

**PERENCANAAN DINDING PENAHAN SEBAGAI ALTERNATIF
PENCEGAH BAHAYA LONGSOR PADA KONSTRUKSI PANGKAL
JEMBATAN**

(Skripsi)

Oleh:

HATWAN FARDILLA



**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG**

2018

ABSTRAK

PERENCANAAN DINDING PENAHAN SEBAGAI ALTERNATIF PENCEGAH BAHAYA LONGSOR PADA KONSTRUKSI PANGKAL JEMBATAN

Oleh

HATWAN FARDILLA

Jembatan adalah prasarana sipil yang membentang di atas aliran sungai dan secara topografi tidak rata. Perbedaan elevasi dari daratan yang dilewati sungai ini membentuk suatu lereng. Bencana yang sering terjadi pada permukaan tanah yang tidak rata atau curam adalah longsor. Kondisi lereng dengan kemiringan yang curam dan menahan beban yang besar dapat mengakibatkan longsor. Oleh karena itu diperlukan dinding penahan untuk menjaga kestabilan lereng agar tidak terjadi penurunan sehingga jembatan tetap aman dari bahaya longsor. Penelitian ini bertujuan untuk merencanakan dinding penahan dalam perlindungan pangkal jembatan dari bahaya longsor.

Dalam penelitian ini letak dinding penahan sesuai dengan data gambar rencana. Kemudian dilakukan analisis geoteknik dengan dimensi dinding yang direncanakan, dari data tanah dan data beban dapat diperoleh tekanan tanah yang terjadi. Melalui analisis geoteknik didapatkan nilai stabilitas dinding penahan tanah berupa nilai keamanan terhadap guling, geser dan daya dukung tanah hingga dimensi yang dipakai aman. Selanjutnya dilakukan perhitungan struktur penulangan dinding penahan tanah dan diperoleh gambar rencana dari dinding penahan tanah.

Dimensi dinding penahan tanah yang direncanakan adalah sebesar 0,3 m untuk lebar mercu, panjang kaki 2,4 m, tebal kaki 0,5 m dengan tinggi dinding 5 m. Berdasarkan analisis stabilitas dinding yang dilakukan, disimpulkan dinding aman dari bahaya guling, geser, serta aman dalam perhitungan daya dukung tanah sehingga dinding mampu menjadi salah satu alternatif upaya pencegah bahaya longsor.

Kata kunci : jembatan, dinding penahan tanah, longsor.

ABSTRACT

DESIGNING OF RETAINING WALL AS AN ALTERNATIVE PREVENTION OF LANDSLIDE HAZARD AT THE BASE OF THE BRIDGE CONSTRUCTION

By

HATWAN FARDILLA

Bridge is a civil infrastructure riving on the river flow and the topography is uneven. The difference in elevation from the land through which this river forms a slope. Disasters that often occur on uneven or steep ground surfaces are landslides. Slope conditions with steep slopes and large loads can cause landslides. Therefore required a retaining wall to maintain the stability of the slope so as not to decrease so that the bridge remains safe from the danger of landslides. This research aims to design the retaining wall in the protection of the base at the bridge from the danger of landslides.

In this research location of retaining wall in accordance with the image data. Then performed geotechnical analysis with planned wall dimensions. With soil data and load data can be obtained soil pressure occurs. From the geotechnical analysis obtained the value of stability of the retaining wall in the form of security value to bolsters, shear and soil bearing capacity until the dimensions used are safe.then calculated the structure of the retaining wall and obtained a plan drawing of retaining wall.

The dimensions of the proposed retaining wall are 0.3 m for the width of the foot, the leg length is 2.4 m, the foot thickness of 0.5 m and the height of 5 m. Based on wall stability analysis performed concluded the wall is safe from the danger of bolsters, shear and safe in the calculation of soil bearing capacity so that the wall can become one of the alternative efforts to prevent landslide hazards.

Keywords: bridge, retaining wall, landslide.

**PERENCANAAN DINDING PENAHAN SEBAGAI ALTERNATIF
PENCEGAH BAHAYA LONGSOR PADA KONSTRUKSI PANGKAL
JEMBATAN**

Oleh

HATWAN FARDILLA

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA TEKNIK**

Pada

**Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Lampung**



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2018**

Judul Skripsi : **PERENCANAAN DINDING PENAHAN
SEBAGAI ALTERNATIF PENCEGAH
BAHAYA LONGSOR PADA KONSTRUKSI
PANGKAL JEMBATAN**

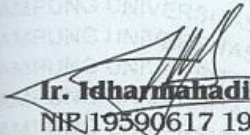
Nama Mahasiswa : **Hatwan Fardilla**

Nomor Pokok Mahasiswa : 1345011015

Jurusan : Teknik Sipil

Fakultas : Teknik




Ir. Edharmahadi Adha, M.T.
NIP 19590617 198803 1 003



Ir. Nur Arifaini, M.S.
NIP 19620218 199303 1 001

2. Ketua Jurusan


Gatot Eko Susilo, S.T., M.Sc., Ph.D.
NIP 19700915 199503 1 006

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua : Ir. Idharmahadi Adha, M.T. 

Sekretaris : Ir. Nur Arifaini, M.S. 

Penguji Bukan Pembimbing : Ir. Setyanto, M.T. 

2. Dekan Fakultas Teknik



Prof. Dr. Suharno, M.Sc.
NIP.19620717 198703 1 002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 31 Januari 2018

SURAT PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi berjudul "*Perencanaan Dinding Penahan Sebagai alternative Pencegah Bahaya Longsor pada Konstruksi Pangkal Jembatan*" adalah karya saya sendiri dan saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan atas karya penulis lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini sebagaimana disebutkan dalam daftar pustaka. Selain itu saya menyatakan pula, bahwa skripsi ini dibuat oleh saya sendiri.

Apabila pernyataan saya ini tidak benar, maka saya bersedia dikenai sanksi sesuai dengan hukum yang berlaku.

Bandar Lampung, 31 Januari 2018



Hatwan Fardilla

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Gadingrejo pada tanggal 3 November 1994, sebagai anak kedua dari dua bersaudara dari pasangan Bapak M. Sosiawan dan Ibu Priatini.

Pendidikan Taman Kanak-Kanak (TK) Aisyah Gadingrejo diselesaikan pada tahun 2001, Sekolah Dasar (SD) diselesaikan di SD Negeri 7 Gadingrejo Pringsewu pada tahun 2007, Sekolah Menengah Pertama (SMP) diselesaikan pada tahun 2010 di SMP Negeri 1 Gadingrejo dan Sekolah Menengah Atas (SMA) diselesaikan di SMA Negeri 1 Gadingrejo pada tahun 2013. Penulis terdaftar sebagai mahasiswa Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung pada tahun 2013 melalui jalur Paralel atau Non reguler.

Penulis turut dalam organisasi Himpunan Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Lampung pada tahun 2015/2016 sebagai anggota Departemen Keolahragaan dan Kerohanian. Penulis telah melakukan Kerja Praktek (KP) pada Proyek Pembangunan *Graving Dock* dan Pengembangan Dermaga Noahtu selama 3 bulan pada periode Oktober-Desember 2015. Penulis juga telah mengikuti Kuliah Kerja Nyata (KKN) selama 40 hari pada periode Januari-Februari 2017 di Desa Padangratu, Kecamatan Padangratu, Kabupaten Lampung Tengah.

Persembahan

Alhamdulillah, Puji syukur kepada Allah SWT atas karuniaNya sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik. Ku persembahkan skripsi ini untuk:

Kedua orangtuaku, Ayah dan Ibu serta Kakakku yang selalu memberi dukungan moril maupun materi. serta senantiasa mendoakanku untuk meraih kesuksesan. Semoga keluarga kita selalu dalam lindungan Allah SWT.

Saudara-saudaraku yang selalu mendoakan dan memberikan semangat untuk menyelesaikan skripsi ini.

Semua guru-guru dan dosen-dosen yang telah mengajarkan banyak hal. Terima kasih untuk ilmu, pengetahuan dan pelajaran hidup yang sudah diberikan.

Teman spesialku, Sahabat-sahabatku, Rekan seperjuangan serta Teknik sipil angkatan 2013 yang selalu menemani dalam suka maupun duka serta selalu memberikan dukungan agar skripsi ini berjalan dengan baik.

MOTTO HIDUP

“Maka sesungguhnya bersama kesulitan itu ada kemudahan. Sesungguhnya bersama kesulitan itu ada kemudahan.”

(Q.S. Al-Insyirah: 5-6)

“Waktu bagaikan pedang. Jika engkau tidak memanfaatkannya dengan baik (untuk memotong), maka ia akan memanfaatkanmu (dipotong).”

(HR. Muslim)

“Barangsiapa bersungguh-sungguh, sesungguhnya kesungguhan itu adalah untuk dirinya sendiri.”

(Q.S Al-Ankabut: 6)

SANWACANA

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul Perencanaan Dinding Penahan Sebagai Alternatif Pencegah Bahaya Longsor Pada Konstruksi Pangkal Jembatan ini disusun dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T.) pada Fakultas Teknik Universitas Lampung.

Atas terselesainya skripsi ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Suharno, M.Sc., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Lampung.
2. Bapak Gatot Eko Susilo, S.T., M.Sc., Ph.D., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung
3. Bapak Ir. Idharmahadi Adha, M.T., selaku Dosen Pembimbing 1 skripsi penulis yang telah membimbing dalam proses penyusunan skripsi.
4. Bapak Ir. Nur Arifaini, M.S., selaku Dosen Pembimbing 2 skripsi penulis yang telah membimbing dalam proses penyusunan skripsi.
5. Bapak Ir. Setyanto, M.T., selaku Dosen Penguji skripsi penulis atas bimbingannya dalam seminar skripsi.
6. Seluruh Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Teknik Sipil Universitas Lampung atas ilmu dan pembelajaran yang telah diberikan selama masa perkuliahan.

