS RIAU KM
161+300
Nama Mahasiswa : NOFRI YENDRI
Nomor Induk Mahasiswa : 2441612097
Program Studi : PENDIDIKAN PROFESI INSINYUR

Laporan Teknik telah di uji dan dipertahankan di depan sidang panitia ujian Profesi Insinyur pada Sekolah Pascasarjana Universitas Andalas dan dinyatakan lulus pada tanggal Januari 2025.

Menyetujui,

1. Pembimbing

2. Koordinator Program Studi

Ir. Nilda Tri Putri, MT, Ph.D, IPU, ASEAN Eng
NIP. 197707162003122003

Ir. Benny Dwika Leonanda, MT, IPM,
ASEAN Eng
NIP. 196608061994121000

3. Direktur Sekolah Pascasarjana Universitas Andalas

Prof. Apt. Henry Lucida, Ph. D
NIP. 196701151991032002

**HALAMAN PERSETUJUAN PEMBIMBING
SEBAGAI PERSYARATAN UJIAN INSINYUR**

Judul Laporan Teknik : RETAINING WALL PADA PENANGANAN
LONGSORAN PAYAKUMBUH - BATAS RIAU
KM 161+300

Nama Mahasiswa : NOFRI YENDRI

Nomor Induk Mahasiswa : 2441612097

Program Studi : Pendidikan Profesi Insinyur

Laporan Teknik ini telah diperiksa dan dinyatakan telah memenuhi untuk mengikuti Ujian Profesi Insinyur pada Program Studi Pendidikan Profesi Insinyur, Sekolah Pascasarjana, Universitas Andalas.

Padang, Januari 2025

Dosen Pembimbing,

Prof. Ir. Nilda Tri Putri, MT, Ph.D, IPU, ASEAN Eng
NIP. 197707162003122003

**SURAT PERNYATAAN KEASLIAN
TUGAS LAPORAN TEKNIK**

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : NOFRI YENDRI

NIM : 2441612097

Tempat Tgl Lahir : Ujung Gading, 14 Nopember 1976

Alamat : Komplek Wisma Berbintang Blok E No. 2 Belimbing, Kuranji

Dengan ini menyatakan bahwa Tugas Laporan Teknik dengan judul '**Retaining Wall Pada Penanganan Longsoran Payakumbuh - Batas Riau Km 161+300**' adalah hasil pekerjaan saya; dan seluruh ide, pendapat, atau materi dari sumber lain telah dikutip dengan cara penulisan referensi yang sesuai.

Pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya dan jika pernyataan ini tidak sesuai dengan kenyataan, maka saya bersedia menanggung sanksi yang akan dikenakan kepada saya termasuk pencabutan gelar Profesi Insinyur yang nanti saya dapatkan.

Padang, Januari 2025

Yang Menyatakan


The image shows a rectangular postage stamp with a value of 10,000. It features the Garuda Pancasila emblem and the text '10000' and 'MELAYU TEMPEL'. A handwritten signature is written over the stamp.

Nofri Yendri

ABSTRAK

Ruas jalan Payakumbuh - Batas Riau KM 161+300 merupakan daerah yang rawan longsor. Kondisi geologi dan topografi daerah tersebut, yang ditandai dengan lereng curam dan tanah yang kurang stabil, menjadi faktor utama penyebab terjadinya longsor. Untuk mengatasi permasalahan ini, diperlukan suatu solusi rekayasa teknik yang tepat, yaitu pembangunan retaining wall.

Laporan ini membahas perencanaan dan desain retaining wall sebagai solusi penanganan longsor di ruas jalan tersebut. Analisis dilakukan dengan mempertimbangkan berbagai faktor, seperti jenis tanah, kondisi hidrologi, beban lalu lintas, dan faktor keamanan. Hasil analisis menunjukkan bahwa tipe retaining wall gravity dan cantilever wall merupakan pilihan yang paling sesuai untuk lokasi tersebut.

Kata kunci: retaining wall, longsor, Payakumbuh - Batas Riau, gravity wall, cantilever wall, drainase.



ABSTRACT

The road between Payakumbuh and the Riau border at KM 161+300 is known to be prone to landslides. The area's geology and landscape, which feature steep slopes and unstable soil, are the main reasons for these landslides. To tackle this issue, we need a solid engineering solution—specifically, building a retaining wall.

This report looks into planning and designing a retaining wall to prevent landslides on that stretch of road. We analyzed a bunch of factors, like soil type, water conditions, traffic loads, and safety measures. The analysis suggested that a gravity retaining wall or a cantilever wall would be the best options for this location.

Keywords: retaining wall, landslide, Payakumbuh - Riau border, gravity wall, cantilever wall, drainage.



KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga laporan teknik mengenai "Retaining Wall pada Penanganan Longsoran Payakumbuh - Batas Riau KM 161+300" ini dapat diselesaikan. Laporan ini disusun sebagai bagian dari studi dan analisis perencanaan konstruksi retaining wall dalam upaya penanganan longsor di ruas jalan Payakumbuh - Batas Riau.

Ucapan terima kasih disampaikan kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan laporan ini, baik secara langsung maupun tidak langsung. Semoga laporan ini dapat memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi di bidang konstruksi, khususnya dalam perencanaan dan pembangunan retaining wall.

Padang, Januari 2025

NOFRI YENDRI

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
HALAMAN PERSETUJUAN PEMBIMBING SEBAGAI PERSYARATAN UJIAN INSINYUR.....	iii
ABSTRAK.....	iv
ABSTRACT.....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
BAB I PENDAHULUAN.....	2
1.1 Latar Belakang.....	2
1.2 Tujuan Penelitian.....	3
1.3 Rumusan Masalah.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Pengertian Retaining Wall.....	4
2.2 Fungsi Retaining Wall.....	6
2.3 Jenis-jenis Retaining Wall.....	7
2.4 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Perencanaan Retaining Wall.....	11
BAB III METODOLOGI.....	15
3.1 Lokasi Penelitian.....	15
3.2 Jenis Penelitian.....	15
3.3 Metode Pengumpulan Data.....	16
Data Primer.....	16
Data Sekunder.....	16
3.4 Metode Analisis Data.....	16

Analisis Stabilitas Lereng	16
Perhitungan Tekanan Tanah Lateral	17
Perencanaan Dimensi Retaining Wall	17
Perencanaan Sistem Drainase	17
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	19
4.1 Kondisi Eksisting Lokasi Longsoran	19
4.2 Analisis Stabilitas Lereng	21
4.3 Perencanaan Retaining Wall	22
4.4 Perencanaan Sistem Drainase	24
4.5 Analisis Kestabilan Retaining Wall	25
4.6 Pemilihan Tipe Retaining Wall	26
4.7 Rekomendasi Pelaksanaan Konstruksi	27
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	28
5.1 Kesimpulan	28
5.2 Saran	28
DAFTAR PUSTAKA	30

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Ruas jalan Payakumbuh - Batas Riau KM 161+300 merupakan jalur vital yang menghubungkan Provinsi Sumatera Barat dengan Provinsi Riau. Jalan ini berfungsi sebagai jalur utama transportasi barang dan orang, sehingga keberlanjutannya sangat penting bagi perekonomian daerah. Namun, stabilitas lereng di ruas jalan ini sering terganggu akibat kondisi geologi dan topografi yang rawan longsor.

