

**EVALUASI PERHITUNGAN RETAINING WALL
SEBAGAI STRUKTUR PENAHAN TANAH
BASEMENT APARTEMENT SKY VIEW
SETIA BUDI**

SKRIPSI

JEREMIA HADIBROTO P

13.811.0018



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2018**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 11/26/19

Access From (repository.uma.ac.id)

LEMBAR PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun ini yang berjudul "Evaluasi Perhitungan Retaining Wall Sebagai Struktur Penahan Tanah Basement Apartement Sky View Setia Budi", sebagai syarat memperoleh gelar sarjana merupakan hasil karya sendir. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan skripsi ini yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah, dan etika penulisan ilmiah.

Saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi-sanksi lainnya dengan peraturan yang berlaku, apabila dikemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini.

Medan, 22 September 2018



JEREMIA HADIBROTO P

NPM : 13.811.0018

LEMBAR PENGESAHAN

SKRIPSI

**EVALUASI PERHITUNGAN RETAINING WALL
SEBAGAI STRUKTUR PENAHAN TANAH
BASEMENT APARTEMEN SKY VIEW
SETIA BUDI**

Di susun oleh :

JEREMIA HADIBROTO P

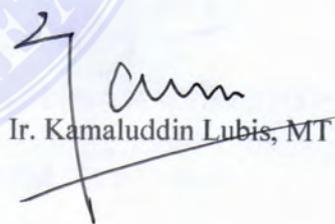
NPM : 13 811 0018

Disetujui oleh :

Dosen Pembimbing 1

Dosen Pembimbing 2

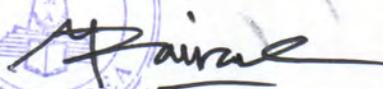

Ir. H Edy Hermanto, MT


Ir. Kamaluddin Lubis, MT

Diketahui Oleh :

Dekan Fakultas Teknik

Ka. Prodi Teknik Sipil



Dr. Faisal Amri Tanjung, SST, MT



Ir. Kamaluddin Lubis, MT

5.2 Format Halaman Pernyataan Persetujuan Publikasi Karya Ilmiah Mahasiswa

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR/SKRIPSI/TESIS UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik Universitas Medan Area, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : JEREMIA HADIBROTO P
NPM : 130110018
Program Studi : TEKNIK SIPIL
Fakultas : TEKNIK
Jenis karya : Tugas Akhir/Skripsi/Tesis

demikian pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area Hak Bebas Royalti Noneksklusif (Non-exclusive Royalty-Free Right) atas karya ilmiah saya yang berjudul : EVALUASI PERHITUNGAN RETAINING WALL SEBAGAI STRUKTUR PENAHAN TANAH BASEMENT APARTEMEN SKY VIEW SETIA BUDI

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Medan Area berhak menyimpan, mengalihmedia/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir/skripsi/tesis saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : MEDAN.....

Pada tanggal : 20 Nopember 2019

Yang menyatakan

(..... JEREMIA HADIBROTO)

ABSTRAK

Perkembangan bangunan bertingkat akhir-akhir ini seringkali menggunakan basement yang umumnya digunakan sebagai tempat parkir. Faktor yang menentukan dalam pelaksanaan basement merupakan metode konstruksi. Basement yang umumnya digunakan sebagai tempat parkir menggunakan dinding penahan tanah. Pada evaluasi perhitungan dinding penahan ini akan menghitung dinding penahan sebagai struktur penahan tanah basement proyek apartement skyview setia budi, dinding yang dihitung adalah dinding penahan tanah tipe kantiliver dengan struktur dari beton, mengontrol stabilitas terhadap pergeseran, stabilitas terhadap penggulingan, serta kerutuhan kapasitas daya dukung tanah, parameter tanah yang digunakan berat volume tanah (γ) $1017,40 \text{ kg/m}^3$; berat volume air tanah (γ_w) 950 kg/m^3 ; berat volume tanah terendam (γ') $508,70 \text{ kg/m}^3$; kohesi (c) 4 ; sudut geser dalam tanah (ϕ) 30° ; sudut kemiringan backfill (α) $0,7^\circ$; sudut kemiringan dinding (β) 90° ; dimensi dinding penahan tanah tipe kantiliver dengan ketentuan gambar rencana. Dari hasil perhitungan yang dilakukan dengan aplikasi microsoft excel, maka didapatkan kesimpulan stabilitas terhadap guling $|e| = 0.36 \text{ m} < B/6 = 0.33 \text{ m}$ OK!; stabilitas terhadap geser $F_s = 1.16 < 1.50$ Tidak stabil!; daya dukung tanah $q_1 = 3.94 \text{ t/m}^2 < q_a = 62.16 \text{ t/m}^2$ OK!; $q_2 = 1.66 \text{ t/m}^2 < q_a = 62.16 \text{ t/m}^2$ OK!

Kata Kunci : Dinding Penahan Basement, Stabilitas Terhadap Geser, Stabilitas Terhadap Guling. dan Daya Dukung Tanah.

ABSTRACT

The development of high-rise buildings these days often use basements that are generally used as a parking lot. The decisive factor in the implementation of the basement is a construction method. Basement is generally used as a parking lot using a retaining wall. In the evaluation of this retaining wall count will count the retaining wall as a basement tower structure of the skyview apartment project, the calculated wall is a cantiliver retaining wall cantiliver with a structure of concrete, controlling the stability against sliding, stability against overturning, and bearing capacity, soil parameters used by the weight of soil content (γ) 1017.40 kg/m^3 ; weight of ground water (γ_w) 950 kg/m^3 ; weight of submerged soil volume (γ') $508,70 \text{ kg/m}^3$; cohesi (c) 4; sliding angle in the ground (ϕ) 30° ; angle backfill (α) $0,7^\circ$; angle of the wall (β) 90° ; dimensions of the retaining type cantilever with the drawing of the plan. From the results of calculations performed with microsoft excel application, then obtained conclusion of stability against overturning $|e| = 0.36 \text{ m} < B/6 = 0.33 \text{ m}$ OK!; stability Against Sliding $F_s = 1.16 < 1.50$ Unstable!; bearing capacity $q_1 = 3.94 \text{ t/m}^2 < q_a = 62.16 \text{ t/m}^2$ OK! ; $q_2 = 1.66 \text{ t/m}^2 < q_a = 62.16 \text{ t/m}^2$ OK!