7. Keluargaku tercinta terutama orang tuaku, Bapak M. Sosiawan dan Ibu Priatini, serta Kakakku Arantha Sabilla yang sangat sabar dalam doanya dan pengertian dalam memberikan nasihat dan motivasi dalam menyelesaikan perkuliahan di Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Lampung.
8. Teman-teman spesialku, keluarga baruku, rekan seperjuanganku, Teknik Sipil Universitas Lampung Angkatan 2013, seluruh kakak-kakak, dan adik-adik yang telah mendukung dalam penyelesaian skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki banyak kekurangan dan keterbatasan. Oleh karena itu, saran dan kritik yang membangun sangat diharapkan. Akhir kata semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan semoga Tuhan memberkati kita semua.

Bandar Lampung, Januari 2018

Penulis

Hatwan Fardilla

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR NOTASI	xi
I. PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah.....	2
C. Batasan Masalah	3
D. Tujuan Penelitian.....	3
E. Manfaat Penelitian.....	3
II. TINJAUAN PUSTAKA	5
A. Lereng dan Longsoran	5
B. Tekanan Tanah Lateral	6
C. Dinding Penahan Tanah.....	19
D. Perencanaan Struktur Beton Bertulang.....	26
III. METODE PENELITIAN	35
A. Wilayah Penelitian.....	35
B. Data yang Digunakan	35
C. Analisis Data.....	36
D. Bagan Alir Penelitian.....	36
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	38
A. Perencanaan Dinding Penahan Tanah	38
B. Perhitungan Stabilitas dengan Analisis Geoteknik.....	40
C. Perhitungan Keamanan Dinding Penahan Tanah	47
D. Perhitungan Struktur Penulangan Dinding Penahan Tanah	49
E. Gambar Penulangan Rencana Dinding Penahan Tanah	57
V. KESIMPULAN DAN SARAN	60
A. Kesimpulan	60

B. Saran	61
DAFTAR PUSTAKA	62
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Nilai Faktor Daya Dukung Terzaghi.....	25
Tabel 2. Perhitungan Momen Akibat Pa dan PQ Horizontal	44
Tabel 3. Perhitungan Momen Akibat Pa dan PQ Vertikal	44
Tabel 4. Perhitungan Momen Akibat Berat Sendiri Struktur dan Tanah.....	46
Tabel 5. Perhitungan dengan Faktor Beban Mati 1,2.....	50

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Tekanan Tanah Aktif.....	7
Gambar 2. Metode Rankine Dinding Penahan Urugan Tanah Permukaan Rata	9
Gambar 3. Metode Rankine Dinding Penahan Urugan Tanah Permukaan Miring..	9
Gambar 4. Tekanan Tanah Pasif	11
Gambar 5. Lengkungan Bidang Longsor Akibat Gesekan Tanah dan Dinding.....	13
Gambar 6. Kondisi Saat Longsor dan Polygon Tekanan Aktif.....	14
Gambar 7. Gaya-gaya yang Bekerja pada Kondisi Tekanan Pasif	15
Gambar 8. Polygon Gaya untuk Hitungan Tekanan Pasif	15
Gambar 9. Diagram Tekanan Tanah Aktif Akibat Beban Terbagi Rata q	17
Gambar 10. Diagram Tekanan Tanah Akibat Pengaruh Muka Air	17
Gambar 11. Diagram Tekanan Tanah Akibat Muka Air Tanah tidak sama Tinggi	18
Gambar 12. Ukuran Sementara Dinding Kantilever	21
Gambar 13. Dimensi Tembok Penahan Tipe Gravitasi	22
Gambar 14. Dimensi Tembok Penahan Tipe Kantilever dengan Rusuk	23
Gambar 15. Wilayah Penelitian	35
Gambar 16. Bagan Alir Penelitian	37
Gambar 17. Peta Situasi <i>Long Section</i>	38
Gambar 18. Rencana Letak Dinding Penahan Tanah Kantilever	39
Gambar 19. Dimensi Dinding Penahan Tanah.....	40

Gambar 20. Tekanan Aktif Metode Coulomb.....	41
Gambar 21. Diagram Tekanan Aktif yang Terjadi pada Dinding.....	42
Gambar 22. Jarak Titik Pusat Gandar ke Titik Acuan Dinding	43
Gambar 23. Akibat Berat Sendiri Struktur dan Berat Tanah	45
Gambar 24. Gambar Rencana Tulangan Bagian Dinding.....	57
Gambar 25. Gambar Rencana Tulangan Bagian Kaki	58
Gambar 26. Detail Dinding Penahan Tanah	59

DAFTAR NOTASI

W	= Berat bangunan itu sendiri (KN)
Pa	= Tekanan tanah aktif (KN)
Ka	= Koefisien tekanan tanah aktif
Pp	= Tekanan tanah pasif (KN)
Kp	= Koefisien tekanan tanah pasif
Mt	= Momen tahan (KN.m)
Mg	= Momen guling (KN.m)
H	= Tinggi total dinding penahan tanah (m)
B	= Lebar kaki dinding penahan tanah (m)
γ_w	= Berat jenis air (kN/m^3)
γ	= Berat volume tanah (kN/m^3)
c	= Kohesi (kN/m^2)
ϕ	= Sudut geser dalam tanah ($^{\circ}$)
Z	= Faktor yang bergantung kepada letak geografis
e	= Besarnya eksentrisitas konstruksi (m)
MT	= Momen tahan (kN.m)
MG	= Momen guling (kN.m)
ΣV	= Jumlah gaya vertikal (kN)
qu	= Daya dukung batas (kN/m^2)
Nc, Nq dan Ny	= Faktor-faktor daya dukung tak berdimensi

z	= Kedalaman pondasi di bawah permukaan (m)
q_a	= Daya dukung izin (kN/m^2)
q_u	= Daya dukung batas (kN/m^2)
F	= Faktor keamanan
g	= Percepatan gravitasi m/dtk^2
α	= Kemiringan dinding terhadap bidang vertikal
δ	= Sudut geser antara dinding dan tanah
β	= Kemiringan timbunan tanah terhadap bidang horisontal

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Dalam memenuhi kebutuhan hidupnya manusia memerlukan sarana dan prasarana yang memadai. Saat ini kebutuhan sarana dan prasarana semakin meningkat seiring dengan pertumbuhan populasi manusia. Pembangunan suatu konstruksi sarana dan prasarana sangat memperhatikan kondisi fisik dan mekanis dari tanah. Perkembangan sarana dan prasarana transportasi yang semakin meningkat serta semakin sedikitnya lahan memaksa pemilihan lokasi konstruksi dengan kondisi tanah yang kurang baik dan topografi yang cenderung beragam tetap harus dilakukan.

Jembatan adalah contoh prasarana sipil yang membentang di atas aliran sungai yang secara topografi tidak rata. Perbedaan elevasi dari daratan yang dilewati sungai ini membentuk suatu lereng. Lereng adalah bangunan permukaan tanah yang memiliki sudut kemiringan tertentu dan lereng merupakan suatu kondisi topografi yang sering dijumpai pada pekerjaan sipil. Lereng dapat terjadi secara alami maupun sengaja dibuat manusia dengan tujuan tertentu.

Bencana yang sering terjadi di permukaan tanah yang curam adalah longsor. Longsor adalah salah satu bencana yang sering terjadi di Indonesia. Bencana ini dapat mengakibatkan korban jiwa dan kerugian harta benda yang tidak

sedikit. Kondisi lereng dengan kemiringan yang curam dan dengan beban yang besar dapat mengakibatkan longsor terlebih lagi jika memasuki musim penghujan, resiko longsor semakin besar akibat peningkatan tekanan air pori pada lapisan tanahnya. Fenomena erosi dari aliran sungai juga dapat mengakibatkan kelongsoran pada lereng tersebut. Lereng atau tanah urugan yang berada di belakang abutment harus dibuat sepadat mungkin untuk menghindari penurunan atau bahaya longsor. Sehingga diperlukan solusi untuk menjaga kestabilan lereng tersebut agar tidak terjadi penurunan sehingga jembatan aman dari bahaya longsor. Salah satunya dengan membangun dinding penahan tanah di lereng tersebut sepanjang yang diperlukan.

Dinding penahan tanah merupakan salah satu konsep perkuatan tanah yang banyak digunakan dalam pekerjaan sipil. Dinding penahan tanah adalah struktur yang dibuat untuk menahan tekanan tanah lateral, tekanan akibat gerusan air dan untuk menjaga dan mempertahankan dua muka elevasi tanah yang berbeda. Untuk itu penggunaan dinding penahan tanah yang tepat diharapkan dapat menjadi alternatif mencegah bahaya longsor pada lereng di pangkal jembatan.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka diperoleh rumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana merencanakan dinding penahan tanah yang tepat dan aman untuk menahan bahaya longsor di daerah lereng oprit jembatan.

C. Batasan Masalah

Penelitian ini dibatasi dengan batasan masalah sebagai berikut :

1. Wilayah studi, data tanah dan kontur area.
2. Digunakan dinding penahan tipe kantilever.
3. Analisis yang digunakan yaitu analisis geoteknik, kontrol stabilitas terhadap daya dukung tanah, keamanan terhadap guling dan geser, dan perencanaan struktur beton bertulang untuk dinding penahan.
4. Tidak termasuk biaya konstruksi bangunan dinding penahan.

D. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah :

1. Merencanakan suatu desain dinding penahan tanah yang tepat di daerah tersebut.
2. Mengetahui hasil analisis bangunan tersebut terhadap keamanan bahaya guling, geser, dan daya dukung tanah.
3. Merencanakan struktur beton bertulang yang aman dan sesuai dengan dinding penahan tersebut.

E. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat antara lain :

1. Dapat menganalisis tekanan tanah lateral.
2. Dapat menganalisa keamanan dinding terhadap guling, geser dan daya dukung tanah.
3. Dapat merencanakan struktur dinding penahan tanah yang aman dan efektif.