Kondisi tanah di sepanjang ruas jalan ini didominasi oleh lempung dengan tingkat kepadatan rendah, ditambah dengan kemiringan lereng yang curam. Faktor-faktor ini menyebabkan tanah menjadi mudah bergerak, terutama saat musim hujan dengan intensitas tinggi. Longsor yang terjadi di lokasi ini tidak hanya mengancam keselamatan pengguna jalan, tetapi juga dapat menghambat arus transportasi dan menimbulkan kerugian ekonomi yang signifikan.

Salah satu dampak dari longsor adalah terputusnya akses jalan yang dapat mengakibatkan keterlambatan dalam pengiriman barang dan jasa, serta meningkatnya biaya transportasi. Oleh karena itu, diperlukan upaya penanganan longsor yang efektif dan efisien untuk menjamin kelancaran transportasi dan keselamatan pengguna jalan.

Salah satu solusi yang dapat diterapkan adalah pembangunan retaining wall atau dinding penahan tanah. Struktur ini dirancang untuk menahan tanah agar tidak bergerak ke arah jalan, sehingga dapat mengurangi risiko longsor. Dengan adanya dinding penahan, diharapkan stabilitas lereng dapat terjaga dan keamanan pengguna jalan dapat ditingkatkan.

Pembangunan retaining wall tidak hanya akan memberikan perlindungan terhadap infrastruktur jalan, tetapi juga akan meningkatkan kenyamanan dan keamanan bagi pengguna jalan. Selain itu, proyek ini sejalan dengan rencana pembangunan jangka menengah daerah yang bertujuan untuk meningkatkan kualitas infrastruktur transportasi di Provinsi Sumatera Barat.

Dengan demikian, penanganan longsor melalui pembangunan retaining wall di ruas jalan Payakumbuh - Batas Riau KM 161+300 menjadi langkah strategis yang perlu dilakukan untuk mendukung kelancaran transportasi dan menjaga keselamatan masyarakat. Upaya ini diharapkan dapat memberikan dampak positif bagi perekonomian daerah serta meningkatkan kualitas hidup masyarakat sekitar.

1.2 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk:

- Menganalisis kondisi geoteknik dan hidrologi di lokasi longsor Payakumbuh - Batas Riau KM 161+300.
- Merancang retaining wall yang sesuai dengan kondisi lapangan dan memenuhi persyaratan teknis.
- Menentukan tipe retaining wall yang paling optimal ditinjau dari segi keamanan, kekuatan, dan ekonomi.
- Memberikan rekomendasi teknis terkait pelaksanaan konstruksi retaining wall.

1.3 Rumusan Masalah

- Bagaimana kondisi geoteknik dan hidrologi di lokasi longsor Payakumbuh - Batas Riau KM 161+300?
- Tipe retaining wall apa yang paling sesuai untuk mengatasi longsor di lokasi tersebut?
- Bagaimana dimensi dan spesifikasi teknis retaining wall yang direncanakan?
- Bagaimana sistem drainase yang efektif untuk mengurangi tekanan air pada retaining wall?

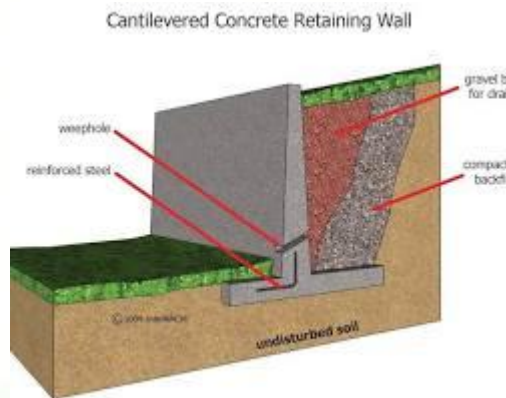
1.4 Manfaat Penelitian

- Memberikan solusi teknis dalam penanganan longsor di ruas jalan Payakumbuh - Batas Riau KM 161+300.
- Menjadi acuan dalam perencanaan dan pembangunan retaining wall pada kondisi tanah dan topografi yang serupa.
- Meningkatkan pemahaman mengenai perencanaan dan konstruksi retaining wall.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Retaining Wall

Retaining wall, atau dinding penahan tanah, adalah struktur yang dirancang dan dibangun untuk menahan massa tanah pada suatu kemiringan yang tidak stabil. Dinding ini menahan tanah agar tidak longsor atau bergerak ke area yang tidak diinginkan, sehingga menciptakan perbedaan elevasi yang aman dan stabil. Retaining wall umumnya digunakan pada lereng curam, tebing, galian, atau di area dengan perubahan elevasi yang signifikan, seperti pada konstruksi jalan raya, basement, perkuatan tepi sungai, dan pembangunan di lahan miring.



Retaining wall pada lereng curam

2.1.1 Prinsip Kerja Retaining Wall

Prinsip kerja retaining wall adalah menahan tekanan lateral tanah yang terjadi akibat berat tanah dan kecenderungannya untuk bergerak ke bawah karena gravitasi. Tekanan lateral ini bekerja tegak lurus terhadap permukaan dinding penahan. Dinding penahan dirancang untuk menahan tekanan ini dan mentransferkannya ke tanah dasar atau struktur pendukung lainnya.

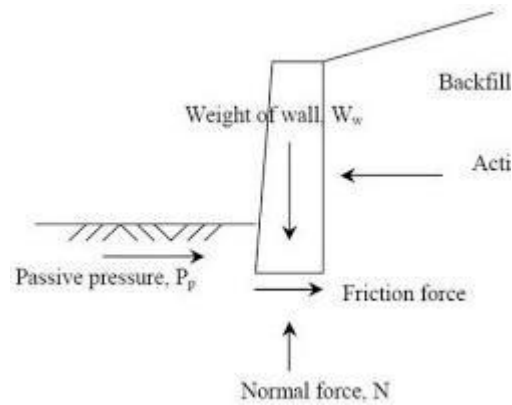


Diagram gaya pada retaining wall

2.1.2 Kegagalan pada Retaining Wall

Beberapa jenis kegagalan yang dapat terjadi pada retaining wall antara lain:

- **Guling (overturning):** Dinding penahan terguling akibat momen yang ditimbulkan oleh tekanan tanah lateral.
- **Geser (sliding):** Dinding penahan bergeser secara horizontal akibat gaya geser yang melebihi gaya tahan geser antara dasar dinding dan tanah.
- **Keruntuhan Daya Dukung (bearing capacity failure):** Tanah dasar di bawah dinding penahan runtuh akibat tekanan yang berlebihan.
- **Keruntuhan Struktur (structural failure):** Dinding penahan runtuh akibat beban yang melebihi kapasitas struktur dinding.

2.1.3 Material Retaining Wall

Berbagai material dapat digunakan untuk membangun retaining wall, antara lain:

- **Beton:** Material yang paling umum digunakan karena kuat, tahan lama, dan mudah dibentuk.
- **Batu Kali:** Memberikan kesan alami dan estetis, cocok untuk dinding penahan dengan ketinggian rendah.
- **Gabion:** Keranjang kawat berisi batu, fleksibel, dan mudah dipasang, cocok untuk dinding penahan di daerah dengan tanah lunak.
- **Baja:** Kuat dan tahan lama, cocok untuk dinding penahan dengan ketinggian tinggi dan beban berat.

- **Kayu:** Memberikan kesan alami, umumnya digunakan untuk dinding penahan dengan ketinggian rendah dan aplikasi sementara.