Key Words : Retaining Wall Basement, Stability Against Sliding, Stability Against Overturning, and Bearing Capacity.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan yang maha Esa yang telah melimpahkan rahmat dan hidayahNya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dan menyusun skripsi ini hingga selesai.

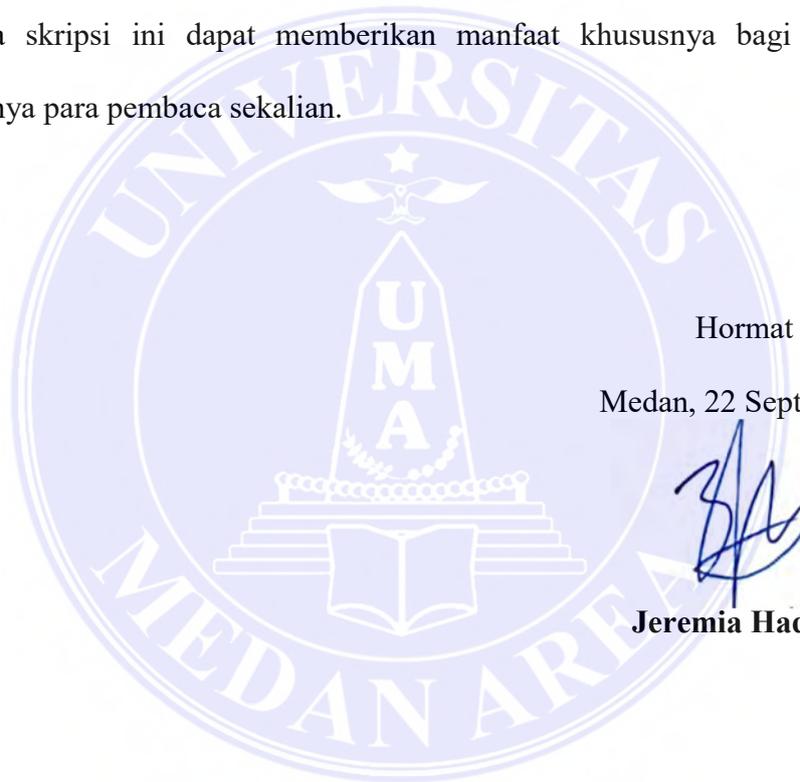
Tugas akhir memang sangat penting dan merupakan kewajiban setiap mahasiswa untuk mendapat gelar sarjana Banyak sekali masalah-masalah yang timbul selama penelitian tugas akhir ini, akan tetapi justru karena itu yang membuat saya menjadi lebih mengerti dari apa yang tidak dimengerti sebelumnya.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa tugas akhir ini dapat terselesaikan karena bantuan banyak pihak, oleh karena itu penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Dadan Ramdan, MEng.MSc, selaku Rektor Universitas Medan Area.
2. Bapak Dr. Faisal Amri Tanjung, SST, MT, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Medan Area.
3. Bapak Ir. Kamaluddin Lubis, MT, selaku Kepala Program Studi dan selaku Dosen Pembimbing II Tugas Akhir Fakultas Teknik Sipil Universitas Medan Area.
4. Bapak H Ir.Edy Hermanto, MT selaku Dosen Pembimbing I Tugas Akhir Fakultas Teknik Sipil Universitas Medan Area.
5. Ucapan terima kasih saya yang sebesar-besarnya kepada orang tua; Reguel Pangaribuan (Alm). Tarima Rajuma Marpaung yang telah banyak memberikan kasih sayang dan dukungan moril maupun materi serta Do'a yang tiada henti untuk penulis.

6. Teman-teman seperjuangan team solid isifool stambuk 2013 Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Medan Area, dan Hezna Purba yang telah banyak membantu dalam penyelesaian penulisan tugas akhir ini.

Dalam penyusunan tugas akhir ini penulis menyadari bahwa isi maupun teknik penulisannya masih jauh dari kesempurnaan, maka untuk itu penulis mengharapkan kritik maupun saran dari para pembaca yang bersifat positif dan membangun demi menyempurnakan dari penulisan tugas akhir ini. Akhir kata semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat khususnya bagi penulis dan umumnya para pembaca sekalian.



Hormat saya

Medan, 22 September 2018

Jeremia Hadibroto P

DAFTAR ISI

LEMBAR PERNYATAAN
ABSTRAK.....	i
ABSTRACT	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR NOTASI	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Maksud dan Tujuan	3
1.3 Permasalahan	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Metodologi Penulisan.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Dinding Penahan Tanah.....	6
2.2 Jenis – Jenis Dinding Penahan Tanah.....	7
2.2.1 Dinding Penahan Tanah Type Gravitasi (gravity wall).....	8
2.2.2 Dinding Penahan Tanah Type Kantilever (Cantilever retaining wall).....	8
2.2.3 Dinding Penahan Tanah Type Counterfort (counterfort wall)	9