4. Memberikan informasi dan bahan pertimbangan mengenai perencanaan dinding penahan sebagai pencegah bahaya longsor pada jembatan untuk kasus yang sama dan pada tempat yang berbeda.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Lereng dan Longsoran

Lereng adalah suatu permukaan tanah yang miring dan membentuk sudut tertentu terhadap suatu bidang horisontal. Pada tempat dimana terdapat dua permukaan tanah yang berbeda ketinggian, maka akan ada gaya-gaya yang mendorong sehingga tanah yang lebih tinggi kedudukannya cenderung bergerak ke arah bawah yang disebut dengan gaya potensial gravitasi yang menyebabkan terjadinya longsor (Tjokorda, dkk, 2010).

Kemiringan lereng merupakan ukuran kemiringan lahan relative terhadap bidang datar yang secara umum dinyatakan dalam persen atau derajat. Kecuraman lereng, panjang lereng, dan bentuk lereng semuanya akan mempengaruhi besarnya erosi dan aliran permukaan.

Wesley (1977) membagi lereng menjadi 3 macam ditinjau dari segi terbentuknya, yaitu :

- 1) Lereng alam, yaitu lereng yang terbentuk akibat kegiatan alam, seperti erosi, gerakan tektonik dan sebagainya.
- 2) Lereng yang dibuat manusia, akibat penggalian atau pemotongan pada tanah asli.

3) Lereng timbunan tanah, seperti urugan untuk jalan raya.

Longsoran lereng adalah pergerakan massa tanah batuan dalam arah tegak, mendatar atau miring dari kedudukan semula sebagai akibat ketidakmampuan lereng menahan gaya geser yang bekerja pada batas antara massa yang bergerak dan massa yang stabil (*Skempton and Hutchinson, 1969* dalam Wicaksono,2003).

Savarenski (1939) membagi kelongsoran kedalam 3 kelompok sebagai berikut :

1. Longsor Aseqvent, longsor yang terjadi pada tanah kohesif yang homogen dan bidang longsornya hampir mendekati lingkaran
2. Longsor Conseqvent, terjadi bilamana bergerak diatas bidang-bidang lapis atau sesar (joint)
3. Longsor Insiqvent, biasanya bergerak secara transversal terhadap lapisan dan umumnya memiliki ukuran yang luas serta bidang runtuhnya panjang menembus kedalam tanah.

B. Tekanan Tanah Lateral

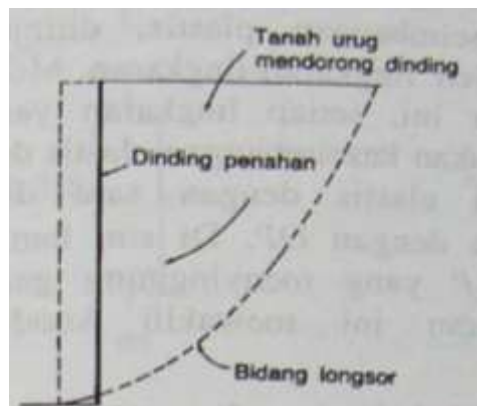
Untuk merencanakan bangunan penahan tanah sering didasarkan pada keadaan keruntuhan total tidak akan terjadi. Dalam perencanaan dinding penahan, biasanya dilakukan dengan cara menganalisis kondisi-kondisi yang akan terjadi pada keadaan runtuh, kemudian memberikan faktor keamanan yang cukup dari pertimbangan keadaan runtuh tersebut.

Analisis tekanan tanah lateral ditinjau pada kondisi keseimbangan plastis, yaitu saat massa tanah pada saat kondisi tepat saat akan runtuh. Kedudukan keseimbangan plastis ini hanya dapat dicapai bila terjadi deformasi yang cukup

pada massa tanahnya. Besar dan distribusi tekanan tanah adalah fungsi dari perubahan letak (*displacement*) dan regangan (*strain*). (Hardiyatmo, 2003)

1. Tekanan tanah aktif

Menurut Hardiyatmo (2003), tekanan tanah aktif adalah tekanan yang terjadi pada dinding penahan yang mengalami keluluhan atau bergerak ke arah luar dari tanah urugan di belakangnya, sehingga menyebabkan tanah urug akan bergerak longsor ke bawah dan menekan dinding penahannya (Gambar 1), sesedangkan nilai banding tekanan horisontal dan tekanan vertikal yang terjadi didefinisikan sebagai koefisien tekanan tanah aktif atau K_a . Nilai tekanan aktif lebih kecil dari nilai tekanan saat diam. Gerakan dinding tanah menjauhi tanah urug menghilangkan pertahanan di belakang dinding. Jadi tekanan tanah aktif adalah gaya yang cenderung mengurangi keseimbangan dinding penahan tanahnya.



Gambar 1. Tekanan Tanah Aktif (Sumber: Hardiyatmo:2003)

a. Gaya Aktif yang Bekerja pada Dinding Penahan Tanah Tak Kohesif

Perhitungan gaya aktif yang bekerja pada dinding penahan dapat dibuat dengan metode Rankie. Prosedur perhitungan metode Rankie untuk dinding

penahan tanah dengan urugan tanah di belakang dinding mempunyai permukaan yang rata ditunjukkan pada Gambar 2. Sedangkan untuk dinding penahan dengan kemiringan tertentu dengan urugan tanah di belakang dinding dengan kemiringan tertentu ditunjukkan pada Gambar 3.

$$P_a = K_a \gamma z \quad (1)$$

Dimana,

P_a = tekanan tanah aktif (kN/m)

K_a = koefisien aktif

γ = berat volume tanah (kN/m³)

z = kedalaman tanah dihitung dari puncak dinding penahan (m)

Harga K_a untuk tanah datar

$$K_a = \frac{1-\sin \phi}{1+\sin \phi} = \tan^2 \left(45 - \frac{\phi}{2} \right) \quad (2)$$

Dimana,

K_a = koefisien aktif

ϕ = sudut geser tanah (°)

Harga K_a untuk tanah miring

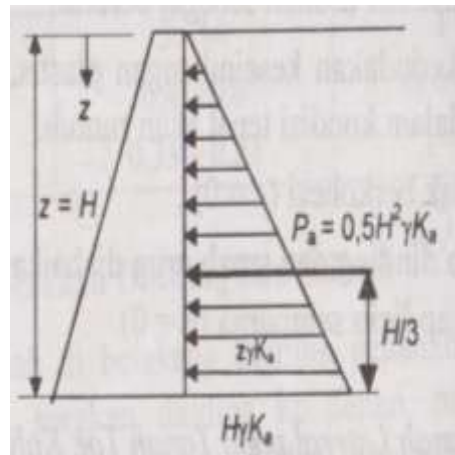
$$K_a = \cos^2 \beta \frac{\cos \beta - \sqrt{\cos^2 \beta - \cos^2 \phi}}{\cos \beta + \sqrt{\cos^2 \beta - \cos^2 \phi}} \quad (3)$$

Dimana,

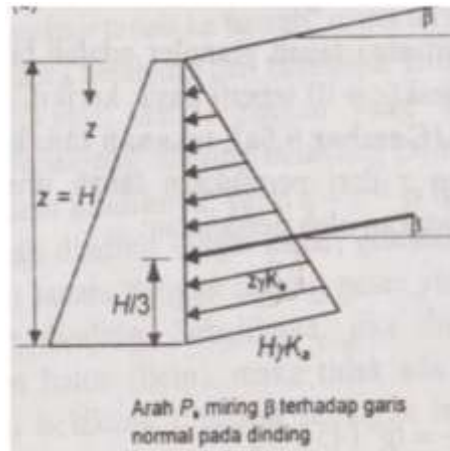
K_a = koefisien aktif

ϕ = sudut geser tanah (°)

β = kemiringan permukaan tanah urug (°)



Gambar 2. Metode Rankine Dinding Penahan Urugan Tanah Permukaan Rata
(Sumber: Hardiyatmo.2002)



Gambar 3. Metode Rankine Dinding Penahan Urugan Tanah Permukaan Miring
(Sumber:Hardiyatmo, 2002)

Keterangan Gambar 2 dan 3

β = kemiringan permukaan tanah urug ($^{\circ}$)

P_a = tekanan tanah aktif (kN/m)

K_a = koefisien aktif

γ = berat volume tanah (kN/m^3)

H = kedalaman tanah (m)

z = kedalaman tanah dihitung dari puncak dinding penahan (m)

b. Gaya Aktif yang Bekerja pada Dinding Penahan Tanah Kohesif

$$P_a = \gamma z K_a - 2c K_a \quad (4)$$

Dimana,

P_a = tekanan tanah aktif (kN/m)

γ = berat volume tanah (kN/m³)

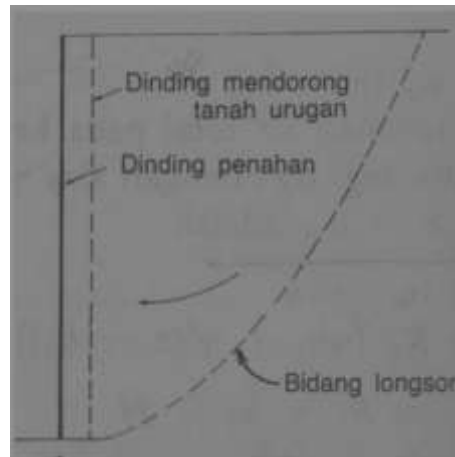
z = kedalaman tanah dihitung dari puncak dinding penahan (m)

K_a = koefisien aktif

c = kohesi (kN/m²)

2. Tekanan Tanah Pasif

Menurut Hardiyatmo (2003), tekanan pasif adalah tekanan tanah yang terjadi saat gaya mendorong dinding penahan tanah ke arah tanah urugannya (Gambar 4), sedangkan nilai banding tekan horisontal dan vertikal yang terjadi didefinisikan sebagai koefisien tekanan tanah pasif atau K_p . Nilai tekanan pasif lebih besar dari nilai tekanan saat diam dan nilai tekanan aktif. Tekanan tanah pasif menunjukkan nilai maksimum dari gaya yang dapat dikembangkan oleh tanah pada gerakan struktur penahan terhadap tanah urugannya, yaitu dimana tanah harus menahan gerakan dinding penahan tanah sebelum mengalami keruntuhan.