2.1.4 Aplikasi Retaining Wall

Retaining wall memiliki banyak aplikasi dalam berbagai proyek konstruksi, antara lain:

- **Konstruksi Jalan Raya:** Menahan lereng di sisi jalan, mencegah longsor, dan menciptakan stabilitas pada jalan di daerah pegunungan.
- **Perumahan:** Membuat perbedaan elevasi pada lahan miring, menciptakan ruang tambahan untuk basement, dan meningkatkan estetika rumah.
- **Perkuatan Tepi Sungai:** Mencegah erosi tepi sungai dan melindungi bangunan di sekitarnya dari banjir.
- **Pertambangan:** Menahan dinding galian pada tambang terbuka dan mencegah longsor.
- **Landscaping:** Membuat taman bertingkat, menahan dinding pada kolam, dan meningkatkan estetika taman.

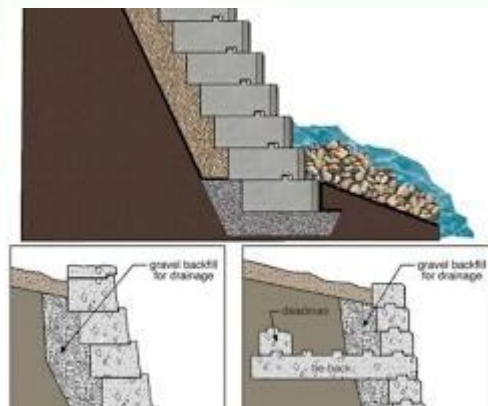
2.2 Fungsi Retaining Wall

Retaining wall memiliki beberapa fungsi utama yang krusial dalam rekayasa geoteknik dan konstruksi, yaitu:

- **Menahan Tekanan Tanah Lateral:** Fungsi utama retaining wall adalah menahan tekanan lateral yang ditimbulkan oleh massa tanah di belakangnya. Tekanan ini terjadi karena berat tanah dan kecenderungannya untuk bergerak ke bawah akibat gravitasi. Besarnya tekanan lateral dipengaruhi oleh jenis tanah, kemiringan lereng, ketinggian dinding, dan kondisi air tanah.
- **Mencegah Longsor:** Retaining wall membantu mencegah pergerakan tanah yang dapat mengakibatkan longsor, terutama pada lereng yang curam atau tidak stabil. Dinding penahan memberikan dukungan lateral pada tanah dan mencegahnya runtuh.
- **Meningkatkan Stabilitas Lereng:** Dengan menahan tanah, retaining wall dapat meningkatkan stabilitas lereng dan mengurangi risiko erosi. Dinding penahan membantu mempertahankan kemiringan lereng agar tetap stabil.

- **Memperluas Lahan:** Retaining wall dapat digunakan untuk memperluas lahan dengan cara memotong lereng dan menahan tanah pada ketinggian yang diinginkan. Hal ini memungkinkan pemanfaatan lahan yang lebih optimal, terutama di daerah perkotaan atau area dengan keterbatasan lahan.
- **Melindungi Struktur:** Retaining wall melindungi struktur di sekitarnya, seperti bangunan, jalan, dan jembatan, dari kerusakan akibat longsor atau pergerakan tanah. Dinding penahan bertindak sebagai barrier yang mencegah tanah longsor mengenai struktur tersebut.
- **Mengontrol Erosi:** Pada lereng yang rawan erosi, retaining wall dapat membantu mengontrol erosi tanah dengan menahan tanah dan mencegahnya terbawa oleh air hujan atau aliran air. Dinding penahan membantu menstabilkan tanah dan mencegah terjadinya erosi.
- **Meningkatkan Drainase:** Retaining wall dapat dikombinasikan dengan sistem drainase untuk mengontrol aliran air dan mencegah penumpukan air di belakang dinding, yang dapat mengurangi tekanan lateral pada dinding. Sistem drainase membantu mengalirkan air dari belakang dinding penahan dan mengurangi tekanan air pada dinding.

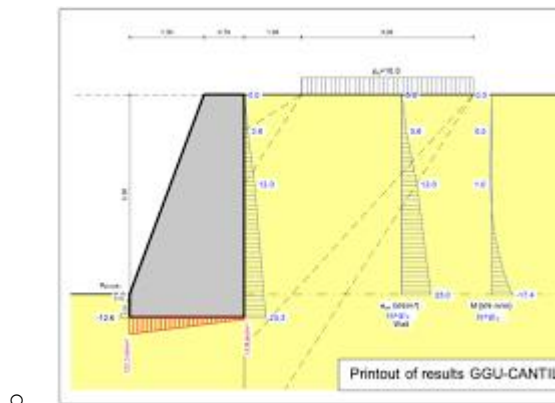
2.3 Jenis-jenis Retaining Wall



Jenis-jenis retaining wall

Terdapat berbagai jenis retaining wall yang digunakan dalam konstruksi, masing-masing dengan karakteristik, kelebihan, dan kekurangannya sendiri. Pemilihan jenis retaining wall yang tepat bergantung pada beberapa faktor, seperti kondisi tanah, tinggi dinding, beban yang diterima, ketersediaan material, metode konstruksi, dan biaya. Berikut adalah jenis-jenis retaining wall yang umum digunakan:

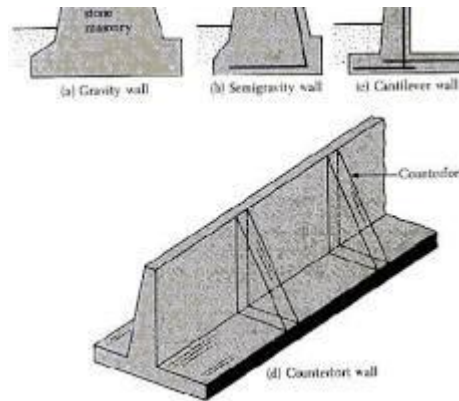
- **Gravity Wall:**



Gravity wall

- Dinding penahan tipe ini mengandalkan berat sendiri untuk menahan tekanan tanah.
- Biasanya terbuat dari beton bertulang, batu kali, atau gabion (keranjang kawat berisi batu).
- Cocok untuk ketinggian rendah hingga sedang (umumnya kurang dari 4 meter) dan kondisi tanah yang stabil.
- **Kelebihan:**
 - Konstruksi sederhana dan mudah dibangun.
 - Biaya relatif rendah.
 - Tahan lama dan memerlukan sedikit perawatan.
 - Cocok untuk kondisi tanah yang baik.
- **Kekurangan:**
 - Membutuhkan lahan yang luas.
 - Kurang efisien untuk ketinggian yang tinggi.
 - Tidak cocok untuk tanah dengan daya dukung rendah.

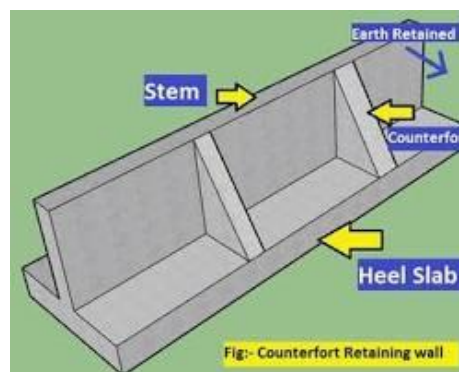
- **Cantilever Wall:**



Cantilever wall

- Dinding penahan tipe ini memiliki bentuk "L" dengan bagian dasar yang melebar untuk menahan guling.
- Terbuat dari beton bertulang dan lebih efisien daripada gravity wall untuk ketinggian yang lebih tinggi (hingga sekitar 7 meter).
- **Kelebihan:**
 - Lebih efisien dalam penggunaan material dibandingkan gravity wall.
 - Cocok untuk tanah dengan daya dukung yang baik.
 - Dapat dibangun dengan ketinggian yang lebih tinggi daripada gravity wall.
- **Kekurangan:**
 - Konstruksi lebih kompleks dan memerlukan perhitungan yang lebih teliti.
 - Tidak cocok untuk tanah dengan daya dukung rendah.