2.2.4	Dinding Penahan Tanah Type Buttress (butters Wall).....	11
2.2.5	Dinding Penahan Tanah Type Abutment Jembatan (Bridge Abutment)	12
2.2.6	Dinding Penahan Tanah Type Box Culvert.....	13
2.3	Kegunaan Dinding Penahan (Retaining Wall)	13
2.4	Tekanan Tanah Pada Dinding Penahan Tanah.....	14
2.4.1	Tekanan Lateral Tanah.....	14
2.4.2	Tekanan Tanah Aktif.....	16
2.4.3	Tekanan Tanah Pasif	19
2.4.4	Teori Coulomb	21
2.4.5	Teori Rankine.....	23
2.4.6	Teori Mononobe-Okabe.....	26
2.5	Kestabilan Dinding Penahan (Retaining Wall)	26
2.5.1	Kestabilan Geser Dinding Penahan.....	28
2.5.2	Stabilitas Terhadap Guling	30
2.5.3	Stabilitas Keruntuhan Daya Dukung Tanah	31
2.6	Momen Pada Dinding Penahan (Retaining Wall)	33
2.7	Pendekatan Terhadap Perencanaan dan Contoh Perencanaan Dinding Penahan Tanah Tipe Kantilever	34
2.7.1	Kondisi Perencanaan	35
2.7.2	Berat Sendiri dan Tekanan Tanah.....	36
2.7.3	Analisa Kemantapan.....	38
2.7.4	Perencanaan Bagian-Bagian Penampang	39
2.7.5	Perencanaan Dinding longitudinal	42

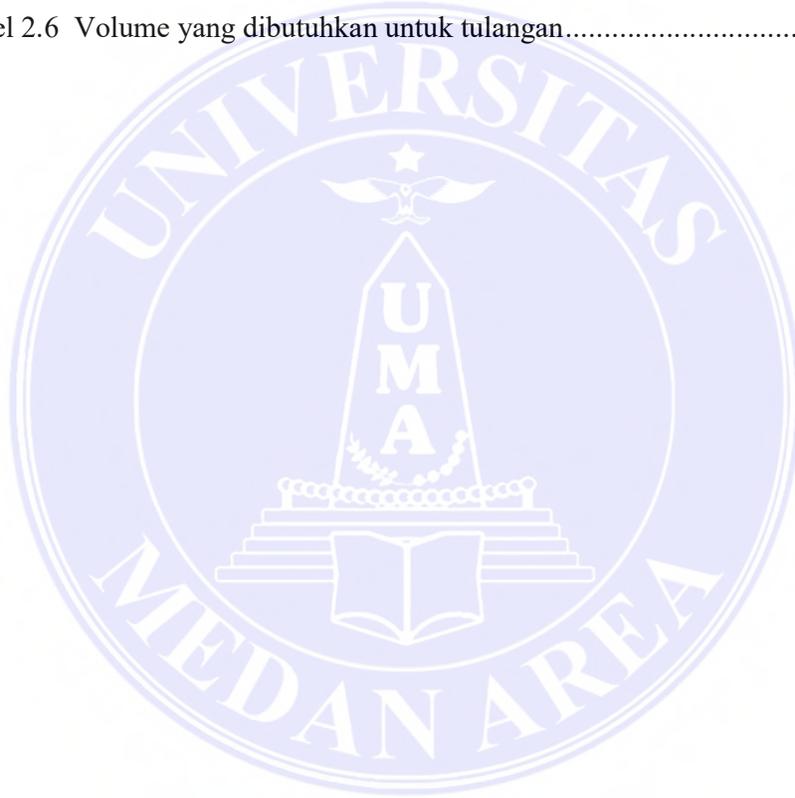
2.7.6	Pelat Ujung (toe slab) dan Pelat Tumit (heel slab)	44
2.8	Metode Pelaksanaan Dinding Penahan Tanah	44
BAB III METODELOGI		47
3.1	Umum.....	47
3.1.1	Data Lokasi dan Fungsi Bangunan	47
3.1.2	Peta Lokasi	48
3.1.3	Pengumpulan Data	48
3.1.4	Metodologi dan Flow Chart.....	50
3.2	Tinjauan Evaluasi Dinding Penahan Basement.....	51
3.2.1	Parameter Tanah Lokasi	51
3.2.2	Data Teknis Dinding Penahan Tanah (Retaining Wall).....	52
3.2.3	Perhitungan Tekanan Tanah Dinding Basement	52
3.3	Analisa Kestabilan	53
3.3.1	Kontrol terhadap guling.....	53
3.3.2	Kontrol terhadap geser / gelincir.....	53
3.3.3	Kontrol terhadap daya dukung.....	53
BAB IV PEMBAHASAN.....		54
4.1	Umum.....	54
4.1.1	Data Evaluasi Dinding Penahan Basement	54
4.2	Perhitungan Stabilitas	56
4.2.1	Kasus 1 (Kondisi normal, dengan beban langsung vertikal).....	56
4.2.2	Kasus 2 (kondisi normal, tanpa beban vertikal).....	61

4.2.3	Perhitungan Struktur Dinding Penahan Basement	65
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	71
5.1	Kesimpulan.....	71
5.2	Saran	72
	DAFTAR PUSTAKA.....	73
	LAMPIRAN.....	74



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Koefisien gesek ($\tan \delta$) antara dasar fondasi dan tanah dasar	30
Tabel 2.2 Gaya irisan karena berat sendiri.....	37
Tabel 2.3 Ikhtisar gaya irisan terhadap titik A	38
Tabel 2.4 Gaya irisan pada setiap titik tembok longitudinal.....	40
Tabel 2.5 Ikhtisar gaya irisan dari pelat tumit.....	41
Tabel 2.6 Volume yang dibutuhkan untuk tulangan.....	43