Gambar 4. Tekanan tanah pasif (sumber: Hardiyatmo,2003)

a. Gaya Pasif yang Bekerja pada Dinding Penahan Tanah Tak Kohesif

$$P_p = K_p \gamma z \quad (5)$$

Dimana,

P_p = tekanan tanah pasif (kN/m)

K_p = koefisien pasif

γ = berat volume tanah (kN/m³)

z = kedalaman tanah dihitung dari puncak dinding penahan (m)

Harga K_p untuk tanah datar

$$K_p = \frac{1 + \sin \phi}{1 - \sin \phi} = \tan^2 \left(45 - \frac{\phi}{2} \right) \quad (6)$$

Dimana,

K_p = koefisien pasif

ϕ = sudut geser tanah (°)

Harga K_p untuk tanah miring

$$K_p = \cos \beta \frac{\cos \beta + \sqrt{\cos^2 \beta - \cos^2 \phi}}{\cos \beta - \sqrt{\cos^2 \beta - \cos^2 \phi}} \quad (7)$$

Dimana,

K_p = koefisien pasif

ϕ = sudut geser tanah ($^{\circ}$)

β = kemiringan tanah urug ($^{\circ}$)

b. Gaya Pasif yang Bekerja pada Dinding Penahan Tanah Kohesif

$$P_p = \gamma z K_p - 2c\sqrt{K_p} \quad (8)$$

Dimana,

P_p = tekanan tanah pasif (kN/m)

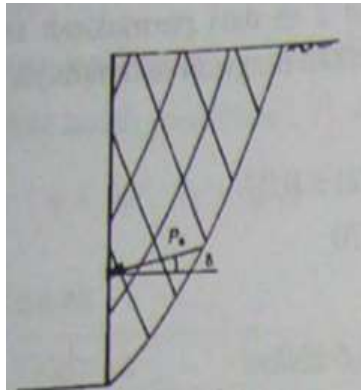
γ = berat volume tanah (kN/m³)

z = kedalaman tanah dihitung dari puncak dinding penahan (m)

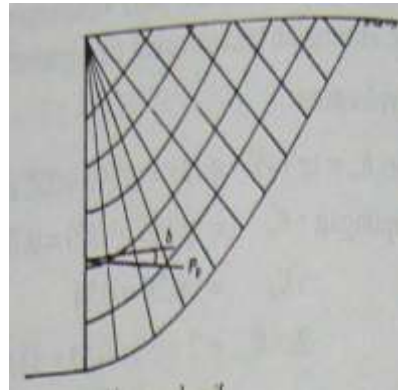
K_p = koefisien pasif

c = kohesi (kN/m²)

Teori tekanan tanah lateral cara Coloumb (1776) memperhatikan pengaruh gesekan antara tanah urug dengan dinding penahannya. Sudut gesek antara dinding dan tanah (δ) berpengaruh pada bentuk bidang longsor pada ujung kaki dinding penahan tanah, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5.a dan 5.b . akibat adanya gesekan antara dinding dan tanah, bentuk bidang longsor menjadi melengkung di dekat dasar kaki dinding, baik tekanan tanah aktif maupun pasif. (Hardiyatmo, 2003)



(a). Tekanan tanah aktif



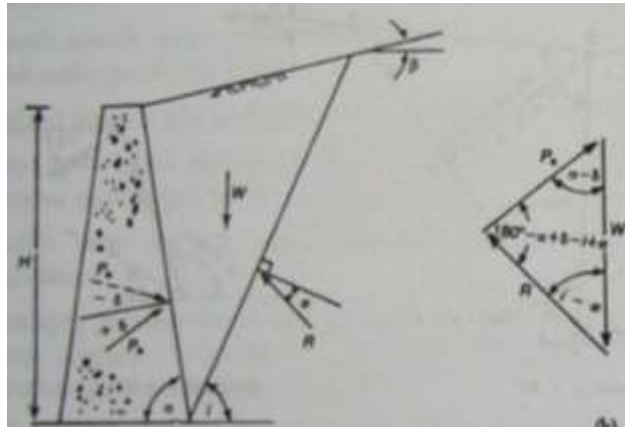
(b). Tekanan tanah pasif

Gambar 5. Lengkungan bidang longsor akibat gesekan tanah dan dinding.

Beberapa anggapan dalam analisis tekanan tanah cara coloumb (1776) adalah :

1. Tanah adalah beban yang isotropis dan homogen, yang mempunyai sudut gesek dan kohesi.
2. Bidang longsor dan permukaan tanah urug adalah bidang rata.
3. Gaya-gaya gesek didistribusikan secara sama di sepanjang bidang longsor dan dengan koefisien gesek $f = \text{tg } \varphi$
4. Tanah yang longsor (yang berbentuk baji) merupakan satu kesatuan.
5. Terdapat gesekan antara dinding penahan tanah dan tanah urug. Tanah yang longsor, bergerak di sepanjang sisi belakang dinding penahan mengembangkan gesekan.
6. Keruntuhan pada struktur penahan tanah dianggap sebagai masalah dua dimensi dengan memperhatikan panjang satuan dari dinding penahan yang panjangnya tak terhingga.

Gaya tekanan aktif total P_n dapat ditentukan dari polygon gaya pada Gambar 6.



Gambar 6. Kondisi saat longsor dan polygon tekanan aktif

Diperoleh bentuk persamaan umum :

$$P_a = \frac{\gamma H^2}{2} K_a \quad (9)$$

Dengan,

$$K_a = \frac{\sin^2(\alpha + \varphi)}{\sin^2 \alpha \sin(\alpha - \delta) \left(1 + \sqrt{\frac{\sin(\varphi + \delta) \sin(\varphi - \beta)}{\sin(\alpha - \delta) \sin(\alpha + \beta)}} \right)^2} \quad (10)$$

Dimana,

P_a = tekanan tanah aktif (kN/m)

γ = berat volume tanah (kN/m³)

H = kedalaman tanah dihitung dari puncak dinding penahan (m)

K_a = koefisien tanah aktif

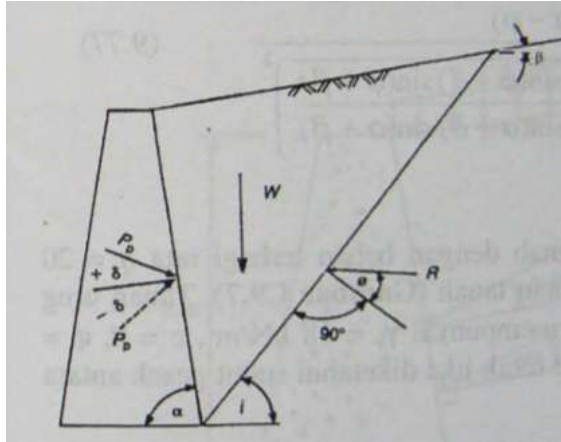
α = kemiringan dinding terhadap bidang vertikal

φ = sudut geser dalam dari tanah

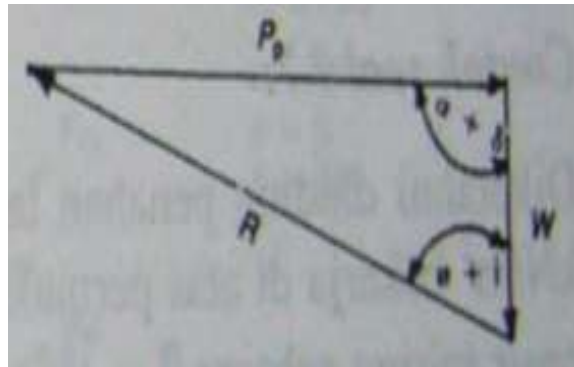
δ = sudut geser antara dinding dan tanah

β = kemiringan timbunan tanah terhadap bidang horisontal

Tekanan tanah pasif dapat pula ditentukan menurut Gambar 7 dan dari segitiga gaya Gambar 8.



Gambar 7. Gaya-gaya yang bekerja pada kondisi tekanan pasif.



Gambar 8. Poligon gaya untuk hitungan tekanan pasif.

Tekanan tanah pasif :

$$P_p = \frac{\gamma H^2}{2} K_p \quad (11)$$

Dengan,

$$K_p = \frac{\sin^2(\alpha - \varphi)}{\sin^2 \alpha \sin(\alpha + \delta) \left(1 - \frac{\sin(\varphi + \delta) \sin(\varphi + \beta)}{\sin(\alpha + \delta) \sin(\alpha + \beta)} \right)^2} \quad (12)$$

Dimana,

- P_a = tekanan tanah pasif (kN/m)
 γ = berat volume tanah (kN/m³)
 H = kedalaman tanah dihitung dari puncak dinding penahan (m)
 K_p = koefisien tanah pasif
 α = kemiringan dinding terhadap bidang vertikal
 ϕ = sudut geser dalam dari tanah
 δ = sudut geser antara dinding dan tanah
 β = kemiringan timbunan tanah terhadap bidang horisontal

3. Pengaruh Beban di atas Tanah Urug

Menurut Hardiyatmo (2002) beban yang ditumpukan pada tanah urug, akan berbeda pengaruhnya pada tanah, pengaruh beban tersebut akan sesuai dengan bentuk beban itu sendiri. Pengaruh beban di atas tanah urugan dibagi menjadi empat macam yaitu beban terbagi rata seperti pada Gambar 9, beban titik, beban garis, beban terbagi rata memanjang.