- **Counterfort Wall:**



Counterfort wall

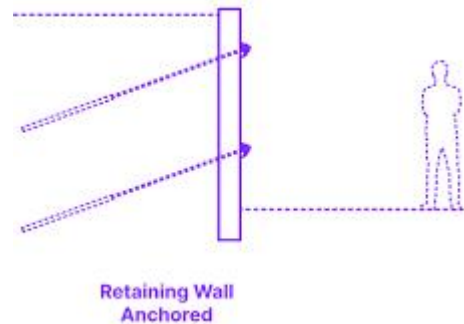
- Dinding penahan tipe ini merupakan modifikasi dari cantilever wall dengan penambahan penopang vertikal (counterfort) di bagian belakang dinding untuk meningkatkan kekuatan dan kestabilan.
- Cocok untuk ketinggian yang lebih tinggi (lebih dari 7 meter) dan kondisi tanah yang kurang baik.
- **Kelebihan:**
 - Mampu menahan tekanan tanah yang lebih besar.
 - Lebih stabil dibandingkan cantilever wall.
 - Cocok untuk ketinggian yang sangat tinggi.
- **Kekurangan:**
 - Konstruksi lebih kompleks dan memerlukan lebih banyak material.
 - Biaya konstruksi lebih mahal.
- **Sheet Pile Wall:**



Sheet pile wall

- Dinding penahan tipe ini terdiri dari lembaran-lembaran baja, kayu, atau vinyl yang ditancapkan ke dalam tanah.
- Cocok untuk kondisi tanah lunak, kedalaman galian yang cukup dalam, dan konstruksi di area sempit.
- **Kelebihan:**
 - Cepat dan mudah dipasang.
 - Cocok untuk menahan air.
 - Dapat digunakan kembali.
 - Cocok untuk konstruksi di area sempit.
- **Kekurangan:**
 - Kurang tahan lama dibandingkan dinding beton.

- Rentan terhadap korosi (untuk sheet pile baja).
- Tidak cocok untuk ketinggian yang sangat tinggi.
- **Anchored Wall:**



Anchored wall

- Dinding penahan tipe ini menggunakan angkur (anchor) berupa tendon atau kabel baja yang ditanam ke dalam tanah untuk menahan dinding dari gaya tarik.
- Dapat digunakan untuk ketinggian yang sangat tinggi dan kondisi tanah yang kurang baik.
- **Kelebihan:**
 - Sangat kuat dan stabil.
 - Mampu menahan tekanan tanah yang sangat besar.
 - Cocok untuk kondisi tanah yang kompleks.
- **Kekurangan:**
 - Konstruksi kompleks dan memerlukan keahlian khusus.
 - Biaya relatif mahal.

2.4 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Perencanaan Retaining Wall

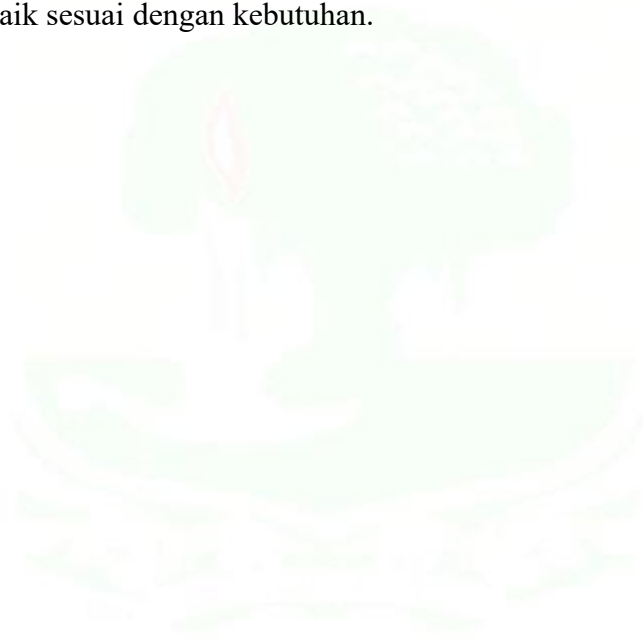
Perencanaan retaining wall yang efektif dan aman membutuhkan pertimbangan yang cermat terhadap berbagai faktor yang dapat mempengaruhi kinerja dan kestabilan struktur. Beberapa faktor utama yang perlu diperhatikan antara lain:

- **Jenis Tanah:**
 - Jenis tanah mempengaruhi besarnya tekanan lateral yang bekerja pada dinding penahan.
 - Tanah granular (pasir dan kerikil) memiliki tekanan lateral yang lebih kecil dibandingkan tanah kohesif (lempung).
 - Parameter tanah seperti sudut geser dalam (ϕ), kohesi (c), dan berat isi (γ) sangat penting dalam perhitungan stabilitas.
 - Tanah dengan permeabilitas tinggi membutuhkan sistem drainase yang lebih baik untuk mencegah penumpukan tekanan air di belakang dinding.
- **Kondisi Hidrologi:**
 - Keberadaan air tanah dapat meningkatkan tekanan lateral pada dinding penahan.
 - Sistem drainase yang baik harus direncanakan untuk mengurangi tekanan air dan mencegah erosi tanah di belakang dinding.
 - Faktor-faktor seperti curah hujan, permeabilitas tanah, dan kedalaman muka air tanah perlu dipertimbangkan.
 - Pada daerah dengan curah hujan tinggi, perlu diperhatikan potensi peningkatan tekanan air pada musim hujan.
- **Beban Luar:**
 - Beban tambahan seperti beban lalu lintas, bangunan, atau struktur lain di atas dinding penahan harus diperhitungkan dalam perencanaan.
 - Beban-beban ini dapat meningkatkan tekanan lateral pada dinding dan mempengaruhi kestabilannya.
 - Besarnya beban luar perlu dihitung dengan teliti dan dimasukkan dalam analisis stabilitas.
- **Kondisi Seismik:**
 - Daerah rawan gempa membutuhkan perencanaan retaining wall yang lebih kuat untuk menahan gaya gempa.
 - Gaya gempa dapat menyebabkan peningkatan tekanan tanah lateral dan pergerakan tanah yang dapat membahayakan dinding penahan.
 - Perencanaan dinding penahan di daerah rawan gempa harus memenuhi standar desain seismik yang berlaku.