DAFTAR NOTASI

γ	Berat Volume Tanah
γ'	Berat Volume Tanah Terendam
γ_w	Berat Volume Air Tanah
c	Kohesi Tanah
ϕ	Sudut Geser Dalam Tanah
α	Sudut Kemiringan Backfill
β	Sudut Kemiringan Dinding
δ	Sudut Kemiringan Tegangan
g	Percepatan Gravitasi
K_a	Koefisien Tekanan Tanah Aktif
K_p	Koefisien Tekanan Tanah Pasif
e	Eksentrisitas Beban
F_s	Stabilitas Terhadap Geser
$ e $	Stabilitas Terhadap Guling
q	Beban Terbagi Rata
P_a	Beban Terpusat Tekanan Tanah
W	Berat Retaining Wall
B	Lebar Retaining Wall
H	Tinggi Retaining Wall
L	Panjang Retaining Wall
Φ	Arc tan

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Dinding Penahan Tanah Type Gravitasi (<i>gravity wall</i>)	8
Gambar 2.2	Dinding Penahan Tanah Type Kantilever (<i>Cantilever retaining wall</i>).....	9
Gambar 2.3	Penulangan Dinding Penahan Type Kantilever (<i>Cantilever retaining wall</i>)	9
Gambar 2.4	Dinding Penahan Tanah Type Kounterfort (<i>counterfort wall</i>).....	10
Gambar 2.4a	Penulangan Dinding Penahan Tipe Konterfort (<i>counterfort wall</i>) .	10
Gambar 2.5	Dinding Vertikal Penahan Tanah Tipe Konterfort (<i>counterfort wall</i>).....	11
Gambar 2.6	Dinding Penahan Tanah Type Butress (<i>buffers Wall</i>)	12
Gambar 2.7	Dinding Penahan Tanah Type Abutment Jembatan (Bridge Abutment).....	12
Gambar 2.8	Dinding Penahan Tanah Type Box Culvert.....	13
Gambar 2.9	Konsep Keseimbangan Elastis Dan Plastis	16
Gambar2.10	Pengidealan tekanan tanah aktif dan pasif dari suatu K_0 yang berkembang dengan menyisipkan dinding dengan ketebalan nol (volume) kedalam suatu massa tanah.....	18
Gambar 2.11	Gambaran tekanan aktif dan pasif dengan jangkauan perubahan harga biasa untuk tanah tak berkohesi dan untuk tanah yang kohesif.	21
Gambar 2.12	Gambaran Keping runtuh (<i>failure wedge</i>) yang digunakan dalam menurunkan persamaan Coulomb untuk tekanan aktif.....	22
Gambar2.12a	(a) Kondisi-kondisi keruntuhan yang diasumsikan;	

(b) Menunjukkan bahwa gaya-gaya resultan tidak melalui titik 0; sehingga kesetimbangan statis (static equilibrium) tidak dipenuhi;	
(c) segitiga gaya untuk menghasilkan Pa.	23
Gambar 2.13 (a) Sistem struktur tanah untuk pemecahan Rankine untuk $\alpha = 90^\circ$	
(b) Segitiga gaya didalam pemecahan Rankine.....	24
Gambar2.13a Diagram-diagram tekanan untuk tekanan tanah Rankine aktif	25
Gambar 2.14 Kestabilan dinding umum	27
Gambar 2.14a Keruntuhan geser tanah.....	28
Gambar 2.15 Dinding Penahan Tergeser	29
Gambar 2.16 Dinding Penahan Terguling.....	30
Gambar 2.17 Faktor Daya Dukung Tanah Terzaqhi.....	32
Gambar2.18 Beban yang bekerja pada pelat. dan Bentuk dinding penahan tipe kantilever	35
Gambar 2.19 Bentuk penampang dan kondisi beban pada permukaan belakang.....	36
Gambar 2.20 Pembagian penampang.....	37
Gambar 2.21 Gaya yang bekerja pada tiap irisan	40
Gambar 2.22 Simbol setiap bagian.....	42
Gambar 2.23 Luas batang tulangan yang dibutuhkan pada setiap titik	43
Gambar 3.1 Lokasi Proyek Pembangunan Apartement Sky View Setiabudi	48
Gambar 3.2 Data SPT Proyek Sky View Setia Budi Medan	49

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran1 Denah Dinding Basemaent
Lampiran2 Batas Stop Cor untuk Plat Lantai Basemaent
Lampiran3 Detail Dinding Basemaent



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan bangunan bertingkat akhir-akhir ini seringkali menggunakan basement yang umumnya digunakan sebagai tempat parkir. Faktor yang menentukan dalam pelaksanaan basement merupakan metode konstruksi. Basement yang umumnya digunakan sebagai tempat parkir menggunakan dinding penahan tanah.

Menurut (Arham Jufri, 2011) dinding penahan tanah, bertujuan untuk menjaga infrastruktur maupun rencana infrastruktur tetap aman terhadap guling, geser dan keruntuhan sepanjang garis dinding penahanan tanah tersebut dalam waktu yang lama (kuat secara struktur) merupakan tuntutan yang harus dilaksanakan untuk melindungi infrastruktur dari kegagalan fungsinya.

Tanah apabila berada pada kondisi kepadatan dan kadar air tertentu akan memiliki kekuatan yang cukup untuk menopang struktur di atasnya, khususnya apabila bebannya merupakan beban kompresi atau tekan.

Menurut penelitian (Anastasia Star, 2012) Bangunan dinding penahan tanah (retaining wall) biasanya digunakan untuk menahan tekanan lateral yang ditimbulkan oleh tanah urug. Kestabilan dinding penahan tanah diperoleh terutama dari berat sendiri struktur dan berat tanah yang berada di atas pondasi.