Beban terbagi rata dirinci sebagai berikut :

$$P_a = h_s \gamma K_a \quad (13)$$

Dimana,

P_a = tekanan tanah pasif (kN/m)

h_s = kedalaman (m)

γ = berat volume tanah (kN/m³)

K_a = koefisien aktif

q = beban terbagi rata (kN/m²)

Akibat beban terbagi rata, menyebabkan adanya tambahan gaya tekanan tanah aktif (P_a') sebesar:

$$P_a' = q K_a H \quad (14)$$

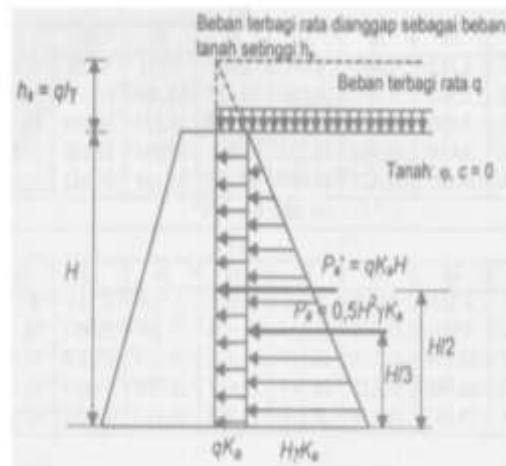
Dimana,

q = beban terbagi merata (kN/m^2)

H = tinggi dinding penahan (m)

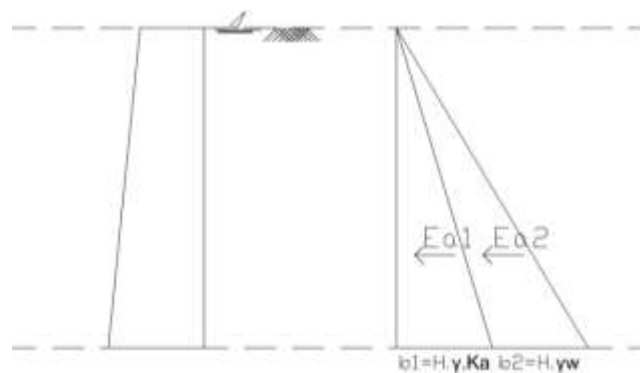
K_a = koefisien tekanan tanah aktif

γ = berat volume tanah (kN/m^3)



Gambar 9. Diagram tekanan tanah aktif akibat beban terbagi rata q

4. Tekanan Tanah Lateral Akibat pengaruh muka air tanah



Gambar 10. Diagram tekanan tanah akibat pengaruh muka air

Apabila $MAT = MT$

Tekanan tanah aktif yang bekerja pada dinding penahan tanah :

$$a. E_{a1} = \frac{1}{2} H^2 \gamma' K_a \quad (15)$$

Dimana :

γ' = Berat volume tanah terendam

$B_1 = H \gamma' K_a$ (garis kerja gaya $1/3H$)

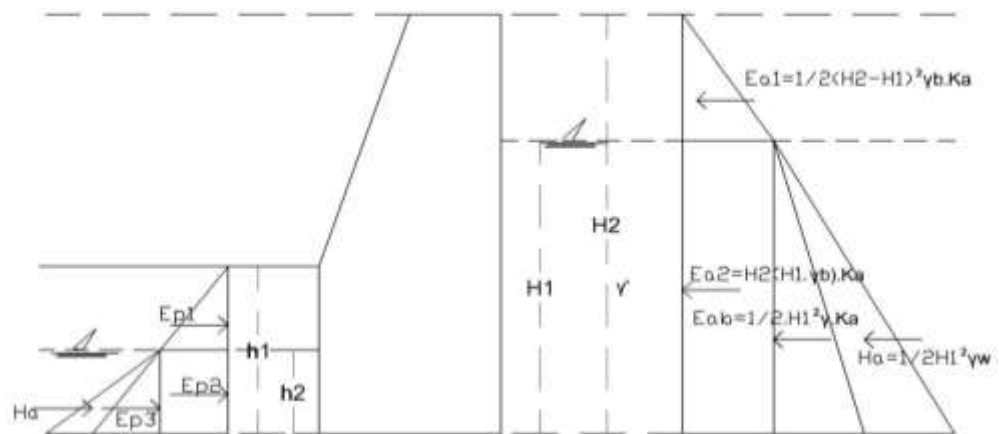
$$b. E_{a2} = \frac{1}{2} H^2 \gamma_w \quad (16)$$

Dimana :

γ_w = Berat volume air

$B_1 = H^2 \gamma_w$ (garis kerja gaya $1/3H$)

5. Dinding Penahan Tanah dengan Muka Air Tanah Tidak sama Tinggi



Gambar 11. Diagram tekanan tanah akibat muka air tanah tidak sama tinggi

- Tekanan tanah aktif yang bekerja :

E_{a1} = Akibat tekanan tanah di atas MAT

E_{a2} = Akibat beban terbagi merata (tanah di atas MAT)

E_{a3} = akibat tekanan tanah di bawah MAT

H_a = Tekanan hidrostatik yang mendorong dinding penahan tanah

- Tekanan tanah pasif

E_{p1} = Akibat tekanan tanah di atas MAT

E_{p2} = Akibat beban terbagi rata (tanah di atas MAT)

E_{p3} = Akibat tekanan tanah di bawah MAT

H_p = Tekanan hidrostatik yang menahan dinding penahan tanah

C. Dinding Penahan Tanah

Dinding penahan tanah adalah struktur bangunan yang digunakan untuk menahan tanah atau memberikan kestabilan pada tanah untuk mencegah keruntuhan tanah yang miring atau lereng yang kemampuan tidak dapat dijamin oleh tanah itu sendiri.

Bangunan dinding penahan tanah digunakan untuk menahan tekanan tanah lateral yang ditimbulkan oleh tanah urug atau tanah asli yang labil. Bangunan ini lebih banyak digunakan pada proyek-proyek: irigasi, jalan raya, pelabuhan, dan lain-lainnya. Elemen-elemen pondasi, seperti bangunan ruang bawah tanah (*basement*), pangkal jembatan (*abutment*), selain berfungsi sebagai bagian bawah dari struktur, berfungsi juga sebagai penahan tanah sekitarnya. (Hardiyatmo,2002)

Sebagian besar bentuk dinding penahan tanah adalah tegak (vertikal) atau hampir tegak kecuali pada keadaan tertentu yang dinding penahan tanah dibuat condong ke arah urugan.

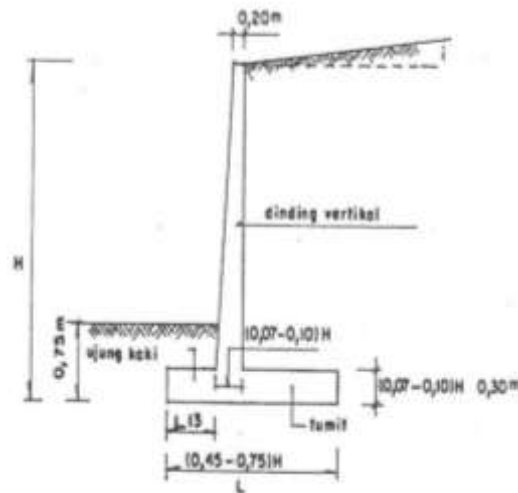
1. Jenis – Jenis Dinding Penahan Tanah

- a. Dinding Penahan Tanah Kantilever

Dinding penahan tanah 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 diatas tumit tapak (*hell*). Terdapat tiga bagian struktur yang berfungsi sebagai kantilever, yaitu bagian dinding vertikal (*steem*), tumit tapak dan ujung kaki tapak (*toe*). Biasanya ketinggiannya tidak lebih dari 6-7 meter. Karena dinding penahan ini relatif ekonomis dan juga relatif mudah dilaksanakan, maka jenis ini juga dipakai dalam jangkauan yang luas.

- Dimensi Dinding Kantilever

Pada waktu perancangan struktur beton bertulang, diperlukan dimensi pendahuluan dari masing-masing bagian dinding penahan. Dimensi atau ukuran ini hanya dipakai sebagai arah pada permulaan perhitungan. Ukuran yang lebih besar atau lebih kecil dari ukuran pendahuluan dapat dipergunakan asal memenuhi persyaratan stabilitas, kekuatan, dan kelayakan menurut ketentuan yang sudah ditetapkan. Didasarkan pada pengalaman perencanaan yang pernah dilakukan, dimensi sementara dinding penahan tanah sistem kantilever ditunjukkan pada Gambar 12.



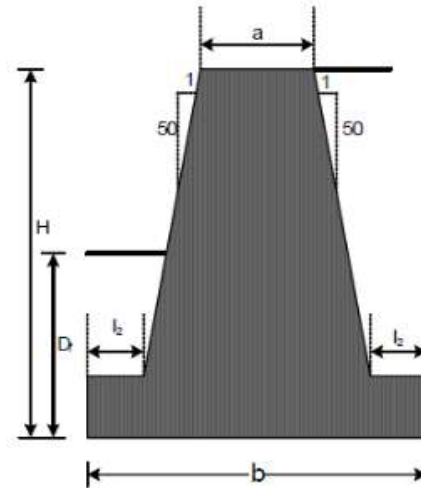
Gambar 12. Ukuran sementara dinding kantilever.