- **Faktor Keamanan:**
 - Faktor keamanan digunakan untuk memastikan bahwa dinding penahan mampu menahan beban dan gaya yang bekerja dengan aman.
 - Faktor keamanan yang dipersyaratkan bervariasi tergantung pada jenis dinding, kondisi tanah, dan beban yang diterima.
 - Faktor keamanan yang lebih tinggi dibutuhkan untuk dinding penahan dengan ketinggian tinggi, kondisi tanah yang kurang baik, dan beban yang besar.
- **Tinggi Dinding:**
 - Semakin tinggi dinding penahan, semakin besar tekanan lateral yang bekerja padanya.
 - Dinding yang lebih tinggi membutuhkan desain yang lebih kuat dan sistem penguatan yang lebih baik.
 - Untuk dinding penahan dengan ketinggian lebih dari 4 meter, perlu dipertimbangkan penggunaan tipe dinding yang lebih kuat seperti cantilever wall, counterfort wall, atau anchored wall.
- **Kemiringan Lereng:**
 - Kemiringan lereng di belakang dinding penahan juga mempengaruhi besarnya tekanan lateral.
 - Lereng yang lebih curam menghasilkan tekanan lateral yang lebih besar.
 - Kemiringan lereng perlu diukur dengan akurat dan dimasukkan dalam perhitungan tekanan tanah lateral.
- **Material Dinding:**
 - Pemilihan material dinding penahan harus mempertimbangkan kekuatan, daya tahan, ketersediaan, dan biaya.
 - Material yang umum digunakan adalah beton bertulang, batu kali, baja, dan kayu.
 - Pemilihan material harus disesuaikan dengan kondisi lingkungan dan kebutuhan estetika.
- **Metode Konstruksi:**
 - Metode konstruksi yang dipilih harus sesuai dengan jenis dinding, kondisi lapangan, dan ketersediaan peralatan.
 - Beberapa metode konstruksi yang umum digunakan adalah konstruksi cast-in-place, precast, dan sheet piling.

- Pemilihan metode konstruksi harus mempertimbangkan efisiensi, keamanan, dan biaya.
- **Estetika:**
 - Dalam beberapa kasus, aspek estetika juga perlu dipertimbangkan dalam perencanaan retaining wall.
 - Dinding penahan dapat didesain agar terlihat menarik dan menyatu dengan lingkungan sekitarnya.
 - Pemilihan material, warna, dan tekstur dinding dapat mempengaruhi tampilan visual dinding penahan.

Dengan mempertimbangkan semua faktor di atas secara komprehensif, perencanaan retaining wall dapat dioptimalkan untuk menghasilkan struktur yang aman, stabil, dan berfungsi dengan baik sesuai dengan kebutuhan.



BAB III METODOLOGI

3.1 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di ruas jalan Payakumbuh - Batas Riau KM 161+300, yang merupakan lokasi kritis yang sering mengalami longsor. Ruas jalan ini terletak di Provinsi Sumatera Barat dan berfungsi sebagai jalur transportasi utama yang menghubungkan berbagai daerah. Lokasi penelitian dipilih berdasarkan catatan historis kejadian longsor yang berulang, serta dampaknya terhadap keselamatan pengguna jalan dan kelancaran arus transportasi. Kondisi geologi di area ini ditandai oleh kemiringan lereng yang curam dan jenis tanah lempung dengan kepadatan rendah, yang berkontribusi terhadap kerentanan longsor. Investigasi awal menunjukkan bahwa area ini memiliki potensi tinggi untuk terjadinya pergerakan tanah, terutama selama musim hujan. Oleh karena itu, pemilihan lokasi penelitian ini bertujuan untuk menganalisis lebih lanjut faktor-faktor yang menyebabkan longsor dan merencanakan solusi teknis yang tepat.

3.2 Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini adalah **deskriptif-analitis** dengan pendekatan **kuantitatif**. Penelitian deskriptif bertujuan untuk menggambarkan kondisi fisik dan geoteknik dari lokasi penelitian, sedangkan analitis berfokus pada pengolahan data untuk mendapatkan pemahaman mendalam mengenai stabilitas lereng dan perencanaan retaining wall. Data yang dikumpulkan akan dianalisis secara kuantitatif untuk menentukan dimensi dan spesifikasi teknis dari dinding penahan tanah yang akan dibangun. Melalui pendekatan kuantitatif, penelitian ini akan menggunakan metode statistik untuk menganalisis hasil pengujian laboratorium serta data lapangan. Hasil analisis ini diharapkan dapat memberikan rekomendasi teknis yang akurat dalam perencanaan dan pelaksanaan proyek pembangunan retaining wall.

3.3 Metode Pengumpulan Data

Data Primer

1. Investigasi Lapangan:

- Dilakukan untuk mengidentifikasi kondisi fisik lokasi longsor, termasuk kemiringan lereng, jenis tanah, serta kondisi drainase.
- Pengukuran dilakukan dengan alat ukur geodetik untuk mendapatkan data topografi yang akurat.

2. Pengujian Laboratorium:

- Sampel tanah diambil dari lokasi penelitian dan diuji di laboratorium untuk menentukan parameter mekanika tanah seperti:
 - Berat isi (bulk density)
 - Sudut geser dalam (internal friction angle)
 - Kohesi (cohesion)

Data Sekunder

1. Data Curah Hujan:

- Diperoleh dari stasiun meteorologi terdekat untuk menganalisis pengaruh curah hujan terhadap stabilitas lereng.

2. Peta Topografi dan Geologi:

- Peta topografi digunakan untuk memahami kontur wilayah, sedangkan peta geologi memberikan informasi mengenai jenis tanah dan struktur geologi di area penelitian.

3. Standar dan Spesifikasi Teknis:

- Mengacu pada dokumen standar nasional dan internasional terkait perencanaan serta konstruksi retaining wall.

3.4 Metode Analisis Data

Analisis Stabilitas Lereng

Analisis stabilitas lereng dilakukan untuk menentukan faktor keamanan lereng sebelum dan sesudah pembangunan retaining wall. Metode analisis yang digunakan meliputi:

- **Metode Fellenius:** Digunakan untuk menghitung stabilitas terhadap geser dan guling.
- **Analisis Kestabilan Lereng:** Menggunakan perangkat lunak analisis kestabilan lereng untuk memodelkan kondisi lapangan secara lebih akurat.

Perhitungan Tekanan Tanah Lateral

Perhitungan tekanan tanah lateral dilakukan dengan menggunakan metode Rankine atau Coulomb:

- **Metode Rankine:** Digunakan untuk menghitung tekanan tanah aktif dan pasif pada dinding penahan.
- **Koefisien Tekanan Tanah:** Dihitung berdasarkan sudut geser dalam dan kohesi tanah.

Perencanaan Dimensi Retaining Wall

Dimensi retaining wall direncanakan berdasarkan hasil analisis stabilitas dan perhitungan tekanan tanah lateral:

- **Tinggi Dinding:** Ditentukan berdasarkan kedalaman area longsor.
- **Lebar Dasar:** Dirancang agar cukup stabil menahan tekanan lateral.
- **Ketebalan Dinding:** Dihitung agar mampu menahan beban dari tanah di belakang dinding.

Perencanaan Sistem Drainase

Sistem drainase direncanakan untuk mengurangi tekanan air di belakang dinding penahan:

- **Saluran Drainase:** Didesain agar air hujan dapat mengalir dengan baik tanpa menggenangi area belakang dinding.
- **Penggunaan Material Permeabel:** Untuk memfasilitasi pengaliran air dan mencegah erosi tanah.

Melalui metode analisis ini, diharapkan dapat diperoleh desain retaining wall yang optimal, aman, dan efisien dalam mencegah terjadinya longsor di ruas jalan Payakumbuh - Batas Riau KM 161+300.



BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Kondisi Eksisting Lokasi Longsoran



Peta lokasi longsoran Payakumbuh Batas Riau KM 161+300

Lokasi longsoran berada di ruas jalan Payakumbuh - Batas Riau KM 161+300. Ruas jalan ini merupakan jalur utama yang menghubungkan Provinsi Sumatera Barat dengan Provinsi Riau, sehingga memiliki lalu lintas kendaraan yang cukup padat, termasuk kendaraan berat. Kondisi geologi dan topografi di lokasi longsoran rawan terhadap pergerakan tanah, terutama saat musim hujan.

Berdasarkan investigasi lapangan dan analisis data yang telah dilakukan, diperoleh informasi detail mengenai kondisi eksisting lokasi longsoran sebagai berikut:

4.1.1 Topografi



Profil lereng di lokasi longsoran

Lereng di lokasi longsoran memiliki kemiringan yang curam, berkisar antara 35 derajat hingga 45 derajat. Kemiringan lereng yang curam ini merupakan salah satu faktor utama yang mempengaruhi kestabilan lereng. Kondisi topografi yang curam menyebabkan gaya gravitasi yang bekerja pada massa tanah menjadi lebih besar, sehingga meningkatkan potensi terjadinya longsor.

4.1.2 Geologi



Sampel tanah di lokasi longsoran

Tanah di lokasi longsoran didominasi oleh lempung dengan sifat plastisitas tinggi dan kepadatan rendah. Jenis tanah lempung dengan plastisitas tinggi memiliki kecenderungan untuk mengembang saat jenuh air dan menyusut saat kering. Perubahan volume tanah ini dapat menyebabkan retakan pada tanah dan menurunkan kekuatan geser tanah, sehingga meningkatkan risiko longsor.

4.1.3 Hidrologi



Rembesan air di lereng

Terdapat rembesan air pada lereng yang mempengaruhi stabilitas tanah. Rembesan air ini dapat berasal dari air hujan, air permukaan, atau air tanah. Air yang meresap ke

dalam tanah akan meningkatkan kadar air tanah dan mengurangi kekuatan geser tanah. Selain itu, air yang mengalir di permukaan lereng dapat menyebabkan erosi tanah dan mempercepat proses longsor.

4.1.4 Tata Guna Lahan

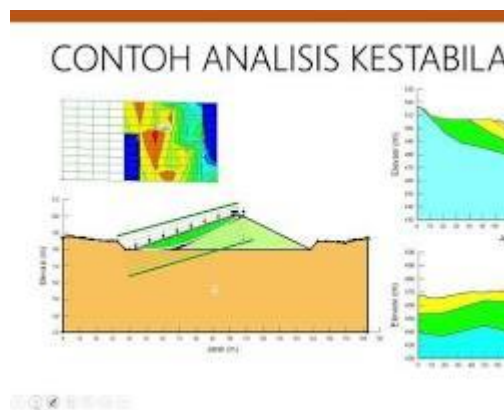
Lokasi longsoran berada di tepi jalan raya dengan lalu lintas kendaraan yang cukup padat. Beban lalu lintas, terutama dari kendaraan berat, dapat menyebabkan getaran yang ditransmisikan ke tanah dan mempengaruhi kestabilan lereng.

4.1.5 Parameter Tanah

Untuk merencanakan retaining wall yang efektif, diperlukan data mengenai parameter tanah di lokasi longsoran. Pengujian laboratorium dilakukan pada sampel tanah undisturbed yang diambil dari lokasi longsoran. Hasil pengujian laboratorium menunjukkan parameter tanah sebagai berikut:

Parameter Tanah	Nilai	Satuan
Berat Isi Tanah (γ)	18	kN/m ³
Sudut Geser Dalam (ϕ)	22	derajat
Kohesi (c)	10	kPa
Kadar Air (%)	30	%

4.2 Analisis Stabilitas Lereng



Hasil analisis stabilitas lereng dengan Slope/W

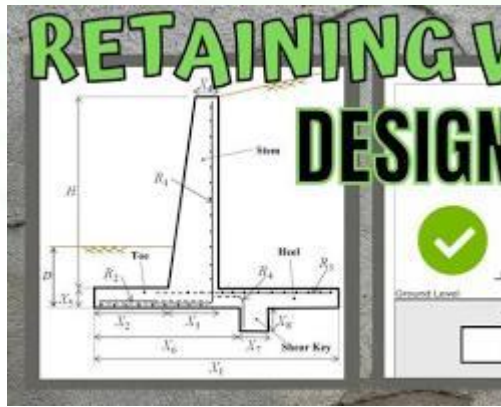
Analisis stabilitas lereng dilakukan untuk mengevaluasi kestabilan lereng dalam kondisi eksisting (sebelum dibangun retaining wall). Analisis ini dilakukan dengan menggunakan metode Bishop yang diimplementasikan dalam perangkat lunak Slope/W. Metode Bishop merupakan metode yang umum digunakan untuk menganalisis stabilitas lereng tanah.

Dalam analisis ini, lereng dimodelkan sebagai suatu penampang dua dimensi. Parameter tanah yang digunakan dalam analisis ini diperoleh dari hasil pengujian laboratorium (Tabel 4.1). Hasil analisis menunjukkan bahwa lereng dalam kondisi eksisting memiliki faktor keamanan (FK) sebesar 0.85. Nilai FK yang kurang dari 1.0 menunjukkan bahwa lereng dalam kondisi tidak stabil dan rawan longsor.

4.3 Perencanaan Retaining Wall

Berdasarkan hasil analisis stabilitas lereng dan pertimbangan teknis lainnya, dipilih dua tipe retaining wall yang paling sesuai untuk lokasi longsor, yaitu gravity wall dan cantilever wall.

4.3.1 Gravity Wall

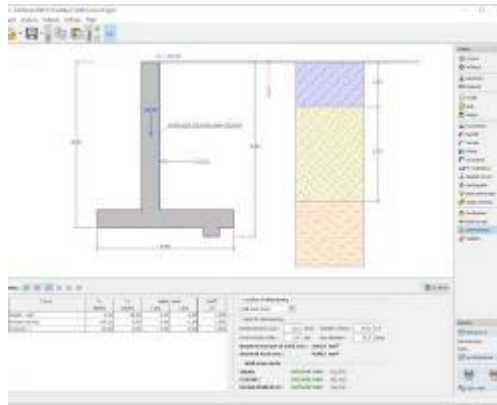


Desain gravity wall

Gravity wall dipilih karena kondisi tanah di lokasi memungkinkan untuk pembangunan gravity wall. Gravity wall mengandalkan berat sendiri untuk menahan tekanan tanah lateral. Dimensi gravity wall yang direncanakan adalah sebagai berikut:

- Tinggi: 5 meter
- Lebar dasar: 3 meter
- Kemiringan muka: 1:10
- Bahan: Beton bertulang dengan mutu K-250
- Tulangan: D 16 mm dengan jarak 200 mm

4.3.2 Cantilever Wall



Desain cantilever wall

Cantilever wall dipilih sebagai alternatif lain karena lebih efisien dalam penggunaan material dibandingkan gravity wall. Cantilever wall memiliki bentuk "L" dengan bagian dasar yang melebar untuk menahan guling. Dimensi cantilever wall yang direncanakan adalah sebagai berikut:

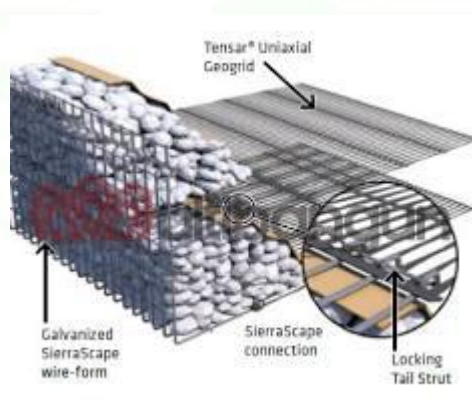
- Tinggi: 5 meter
- Lebar dasar: 2.5 meter
- Tebal stem: 0.3 meter
- Tebal base: 0.5 meter
- Bahan: Beton bertulang dengan mutu K-250
- Tulangan stem: D 16 mm dengan jarak 150 mm
- Tulangan base: D 19 mm dengan jarak 150 mm

4.3.3 Pertimbangan Teknis

Dalam perencanaan retaining wall, beberapa pertimbangan teknis yang diperhatikan antara lain:

- **Tekanan Tanah Lateral:** Tekanan tanah lateral dihitung dengan menggunakan metode Rankine. Metode ini mengasumsikan bahwa tanah berada dalam kondisi pasif (menahan dinding) dan aktif (mendorong dinding).
- **Gaya Guling:** Gaya guling adalah gaya yang cenderung membuat dinding penahan terguling. Gaya ini dihasilkan oleh tekanan tanah lateral dan beban luar yang bekerja pada dinding.
- **Gaya Geser:** Gaya geser adalah gaya yang cenderung membuat dinding penahan bergeser secara horizontal. Gaya ini dihasilkan oleh tekanan tanah lateral dan beban luar yang bekerja pada dinding.
- **Daya Dukung Tanah:** Daya dukung tanah adalah kemampuan tanah untuk menahan beban dari dinding penahan. Daya dukung tanah dipengaruhi oleh jenis tanah, kepadatan tanah, dan kedalaman pondasi.
- **Faktor Keamanan:** Faktor keamanan digunakan untuk memastikan bahwa dinding penahan mampu menahan beban dan gaya yang bekerja dengan aman. Faktor keamanan yang dipersyaratkan untuk retaining wall adalah 1.5 untuk guling dan 1.2 untuk geser.

4.4 Perencanaan Sistem Drainase

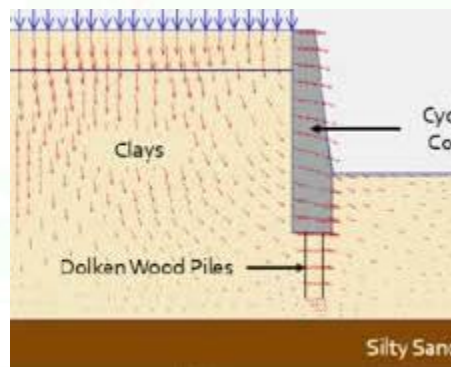


Sistem drainase retaining wall

Sistem drainase yang efektif sangat penting untuk mengurangi tekanan air pada retaining wall dan menjamin kestabilan struktur jangka panjang. Air yang terakumulasi di belakang dinding penahan dapat meningkatkan tekanan lateral pada dinding dan menyebabkan kerusakan struktur. Sistem drainase yang direncanakan terdiri dari:

- **Drainase Horizontal:** Berupa pipa perforated PVC diameter 100 mm yang dipasang di belakang dinding penahan dengan kemiringan 1% untuk mengalirkan air tanah ke saluran pembuangan. Pipa perforated dibungkus dengan geotekstil untuk mencegah masuknya partikel tanah ke dalam pipa.
- **Drainase Vertikal:** Berupa sumur resapan dengan diameter 1 meter dan kedalaman 4 meter yang dipasang pada jarak 5 meter di belakang dinding penahan untuk menampung air dari drainase horizontal. Sumur resapan diisi dengan material berpori seperti batu pecah atau kerikil untuk memudahkan penyerapan air ke dalam tanah.
- **Lapisan Filter:** Lapisan filter berupa geotekstil non-woven dipasang di antara tanah dan dinding penahan untuk mencegah terbawanya partikel tanah oleh air. Lapisan filter ini memiliki fungsi sebagai penyaring air dan mencegah erosi tanah di belakang dinding penahan.

4.5 Analisis Kestabilan Retaining Wall



Hasil analisis kestabilan retaining wall

Setelah dimensi dan sistem drainase retaining wall direncanakan, dilakukan analisis kestabilan untuk memastikan bahwa retaining wall yang direncanakan memenuhi syarat keamanan. Analisis kestabilan retaining wall dilakukan dengan memeriksa tiga kondisi, yaitu:

- **Guling:** Memastikan bahwa dinding penahan tidak terguling akibat tekanan tanah lateral dan beban luar. Analisis guling dilakukan dengan menghitung momen guling (M_g) dan momen penahan (M_p). Faktor keamanan terhadap guling (F_{kg}) dihitung dengan rumus: $F_{kg} = M_p / M_g$. Nilai F_{kg} yang dipersyaratkan adalah 1.5.

- **Geser:** Memastikan bahwa dinding penahan tidak bergeser secara horizontal akibat tekanan tanah lateral dan beban luar. Analisis geser dilakukan dengan menghitung gaya geser (S_g) dan gaya penahan geser (S_p). Faktor keamanan terhadap geser (F_{ks}) dihitung dengan rumus: $F_{ks} = S_p / S_g$. Nilai F_{ks} yang dipersyaratkan adalah 1.2.
- **Daya Dukung:** Memastikan bahwa tanah dasar mampu menahan beban dari dinding penahan. Analisis daya dukung dilakukan dengan menghitung tekanan dasar (q_d) dan daya dukung ijin tanah (q_a). Faktor keamanan terhadap daya dukung (F_{kd}) dihitung dengan rumus: $F_{kd} = q_a / q_d$. Nilai F_{kd} yang dipersyaratkan adalah 3.0.

Hasil analisis menunjukkan bahwa kedua tipe retaining wall yang direncanakan memenuhi syarat kestabilan dengan faktor keamanan yang memadai. Nilai FK untuk setiap kondisi lebih besar dari nilai yang dipersyaratkan, sehingga retaining wall dianggap aman terhadap guling, geser, dan keruntuhan daya dukung.

4.5.1 Hasil Analisis Gravity Wall

Kondisi	Faktor Keamanan	Syarat
Guling	1.82	1.5
Geser	1.35	1.2
Daya Dukung	3.21	3.0

4.5.2 Hasil Analisis Cantilever Wall

Kondisi	Faktor Keamanan	Syarat
Guling	1.65	1.5
Geser	1.28	1.2
Daya Dukung	3.45	3.0

4.6 Pemilihan Tipe Retaining Wall

Berdasarkan hasil analisis kestabilan dan pertimbangan teknis lainnya, dipilih cantilever wall sebagai tipe retaining wall yang akan dibangun di lokasi longsor. Meskipun kedua tipe retaining wall memenuhi syarat kestabilan, cantilever wall dipilih

karena lebih efisien dalam penggunaan material dibandingkan gravity wall. Hal ini akan mengurangi biaya konstruksi dan mempercepat waktu pelaksanaan.