Dinding penahan tanah adalah suatu konstruksi yang berfungsi untuk menahan tanah lepas atau alami dan mencegah keruntuhan tanah yang miring atau lereng yang kemantapannya tidak dapat dijamin oleh lereng tanah itu sendiri. Tanah yang

tertahan memberikan dorongan secara aktif pada struktur dinding sehingga struktur cenderung akan terguling atau akan tergeser.

Menurut (Donald P.Coduto, 2001) Dinding penahan tanah adalah struktur yang didesain untuk menjaga dan mempertahankan dua muka elevasi tanah yang berbeda. Bangunan dinding penahan umumnya terbuat dari bahan kayu, pasangan batu, beton hingga baja. Dinding penahan tanah merupakan komponen struktur bangunan penting utama untuk jalan raya dan bangunan lingkungan lainnya yang berhubungan dengan tanah berkontur atau tanah yang memiliki elevasi berbeda.

Dinding penahan tanah dapat dikatakan aman, apabila dinding penahan tanah tersebut telah diperhitungkan faktor keamanannya, baik terhadap bahaya pergeseran, bahaya penggulingan, penurunan daya dukung tanah, dan patahan. Pada dinding penahan, perhitungan stabilitas merupakan salah satu aspek yang tidak boleh diabaikan maupun dikesampingkan, karena stabilitas dinding penahan sangat mempengaruhi usia dinding penahan itu sendiri, keamanan bangunan bendung, serta kondisi tanah disekitar dinding penahan tanah tersebut.

Perkembangan dari sistem informasi dan teknologi terutama menyangkut dalam hal perhitungan terhadap penerapan metoda sipil sudah sangat berkembang. Sistem analisis perhitungan dinding penahan tanah ini dibuat untuk memudahkan dalam analisis sehingga menghasilkan keakuratan dalam penyajian hasil perhitungan berdasarkan metoda kalkulasi yang terdapat dalam sistem dan sesuai dengan literatur sipil yang telah ada, serta untuk menyajikan hasil kalkulasi dengan cepat dan juga mengurangi terjadinya human error terhadap kalkulasi. Aplikasi ini dapat menghasilkan laporan berdasarkan data masukan dan data hasil perhitungan.

1.2 Maksud dan Tujuan

Maksud dari penyusunan tugas akhir ini adalah mengevaluasi dinding penahan tanah dan melakukan peninjauan perencanaan pada basement proyek pembangunan gedung Apartement Sky View Setia Budi.

Tujuan Penelitian adalah mengetahui stabilitas dinding penahan tanah pada basement proyek pembangunan gedung Apartement Sky View Setia Budi. Kestabilan dinding penahan tanah didapatkan dari perhitungan stabilitas geser, guling, dan keruntuhan daya dukung ijin tanah.

1.3 Permasalahan

Berdasarkan latar belakang yang dikemukakan di atas, masalah-masalah dapat dirumuskan seperti di bawah ini.

1. Apakah stabilitas tanah pada konstruksi dinding penahan tanah basement didapatkan dari perhitungan stabilitas geser, guling, dan daya dukung ijin tanah.
2. Tinjauan perencanaan hanya dilakukan pada konstruksi dinding penahan tanah (retaining wall) yaitu dinding basement. Karakteristik material, dimensi konstruksi yang digunakan berdasarkan data perencanaan, dan keadaan lapangan. Klasifikasi dan definisi tanah yang akan digunakan yaitu data hasil uji laboratorium dan lapangan.

1.4 Batasan Masalah

Agar penulisan tugas akhir ini dapat terarah dan terencana, maka penulis membuat suatu batasan masalah yaitu menghitung stabilitas dinding penahan

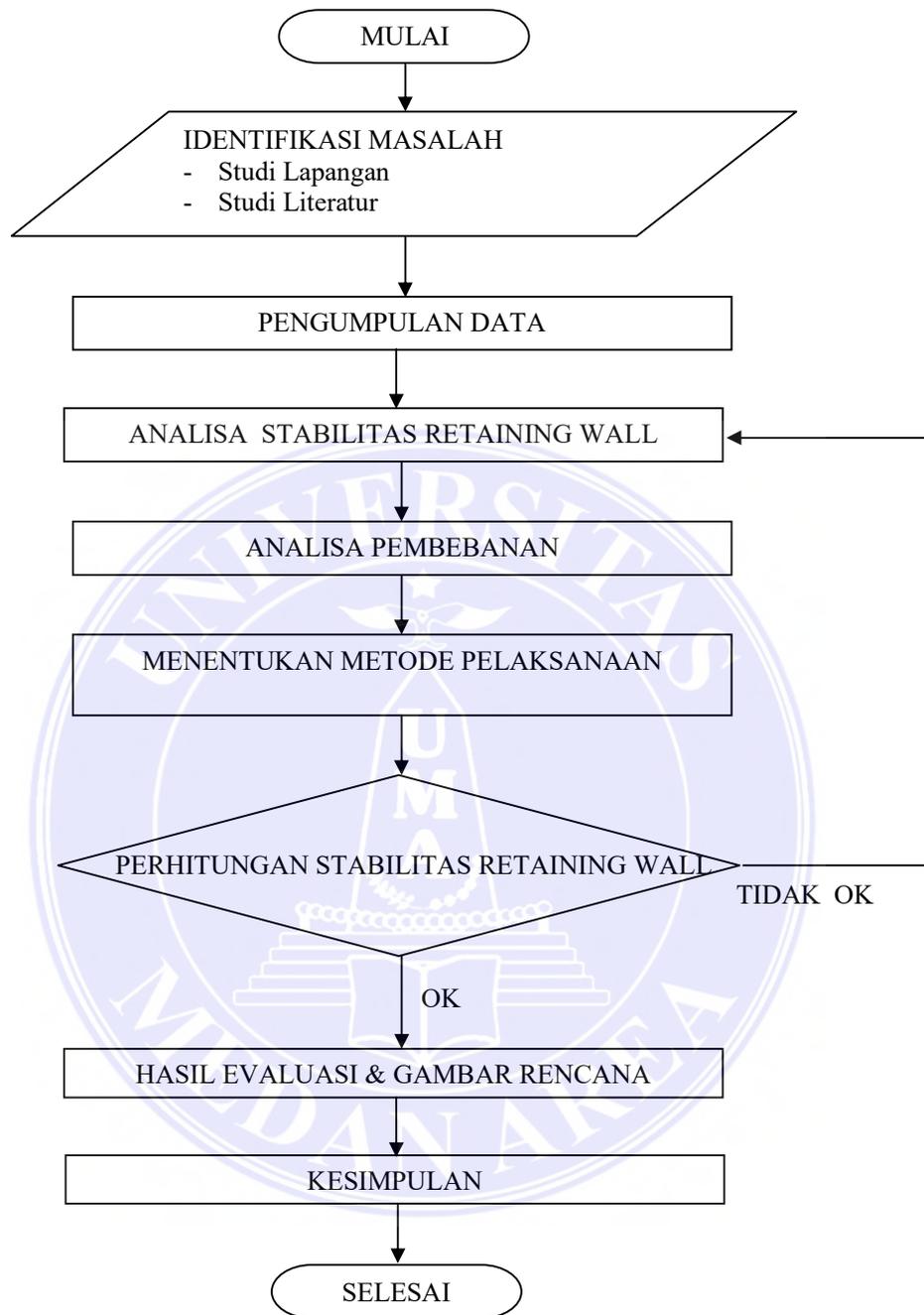
tanah pada basement meliputi perhitungan Koefisien tekanan tanah aktif (K_a), tekanan horizontal tanah (P_a), analisis terhadap geser, guling, dan daya dukung ijin tanah.