Bagian tapak dinding harus dibuat sedemikian tebal, sehingga kuat menahan gaya geser berfaktor. Pada umumnya lebar bagian tapak dapat diambil sebesar (0,45 s/d 0,75) H, dimana H adalah tinggi dinding penahan yang dihitung dari dasar tapak ke ujung atas dinding vertikal. Besarnya lebar tapak dasar tergantung pada beban yang bekerja di belakang dinding (Gambar 12). Lebar tapak L, terdiri dari lebar ujung kaki dan tumit. Lebar ujung kaki L1, dapat diambil tidak lebih dari sepertiga lebar tapak ($L1 \leq 1/3L$). Besarnya lebar tumit L2 dapat dihitung dari nilai $(L - L1)$. Ketebalan dinding vertikal pada pangkal bawah biasanya dibuat sama dengan tebal tapak, sedang ketebalan minimal ujung atas dinding diambil 20 cm.

b. Dinding Gravitasi (*gravity wall*)

Dinding gravitasi umumnya terbuat dari beton polos atau dari batu belah. Kekuatan dinding gravitasi sepenuhnya tergantung dari berat sendiri dinding

ini. Pada umumnya dinding gravitasi berbentuk trapesium. Dimensi dinding direncanakan sedemikian rupa sehingga tidak menimbulkan tegangan tarik akibat gaya yang bekerja pada dinding. Untuk itu dalam perencanaan perlu diperhatikan hal-hal sebagai berikut :



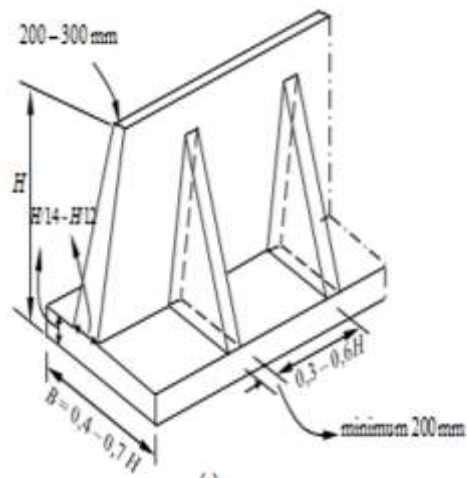
Gambar 13. Dimensi tembok penahan tipe gravitasi
(sumber: Suryolelono,2004)

Pada umumnya lebar plat lantai B diambil $0,5 - 0,7 H$, lebar bagian puncak diambil lebih dari $0,3 - H/12$. Tebal kaki dan tumit adalah $H/8$ sampai $H/6$ dan lebar kaki dan tumit $(0,5 - 1)d$, d adalah tebal kaki.

c. Dinding kantilever dengan rusuk

Dinding kantilever dengan rusuk (*counterfort retaining walls*) adalah dinding penahan untuk tinggi timbunan tanah diatas 6 meter. Yang mengakibatkan momen yang cukup besar pada bagian dasar dari dinding vertikal sehingga desain menjadi tidak ekonomis. Salah satu solusi untuk mengatasinya adalah dengan menambahkan rusuk pada bagian belakang

dinding vertikal yang berfungsi mengikat bagian dinding vertikal dengan bagian telapak dari dinding.



Gambar 14. Dimensi tembok penahan tipe kantilever dengan rusuk
(sumber: Suryolelono,2004)

2. Stabilitas Dinding Penahan

Besaran tekanan lateral menjadi salah satu faktor utama yang diperhitungkan untuk merencanakan dinding penahan tanah. Tekanan tanah lateral yang terjadi dapat menyebabkan terjadinya geser dan guling. Selain itu hal penting yang harus diperhatikan adalah bentuk struktur dan pelaksanaan konstruksi di lapangan. Oleh karena itu, kestabilan dinding penahan tanah yang harus diperhitungkan antara lain kestabilan tanah terhadap bahaya guling, bahaya geser, serta kapasitas daya dukung. Sehingga konstruksi dinding penahan menjadi aman dan tidak terjadi keruntuhan.

a. Stabilitas Terhadap Guling

Menurut Hardiyatmo (2002), stabilitas terhadap guling merupakan stabilitas yang ditinjau berdasarkan kondisi tanah yang terguling yang diakibatkan

oleh tekanan tanah lateral dari tanah urug di belakang dinding penahan tanah. Penyebab utama bahaya guling ini adalah akibat terjadinya momen, momen ini cenderung menggulingkan dinding dengan pusat rotasi pada ujung kaki depan pelat pondasi. Gaya yang menahan guling adalah momen gaya yang ditimbulkan karena adanya berat sendiri dinding penahan serta momen akibat berat tanah yang ada di atas pelat pondasi.

Dalam perhitungan stabilitas, tahanan tanah pasif yang berada di depan kaki dinding depan akan diabaikan, karena faktor-faktor seperti pengaruh erosi, iklim, dan retakan akibat tegangan-tegangan tarik tanah dasar yang kohesif tidak dipertimbangkan dalam perhitungan ini.

b. Stabilitas Terhadap Geser

Menurut Hardiyatmo (2002), stabilitas terhadap geser yaitu perbandingan gaya-gaya yang menahan dan mendorong dinding penahan tanah. Gaya-gaya yang menahan geser adalah gesekan antara tanah dengan dasar pondasi serta tekanan tanah pasif di depan dinding penahan tanah akibat tanah timbunan.

c. Stabilitas Terhadap Kapasitas Daya Dukung

Menurut Hardiyatmo (2002), persamaan kapasitas daya dukung untuk menghitung stabilitas dinding penahan tanah antara lain adalah menggunakan kapasitas dukung Terzaghi, Meyerhof, dan Hansen.

Menurut Hardiyatmo (2002), persamaan Terzaghi hanya berlaku untuk pondasi yang dibebani secara vertikal dan sentris. Kapasitas dukung ultimit (q_u) untuk pondasi memanjang didefinisikan sebagai berikut:

$$q_u = c N_c + D_f \gamma N_q + 0,5 B_\gamma N_\gamma \quad (17)$$

Dimana :

c = kohesi tanah (kN/m^2)

D_f = kedalaman pondasi (m)

γ = berat volume tanah (kN/m^3)

B = lebar kaki dinding penahan (m)

N_c , N_q , dan N_γ = faktor-faktor kapasitas dukung Terzaghi

Tabel 1. Nilai faktor daya dukung terzaghi

Φ	N_c	N_q	N_γ	N_c'	N_q'	N_γ'
0	5,7	1,0	0,0	5,7	1	0
5	7,3	1,6	0,5	6,7	1,4	0,2
10	9,6	2,7	1,2	8	1,9	0,5
15	12,9	4,4	2,5	9,7	2,7	0,9
20	17,7	7,4	5,0	11,8	3,9	1,7
25	25,1	12,7	9,7	14,8	5,6	3,2
30	37,2	22,5	19,7	19	8,3	5,7
34	52,6	36,5	35,0	23,7	11,7	9
35	57,8	41,4	42,4	25,2	12,6	10,1
40	95,7	81,3	100,4	34,9	20,5	18,8
45	172,3	173,3	297,5	51,2	35,1	37,7
48	258,3	287,9	780,1	66,8	50,5	60,4
50	347,6	415,1	1153,2	81,3	65,6	87,1

Hardiyatmo menambahkan persamaan Hansen dan Vesic, kapasitas daya dukung ultimit digunakan untuk menghitung beban miring dan eksentris.

Persamaan Hansen dan Vesic didefinisikan sebagai berikut:

$$q_u = d_c i_c c N_c + d_q i_q D_{f\gamma} N_q + d_\gamma i_\gamma 0,5 B_\gamma N_\gamma \quad (18)$$

dimana:

- d_c, d_q, d_γ = faktor kedalaman
 i_c, i_q, i_γ = faktor kemiringan beban
 B = lebar kaki dinding penahan (m)
 e = eksentrisitas beban (m)
 γ = berat volume tanah (kN/m^3)
 N_c, N_q, N_γ = faktor-faktor kapasitas dukung Hansen dan Vesic

Faktor keamanan minimum untuk keruntuhan kapasitas daya dukung didefinisikan sebagai berikut:

$$F = \frac{q_u}{q} \geq 3 \quad (19)$$

Dimana :

- q = tekanan akibat beban struktur
 q_u = tekanan tanah ultimit

D. Perencanaan Struktur Beton Bertulang

Elemen struktur beton bertulang terdiri dari pelat lantai, balok, kolom, rangka, dinding, pondasi. Keuntungan menggunakan struktur beton yaitu memiliki kuat tekan yang tinggi, lebih tahan terhadap api, membentuk struktur yang sangat kaku, dapat dicetak dalam berbagai bentuk, biaya perawatan yang lebih rendah. Beban yang bekerja pada struktur beton bertulang ialah beban mati, beban hidup, beban angin dan beban gempa.

Kuat tarik lentur beton dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$f_r = \frac{Pl}{bd^2} \quad (20)$$

dengan f_r = kuat tarik lentur

P = beban pada saat runtuh

l = panjang bentang

b = lebar balok

d = tinggi balok

Rumus modulus elastisitas beton :

$$E_c = 0,043 \cdot w^{1,5} \sqrt{f'_c}$$

Dengan w adalah berat jenis beton yang berkisar antara 1500 – 2500 kg/m³. Untuk beton normal, pada umumnya nilai modulus elastisitas dapat diambil sebagai berikut :

$$E_c = 4700 \sqrt{f'_c} \tag{21}$$

1. Dasar Analisis dan Disain

- Metode elastis

Metode elastis masih banyak dipakai dalam perencanaan struktur. Metode ini didasarkan pemikiran bahwa tegangan yang terjadi dalam penampang tidak melampaui tegangan izin bahan. Tegangan izin diperoleh dari tegangan leleh dibagi dengan faktor keamanan.

- Metode ultimit

Analisis ultimit pada struktur didasarkan pada beban tertentu yang menyebabkan struktur mengalami mekanisme keruntuhan. Perbandingan beban runtuh dengan beban kerja disebut faktor keamanan.

Struktur beton harus direncanakan untuk memikul beban cadangan (yang mungkin terjadi) yang lebih besar dari beban kerja. Untuk pelampuan beban diberi dengan faktor keamanan :

$$U = 1,4D$$

$$U = 1,2D + 1,6L + 0,5(L_r \text{ atau } R)$$

$$U = 1,2D + 1,0W + 1,0L + 0,5(L_r \text{ atau } R)$$

$$U = 1,2D + 1,0E + 1,0L$$

$$U = 0,9D + 1,0W$$

$$U = 0,9D + 1,0E$$

Dimana,

U = kuat perlu

D = beban mati

L = beban hidup

L_r = beban atap

R = beban hujan

E = beban gempa

W = beban angin

Untuk pengurangan kekuatan (2) diatasi dengan faktor reduksi ϕ yang tergantung dengan gaya dalam yang bekerja.

$$\phi M_n \geq M_u \quad (22)$$

Dimana,

M_n = momen nominal

Mu = momen ultimit

Dalam SNI 2847 2013 nilai ϕ ditentukan berdasarkan regangan tarik pada serat terluar ϵ_t .