4.7 Rekomendasi Pelaksanaan Konstruksi

Dalam pelaksanaan konstruksi retaining wall, perlu diperhatikan hal-hal berikut:

- **Penggunaan Material yang Berkualitas:** Pastikan material yang digunakan memenuhi spesifikasi teknis yang telah ditentukan. Material yang berkualitas akan menjamin kekuatan dan ketahanan retaining wall.
- **Pelaksanaan Konstruksi yang Sesuai dengan Metode yang Tepat:** Pastikan pelaksanaan konstruksi dilakukan sesuai dengan metode yang telah ditentukan dalam perencanaan. Metode konstruksi yang tepat akan menjamin kualitas dan keamanan konstruksi.
- **Pengawasan yang Ketat:** Lakukan pengawasan yang ketat selama proses konstruksi untuk memastikan bahwa pelaksanaan konstruksi sesuai dengan perencanaan dan spesifikasi teknis.
- **Pengujian Kualitas Konstruksi:** Lakukan pengujian kualitas konstruksi secara berkala untuk memastikan bahwa retaining wall yang dibangun memenuhi syarat kekuatan dan kestabilan.
- **Pemeliharaan Retaining Wall:** Lakukan pemeliharaan retaining wall secara berkala untuk menjamin kinerja dan keamanan struktur jangka panjang. Pemeliharaan meliputi pembersihan sistem drainase, perbaikan kerusakan struktur, dan pengecatan ulang.

Dengan memperhatikan hal-hal tersebut, diharapkan retaining wall yang dibangun dapat berfungsi dengan baik dalam menangani longsor di ruas jalan Payakumbuh - Batas Riau KM 161+300 dan menjamin keamanan pengguna jalan.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

- Kondisi geoteknik dan hidrologi di lokasi longsor Payakumbuh - Batas Riau KM 161+300 menunjukkan bahwa lereng dalam kondisi tidak stabil dan rawan longsor.
- Berdasarkan analisis stabilitas lereng dan pertimbangan teknis, tipe retaining wall gravity dan cantilever wall merupakan pilihan yang paling sesuai untuk mengatasi longsor di lokasi tersebut.
- Dimensi dan spesifikasi teknis retaining wall telah direncanakan sesuai dengan kebutuhan dan memenuhi syarat kestabilan.
- Sistem drainase yang efektif sangat penting untuk mengurangi tekanan air pada retaining wall dan menjamin kestabilan struktur jangka panjang.

5.2 Saran

1. Monitoring Berkala

Melakukan monitoring berkala sangat krusial untuk mendeteksi potensi masalah sebelum menjadi serius. Beberapa aspek yang perlu diperhatikan dalam monitoring meliputi:

- Retakan dan Deformasi: Periksa adanya retakan atau perubahan bentuk pada dinding penahan.
- Pergerakan Tanah: Amati tanda-tanda pergerakan tanah di sekitar area retaining wall.
- Kondisi Drainase: Pastikan sistem drainase berfungsi dengan baik untuk mencegah penumpukan air.

2. Penggunaan Material Berkualitas

Menggunakan material yang berkualitas adalah langkah penting dalam konstruksi retaining wall. Material yang baik akan memberikan ketahanan terhadap berbagai kondisi ekstrem seperti:

- Hujan Deras: Material yang tahan air dapat mencegah kerusakan akibat infiltrasi air.
- Gempa Bumi: Pilih material yang memiliki ketahanan terhadap getaran dan guncangan.

3. Perencanaan Drainase yang Baik

Perencanaan drainase yang efektif adalah kunci untuk menjaga stabilitas retaining wall. Beberapa strategi yang dapat diterapkan meliputi:

- Sistem Drainase Aktif: Gunakan pipa drainase untuk mengalirkan air dari belakang retaining wall.
- Penggunaan Geotekstil: Memasang geotekstil dapat membantu menyaring air dan mencegah tanah terbawa ke dalam sistem drainase.
- Pembuatan Saluran Air: Rancang saluran air di sekitar area retaining wall untuk mengarahkan aliran air menjauh dari struktur.



DAFTAR PUSTAKA

- Yendri, N.** (2024). *Retaining Wall pada Penanganan Longsoran Payakumbuh - Batas Riau KM 161+300*. Laporan Teknik. Universitas Andalas, Padang.
- Hadiguna, R. A.** (2024). *Panduan Perencanaan dan Konstruksi Retaining Wall*. Jakarta: Penerbit Teknik Sipil.
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.** (2015). *Pedoman Perencanaan Retaining Wall*. Jakarta: Direktorat Jenderal Bina Marga.
- Meyerhof, G. G.** (1956). "The Ultimate Bearing Capacity of Foundations." *Geotechnique*, 6(1), 20-30.
- Das, B. M.** (2010). *Principles of Foundation Engineering*. Cengage Learning.
- Bowles, J. E.** (1996). *Foundation Analysis and Design*. McGraw-Hill.
- Terzaghi, K., & Peck, R. B.** (1967). *Soil Mechanics in Engineering Practice*. John Wiley & Sons.
- Graham, J., & Valsangkar, A.** (2013). "Stability of Retaining Walls Under Seismic Loading." *Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering*, 139(11), 1920-1930.
- Fellenius, W.** (1936). "The Calculation of the Stability of Earth Slopes." *Transactions of the American Society of Civil Engineers*, 102(1), 1-16.
- Huang, C., & Zhang, L.** (2018). "A Review of Retaining Wall Design and Stability Analysis." *Engineering Geology*, 239, 185-196.
- Sukirman, S., & Yulianto, A.** (2020). "Stabilitas Lereng dan Pengaruh Curah Hujan Terhadap Longsor." *Jurnal Teknik Sipil*, 12(2), 101-110.
- Nash, D., & Briaud, J.-L.** (1990). "Design of Retaining Walls." In *Soil Mechanics and Foundation Engineering*. New York: Wiley.
- Liu, Y., & Zhang, X.** (2015). "Experimental Study on the Performance of Gravity Retaining Walls." *Journal of Civil Engineering and Management*, 21(1), 23-30.
- Chowdhury, R., & Kundu, S.** (2019). "Evaluation of the Performance of Cantilever Retaining Walls." *International Journal of Civil Engineering*, 17(5), 653-664.
- Kumar, A., & Singh, R.** (2017). "Design Considerations for Sheet Pile Walls in Soft Soils." *Geotechnical Engineering Journal*, 48(2), 123-134.



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ANDALAS
SEKOLAH PASCASARJANA
PROGRAM STUDI PENDIDIKAN PROFESI INSINYUR

Alamat : Gedung Pascasarjana, Limau Manis Padang Kode 25163
Telp. 0751-71686, Faksimile : 0751-71691
Laman : <http://pasca.unand.ac.id> e-mail : sekretariatpasca@adm.unand.ac.id

SURAT KETERANGAN

Nomor : 358/UN16.16.1.2/PPI/WA.00.02/2025

Yang bertanda tangan dibawah ini menerangkan bahwa Laporan Akhir mahasiswa Prodi Pendidikan Profesi Insinyur, Sekolah Pascasarjana, Universitas Andalas sebagaimana telah diperiksa *similarity/originality* dalam ujian profesi dan dinyatakan telah sesuai dengan persyaratan yang ditetapkan.

Surat keterangan ini dibuat sebagai salah satu syarat untuk penyelesaian studi di Prodi Pendidikan Profesi Insinyur, Sekolah Pascasarjana, Universitas Andalas.

Demikianlah surat ini dibuat untuk dipergunakan semestinya.

Padang, 22 Januari 2025

Mengetahui,
Koordinator Prodi
Pendidikan Profesi Insinyur

Ir. Benny Dwika Leonanda, M.T, IPM, ASEAN Eng
NIP. 196608061994121000