1.5 Metodologi Penulisan

Tahapan atau metode yang akan digunakan dalam Evaluasi Perhitungan Retaining Wall Sebagai Struktur Penahan Tanah Basement Apartement Skyview Setia Budi ini adalah:

1. Identifikasi Masalah merupakan tahap pengumpulan data yang berasal dari lapangan maupun literatur terkait yang akan digunakan sebagai objek evaluasi perhitungan retaining wall sebagai struktur penahan tanah basement pada lokasi bangunan yang akan dibangun.
2. Pengumpulan data yaitu data - data yang diperlukan untuk mengevaluasi perhitungan berupa data tanah, ukuran dinding penahan, dimensi tulangan, mutu beton, serta lokasi di peroleh dari proyek pembangunan tersebut.
3. Analisa stabilitas Dinding Penahan Tanah merupakan awal dari evaluasi perhitungan. Pada tahap analisa stabilitas retaining wall kita menentukan stabilitas guling, stabilitas geser, dan stabilitas daya dukung tanah.
4. Analisa Pembebanan meliputi yaitu beban mati, beban akibat tekanan air dan beban akibat tekanan tanah.

Kesimpulan berisi rangkuman dari hasil pengerjaan Laporan Akhir serta saran untuk pembaca.



Gambar 1.1 Gambar Diagram Evaluasi Perhitungan Retaining Wall

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Dinding Penahan Tanah

Dinding penahan digunakan untuk mencegah material agar tidak longsor menurut kemiringan alamnya. Bangunan dinding biasa di gunakan untuk menopang tanah, batubara, timbunan bahan tambang dan air. Sebagian besar bangunan penahan adalah tegak atau hampir tegak, namun bila sudut α pada koefisien tekanan tanah Coulomb dari Persamaan (11-3) lebih besar dari 90° terjadi pengurangan tekanan tanah lateral yang cukup penting bila dinding tinggi dan diperbolehkan condong ke arah urugan-balik atau backfill (Joseph E. Bowles, P.E.,SE). Secara singkat dinding penahan merupakan dinding yang dibangun untuk menahan massa tanah di atas struktur atau bangunan yang dibuat. Dinding penahan tanah juga berfungsi mencegah keruntuhan tanah yang miring yang kemantapannya tidak dapat dijamin oleh tanah itu sendiri. Tanah yang tertahan memberikan dorongan secara aktif pada struktur dinding sehingga struktur cenderung akan terguling atau akan tergeser baik akibat beban air hujan, berat tanah itu sendiri maupun akibat beban yang bekerja di atasnya. Pada saat ini, konstruksi dinding penahan tanah sangat sering digunakan dalam pekerjaan sipil walaupun ternyata konstruksi dinding penahan tanah sudah cukup lama dikenal di dunia.

Dinding kantiliver (konsol) dari beton bertulang masih cukup umum pada daerah perkotaan karena tidak mudah dirusak dan seringkali tidak memerlukan urugan-balik pilihan. Biasanya dinding ini mampu bersaing baik dalam harga bila

dinding itu pendek (20 sampai 50 m) dan tidak terlalu tinggi (misalnya kurang dari 3 m). Dinding ini juga banyak dipakai untuk dinding ruang bawah tanah dan sejenisnya pada gedung (Joseph E. Bowles, P.E.,SE). Faktor penting dalam mendesain dan membangun dinding penahan tanah adalah mengusahakan agar dinding penahan tanah tidak bergerak ataupun tanahnya longsor akibat gaya gravitasi. Tekanan tanah lateral di belakang dinding penahan tanah bergantung kepada sudut geser dalam tanah (ϕ) dan kohesi (c). Tekanan lateral meningkat dari atas sampai ke bagian paling bawah pada dinding penahan tanah. Jika tidak direncanakan dengan baik, tekanan tanah akan mendorong dinding penahan tanah sehingga menyebabkan kegagalan konstruksi serta kelongsoran. Kegagalan juga disebabkan oleh air tanah yang berada di belakang dinding penahan tanah yang tidak terdisipasi oleh sistem drainase.