Untuk $\epsilon_t = 0,002$ maka $\phi = 0,65$ (sengkang)

Untuk $\epsilon_t = 0,005$ maka $\phi = 0,90$ (sengkang)

Untuk ϵ_t diantaranya digunakan interpolasi pada Halaman 67 SNI 2847 2013.

Analisis penampang struktur beton bertulang akibat lentur digunakan beberapa asumsi sebagai berikut :

1. Adanya pembatasan regangan beton, SNI menyatakan regangan batas $\epsilon_{cu} = 0,003$.
2. Hubungan tegangan regangan beton diketahui.
3. Bidang regangan datar tetap datar sebelum dan sesudah lentur
4. Tegangan tarik pada beton diabaikan.
5. Baja tulangan melekat sempurna dengan beton sekelilingnya.
6. Hubungan tegangan regangan baja diketahui.
7. Sistem harus mencapai kesetimbangan statik.

Untuk mempermudah perhitungan maka dipakai diagram tegangan persegi ekuivalen dari Whitney resultan gaya tekan pada beton :

$$C = 0,85 f'c.b.a \quad (23)$$

Resultan gaya tarik pada tulangan :

$$T = A_s.f_y \text{ (tulangan dianggap leleh)} \quad (24)$$

Keseimbangan statik : $C = T$

$$0,85 f'c \cdot b \cdot a = A_s \cdot f_y$$

$$a = \frac{A_s \cdot f_y}{0,85 \cdot f'c \cdot b} \quad (25)$$

$$x = \frac{\alpha}{\beta} \quad (26)$$

nilai $\beta = 0,85$ untuk $f'c \leq 28$ MPa

untuk $28 \text{ MPa} < f'c < 56 \text{ MPa}$ maka $\beta = 0,85 - 0,05 \frac{f'c - 28}{7} \geq 0,65$

untuk $f'c > 56 \text{ MPa}$ maka $\beta = 0,65$

Dari nilai x dapat dihitung regangan yang terjadi pada tulangan tarik terluar, ϵ_t

$$\epsilon_t = 0,003 \frac{d_t - x}{x} \quad (27)$$

$$\epsilon_y = \frac{f_y}{E_s} \text{ (Hukum Hook)} \quad (28)$$

2. Perencanaan Penampang Persegi Terhadap Lentur dan Tulangan Tarik

Dalam perencanaan penampang persegi dengan tulangan tarik, permasalahan yang timbul adalah bagaimana menentukan b, d , dan A_s untuk harga

$\phi M_n \geq M_u$, atau $M_n = \frac{M_u}{\phi}$ dengan sifat bahan $f'c$ dan f_y yang diketahui

$$C = 0,85 \cdot f'c \cdot b \cdot a$$

$$T = A_s \cdot f_y \rightarrow \rho = \frac{A_s}{bd}$$

$$T = \rho \cdot b \cdot d \cdot f_y$$

$$C = T$$

$$0,85 \cdot f'c \cdot b \cdot a = \rho \cdot b \cdot d \cdot f_y$$

$$a = \rho \left(\frac{f_y}{0,85 \cdot f'_c} \right) d \quad (29)$$

$$\begin{aligned} M_n &= T \left(d - \frac{a}{2} \right) \\ &= \rho \cdot b \cdot d \cdot f_y \left[d - \frac{\rho}{2} \left(\frac{f_y}{0,85 \cdot f'_c} \right) d \right] \end{aligned}$$

$$M_n = \rho \cdot b \cdot d^2 \cdot f_y \left[1 - \frac{\rho}{2} \left(\frac{f_y}{0,85 \cdot f'_c} \right) \right] \quad (30)$$

$$\text{Diambil } m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f'_c} \quad (31)$$

Dengan membagi M_n dengan bd^2 maka diperoleh nilai koefisien (R_n)

$$R_n = \frac{M_n}{bd^2} = \rho \cdot f_y \left(1 - \frac{\rho}{2} m \right) \quad (32)$$

$$R_n = \rho \cdot f_y \left(1 - \frac{\rho}{2} m \right)$$

$$R_n = \rho \cdot f_y - \frac{1}{2} \rho^2 f_y m$$

$$\rho^2 f_y m - 2 \rho f_y + R_n = 0$$

$$\rho^2 \frac{2}{m} \rho + \frac{2R_n}{f_y m} = 0$$

$$\rho_{1,2} = \frac{\frac{2}{m} \pm \sqrt{\frac{4}{m^2} - \frac{8R_n}{f_y m}}}{2}$$

$$\rho_{1,2} = \frac{\frac{2}{m} \pm \frac{2}{m} \sqrt{1 - \frac{2R_n m}{f_y}}}{2}$$

$$= \frac{1}{m} \left(1 \pm \sqrt{1 - \frac{2R_n m}{f_y}} \right)$$

Agar ρ tidak melebihi ρ_{max} , maka

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2R_n m}{f_y}} \right) \quad (33)$$

3. Perencanaan Penampang Persegi Terhadap Lentur dengan Penulangan Tarik dan Tekan (Rangkap)

Fungsi tulangan tekan adalah untuk mengurangi lendutan jangka panjang akibat rangkai (*creep*) dan susut (*shrinkage*), untuk memperbesar momen pikul dari penampang $\rho > \rho_{max}$.

$$T = C_c + C_s$$

$$M_n = C_c \left(x - \frac{x}{2} \right) + C_s (x - x')$$

Supaya tulangan tarik meleleh maka dalam perencanaan tulangan rangkai harga $x \leq 0,75 \leq X_b$.

Dimana,

$$X_b = \frac{0,003 f_y}{0,003 f_y + f_c} \beta_1 \quad (34)$$

4. Perencanaan Tulangan Geser

$$\text{untuk sengkang, } V_s = \frac{V_u - \phi V_c}{\phi} \quad (35)$$

$$\text{untuk tulangan miring, } V_s = \frac{V_u - \phi V_c (\cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha)}{\phi} \quad (36)$$

$$V_s \text{ maks} = \frac{2}{3} \sqrt{f_c'} b_w d \quad (37)$$

Apabila $V_s > V_s \text{ maks}$ maka penampang harus diperbesar.

Persyaratan tulangan geser yaitu :

- Spasi sengkang $\leq 1/2 d \rightarrow s \text{ maks} = \frac{3 \phi V_c}{V_u}$
- Untuk $V_u > 1/2 \phi V_c$ maka harus dipasang tulangan geser minimum.
- Untuk V_s melebihi $1/3 \sqrt{f_c'} b_w d$ maka spasi sengkang $\leq 1/4 d$

5. Penulangan Lentur Pelat

Penulangan lentur pelat dapat dilakukan apabila sudah ditetapkan tebal pelat (h), mutu beton ($f'c$), mutu baja (f_y) dan momen rencana (M_R). prosedur hitungan dapat disusun seperti langkah-langkah berikut :

- a. Menentukan tinggi efektif (d) dari tebal pelat yang sudah ditentukan.
- b. Menentukan lebar tinjauan pelat (b), biasanya ditinjau tiap satu meter lebar.
- c. Menghitung harga Mu/bd^2 dalam satuan kN/m^2 , dimana harga $Mu=M_R/\phi$.
- d. Membaca rasio tulangan (ρ) berdasarkan mutu beton ($f'c$), mutu baja (f_y) dan harga Mu/bd^2 .
- e. Menghitung A_s dengan $A_s = \rho b d 10^6 \text{ mm}^2$ bila b dan d dalam mm atau $A_s = b d 10^4 \text{ cm}^2$ bila b dan d dalam m.
- f. Periksa apakah $\rho_{min} < \rho < \rho_{maks}$.
- g. Pilih tulangan dan jarak antar tulangan berdasarkan persyaratan jarak antar tulangan dan selimut beton.

6. Penggambaran Penulangan Pelat

Gambar tulangan harus jelas dan tidak meragukan. Pada denah umumnya batang-batang tulangan digambar dari atas kebawah. Bila gambar “dibaca” dari atas ke bawah maka yang pertama ditemukan adalah tulangan atas dan dibawahnya adalah tulangan bawah. Apabila dipakai batang yang dibengkokkan, urutannya dari atas ke bawah sebagai batang lurus dari jaringan

bagian atas, kemudian batang yang dibengkokkan selanjutnya batang lurus dari jaringan bawah.

Bila ada beberapa batang yang sama serta jarak ke pusat ke pusatnya juga sama besar, maka hanya satu batang yang akan digambar. Diatas batang tulangan ditulis keterangan diameter batang dan jarak antar pusat tulangan.

Jarak antar tulangan harus cukup lebar agar butir agregat dapat melalui rongga anyaman, tetapi tidak boleh sedemikian lebar sehingga distribusi gaya-gaya pada tulangan terganggu.