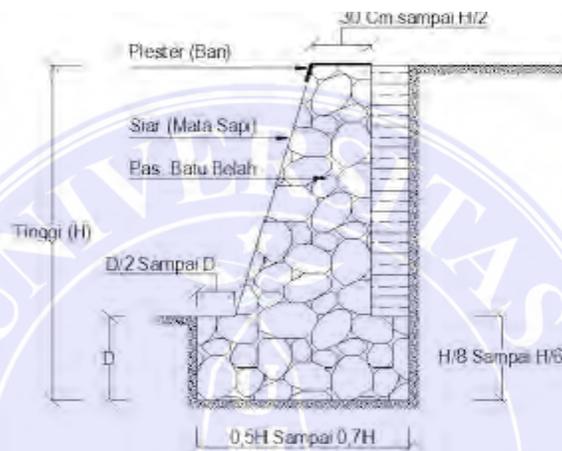
2.2 Jenis - Jenis Dinding Penahan Tanah

Dinding penahan tanah adalah suatu konstruksi yang berfungsi untuk menahan tanah lepas atau alaminya dan mencegah keruntuhan tanah yang miring atau lereng yang kemantapannya tidak dapat dijamin oleh lereng tanah itu sendiri. Tanah yang tertahan memberikan dorongan secara aktif pada struktur dinding sehingga struktur cenderung akan terguling atau akan tergeser (civildocument.blogspot.com, 2014).

Berdasarkan cara untuk mencapai stabilitasnya, maka dinding penahan tanah dapat digolongkan dalam beberapa jenis yaitu Dinding Gravitasi, Dinding Penahan Kantiliver, Dinding Kontravort, Dinding Butters, Dinding Jembatan dan Boks Culvert. Beberapa jenis dinding penahan tanah antara lain:

2.2.1. Dinding Penahan Tanah Type Gravitasi (gravity wall)

Dinding ini biasanya dibuat dari beton murni (tanpa tulangan) atau pasangan batu kali, terkadang pada dinding jenis ini dipasang tulangan pada permukaan dinding untuk mencegah retakan permukaan akibat perubahan temperatur.



Gambar 2.1 Dinding Penahan Tanah Type Gravitasi (*gravity wall*)

(Sumber : yusriadimappeasse.blogspot.co.id, 2013)

2.2.2. Dinding Penahan Tanah Type Kantilever (Cantilever retaining wall)

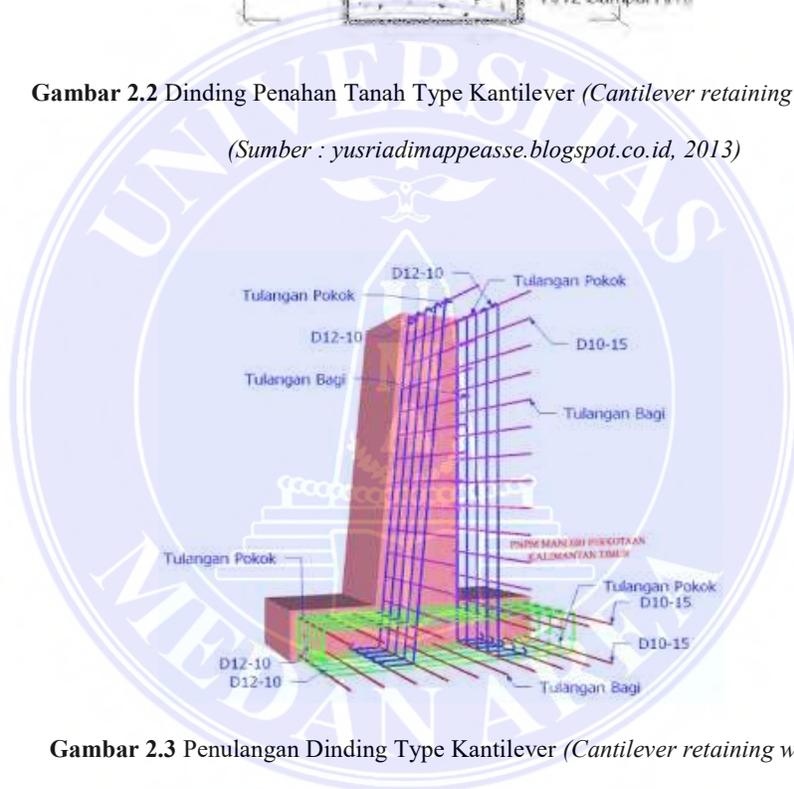
Dinding ini terdiri dari kombinasi dinding dengan beton bertulang yang berbentuk huruf T. Ketebalan dari kedua bagian relatif tipis dan secara penuh diberi tulangan untuk menahan momen dan gaya lintang yang bekerja pada dinding tersebut. Stabilitas konstruksinya diperoleh dari berat sendiri dinding penahan dan berat tanah diatas tumit tapak (heel). Terdapat 3 bagian struktur yang berfungsi sebagai kantiliver, yaitu bagian dinding vertical (stem), tumit tapak dan ujung kaki tapak (toe). Konstruksi tersebut biasanya digunakan pada

basement dengan mengandalkan fungsi beton bertulang untuk menahan tekanan tanah. Biasanya ketinggian dinding ini tidak lebih dari 6–7 meter.