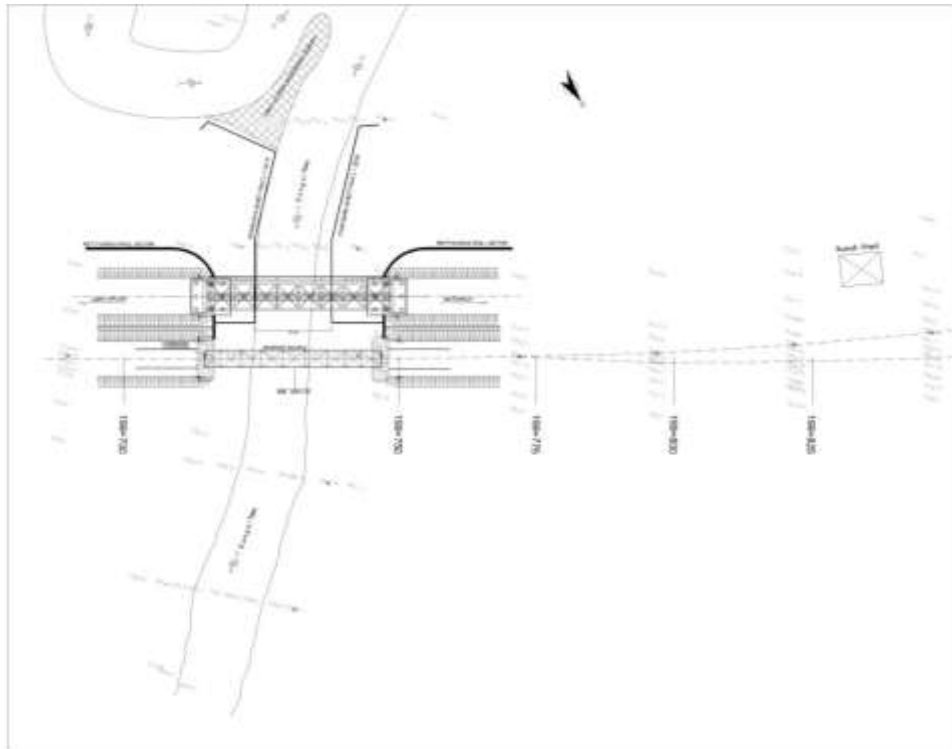
Disarankan tidak memakai baja tulangan polos lebih kecil dari Ø8, baik untuk tulangan utama maupun untuk tulangan pembagi bagian jaringan atas agar mencapai jaringan penulangan yang cukup kaku.

Untuk pertimbangan ekonomis ada beberapa peraturan praktis yang dapat diikuti untuk penulangan pelat (Kusuma, 1993) :

- a. Batasi ukuran batang yang berdiameter berbeda-beda.
- b. Sedapat mungkin gunakan diameter berikut 6,8,10,12,14,16,19 dan 20 mm.
- c. Gunakan batang sedikit mungkin, yaitu gunakan jarak tulangan semaksimal mungkin sesuai yang diijinkan.
- d. Perhitungan panjang batang yang umum digunakan. Gunakan mutu baja yang umum. Panjang batang dipasaran adalah 6, 9, dan 12 m. Dengan demikian potongan baja yang terbuang percuma.
- e. Pertahankan bentuk batang yang sederhana mungkin, agar dapat menghindari pekerjaan pembengkokkan baja yang sukar.

III. METODOLOGI PENELITIAN

A. Wilayah Penelitian



Gambar 15. Wilayah Penelitian

B. Data yang Digunakan

Teknik pengumpulan data pada penelitian ini hanya menggunakan data sekunder yang diperoleh dari instansi-instansi terkait penelitian ini. Adapun data sekunder yang digunakan ialah sebagai berikut :

1. Data properties tanah
2. Data beban
3. Data *shop drawing*

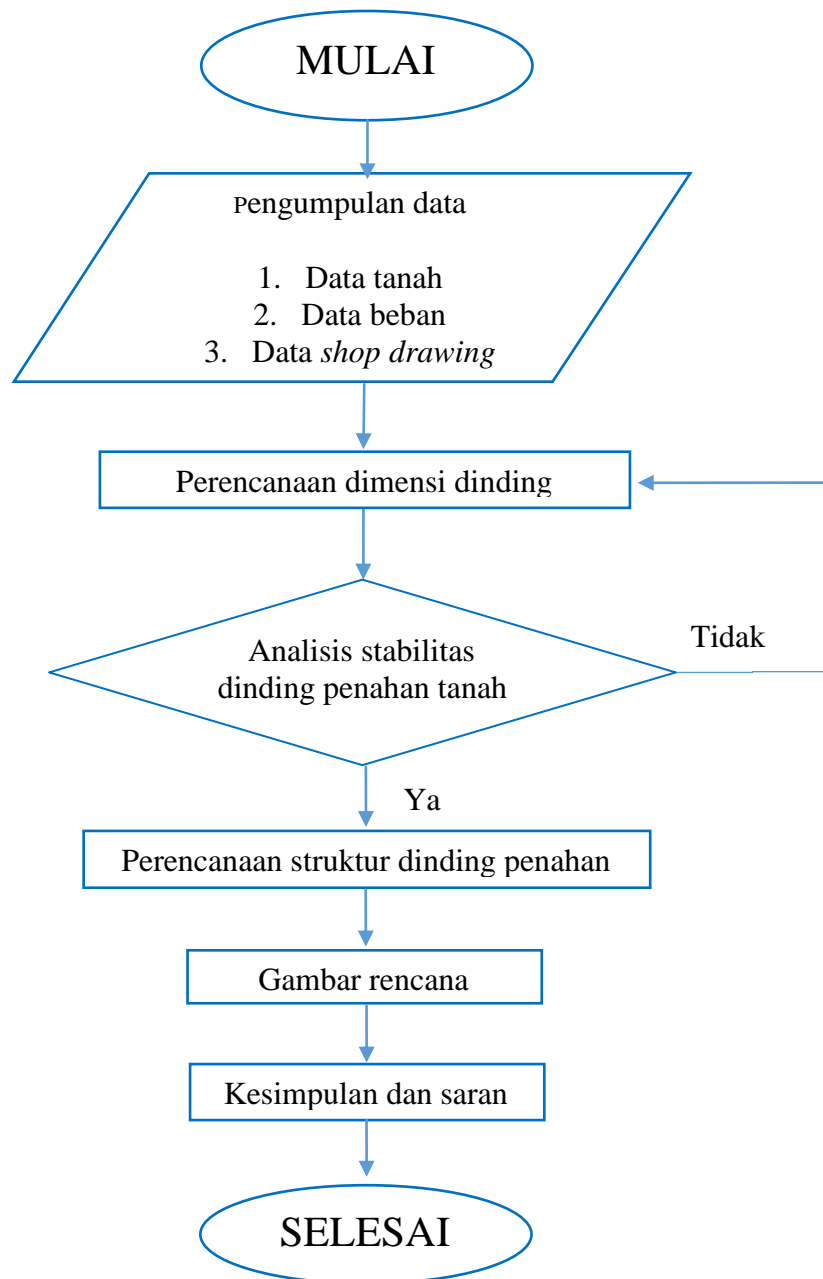
C. Analisis Data

Analisis yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Melakukan perencanaan dimensi dinding penahan tanah.
2. Melakukan perhitungan kestabilan dinding penahan tanah.
3. Menghitung *safety factor* terhadap guling, geser dan daya dukung.
4. Perhitungan struktur penulangan dinding penahan tanah.
5. Menggambar hasil penulangan.

D. Bagan Alir Penelitian

Untuk menyederhanakan kegiatan penelitian, maka dibentuk suatu bagan alir penelitian sebagai berikut :



Gambar 16. Bagan Alir Penelitian

V. PENUTUP

A. Kesimpulan

Dari hasil analisa dan perhitungan yang dilakukan pada bab sebelumnya, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Perkiraan dimensi awal untuk dinding penahan tanah adalah tinggi 5,0 m dengan lebar atas 0,3 m, lebar kaki 2,4 m, serta tinggi kaki 0,5 m.
2. Berdasarkan perhitungan keamanan dinding penahan tanah didapatkan nilai keamanan yang melebihi syarat minimum faktor keamanan baik dari bahaya guling, geser dan daya dukung tanah. Sehingga dimensi dinding penahan tanah yang direncanakan dinyatakan aman dan mampu untuk menahan tanah urugan pada oprit jembatan dari kelongsoran.
3. Dari hasil perhitungan struktur penulangan dinding penahan tanah disimpulkan untuk menahan momen yang terjadi pada bagian dinding vertikal dipakai tulangan utama D22-50mm, tulangan geser D13-250mm dan tulangan bagi D13-250mm. Lalu pada bagian kaki dinding dipakai tulangan utama D19-200mm, tulangan geser D13-250mm dan tulangan bagi D13-250mm untuk menahan momen yang terjadi pada bagian kaki dinding tersebut.

B. Saran

Berdasarkan pengolahan data dan kesimpulan yang telah dijelaskan, maka penulis menyarankan beberapa hal sebagai berikut :

1. Perlu dilakukan analisis lebih lanjut mengenai metode pelaksanaan di lapangan dan analisa perhitungan biaya sehingga upaya penanganan longsor pada oprit jembatan dapat terlaksana.
2. Perlunya studi lanjutan untuk perlindungan oprit jembatan dari bahaya longsor dengan alternatif nonstruktural yang mungkin lebih ekonomis.

DAFTAR PUSTAKA

- Barokah, P.R., 2017, *Perencanaan Konstruksi Pelindung Tebing Sungai sebagai Upaya Penanganan Longsor Akibat Banjir di Belokan Sungai*, Skripsi Universitas Lampung, Lampung.
- Das, B.M., 1995, *Mekanika Tanah (Prinsip – Prinsip Rekayasa Geoteknis*, Jakarta, Erlangga.
- Hardiyatmo, H.C., 2002, *Teknik Pondasi I*, Edisi Kedua, Yogyakarta: Beta Offset.
- Hardiyatmo, H.C., 2003, *Mekanika Tanah II*. Edisi Ketiga. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Saputra, S.A., 2017, *Analisis Stabilitas Lereng dengan Perkuatan Dinding Penahan Tanah Kantilever dan Geotekstil pada Ruas jalan Lintas Liwa-Simpang Gunung Kemala KM. 268+550*, Skripsi Universitas Lampung, Lampung.
- Wanizar, T., 2016, *Pembangunan Jembatan BH.370 KM. 199+731 Bentang 30 m Antara Martapura – Gilas*, PT. Rama Sumber Teknik, Lampung.
- Winanda, R.A., 2017, *Perencanaan Dinding Penahan Tanah Concrete Cantilever dengan Menggunakan Program Plaxis (Studi Kasus: Jalan Liwa – Simpang Gunung Kemala Krui KM.254+600)*, Skripsi Universitas Lampung, Lampung.