Gambar 2.2 Dinding Penahan Tanah Type Kantilever (*Cantilever retaining wall*)

(Sumber : yusriadimappeasse.blogspot.co.id, 2013)



Gambar 2.3 Penulangan Dinding Type Kantilever (*Cantilever retaining wall*)

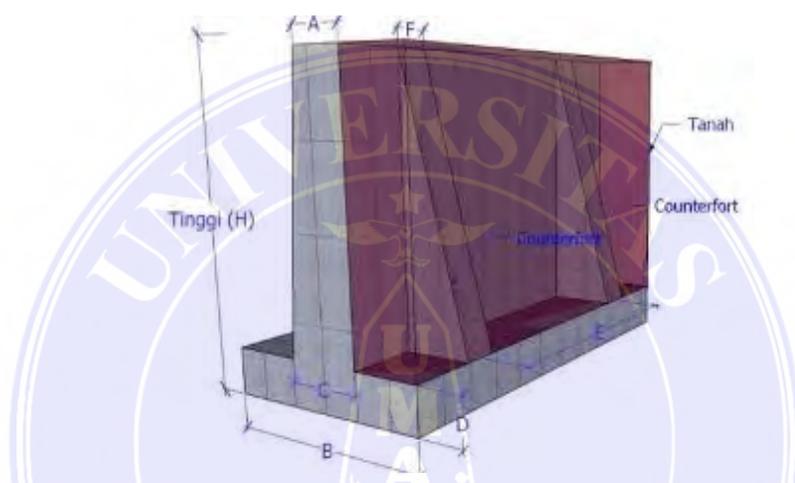
(Sumber : yusriadimappeasse.blogspot.co.id, 2013)

2.2.3. Dinding Penahan Tanah Type Counterfort (counterfort wall)

Dinding ini terdiri dari dinding beton bertulang tipis yang di bagian dalam dinding pada jarak tertentu didukung oleh pelat/dinding vertikal yang disebut counterfort (dinding penguat). Ruang di atas pelat pondasi diisi dengan

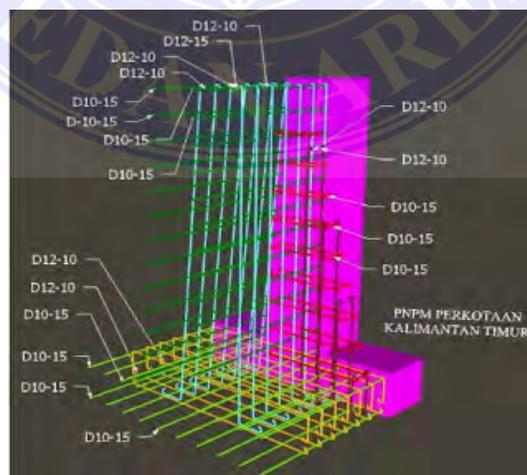
tanah urug. Apabila tekanan tanah aktif pada dinding vertical cukup besar, maka bagian dinding vertical dan tumit perlu disatukan (kontrafort).

Kontrafort berfungsi sebagai pengikat tarik dinding vertical dan ditempatkan pada bagian timbunan dengan interfal jarak tertentu. Dinding kontrafort akan lebih ekonomis digunakan bila ketinggian dinding lebih dari 7 meter.



Gambar 2.4 Dinding Penahan Tanah Type Kontrafort (counterfort wall)

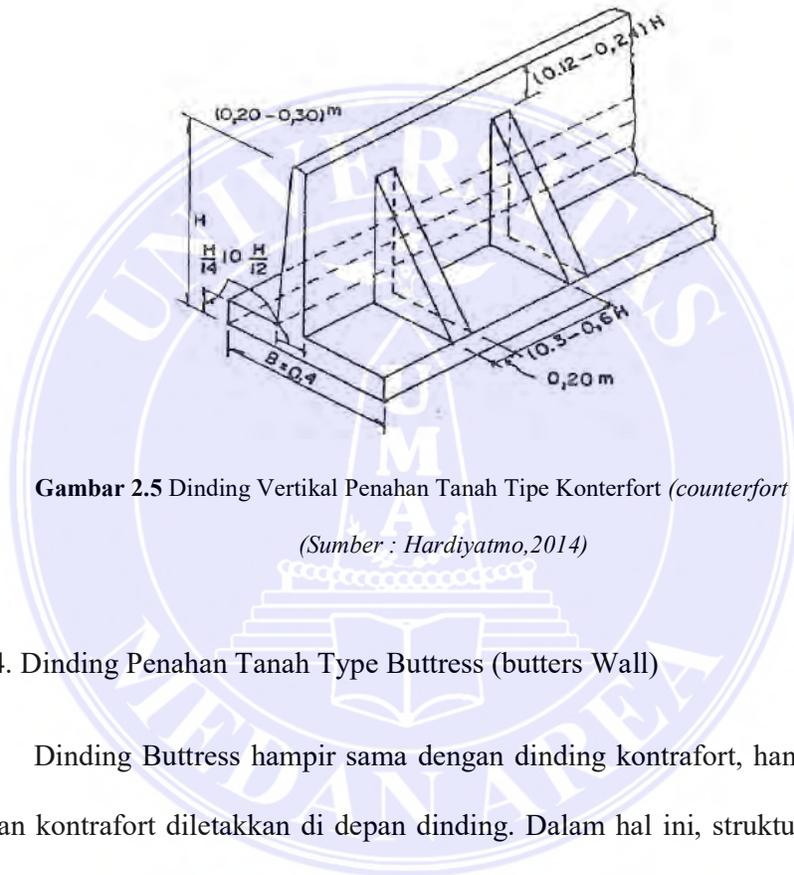
(Sumber : yusriadimappeasse.blogspot.co.id, 2013)



Gambar 2.4a Penulangan Dinding Penahan Tanah Tipe Kontrafort (counterfort wall)

(Sumber : yusriadimappeasse.blogspot.co.id, 2013)

Perencanaan dimensi dinding penahan tanah sistem kontrafort yaitu Lebar $0,45 H$ s/d $0,75 H$. Kontrafort dapat ditempatkan pada jarak $0,30 H$ s/d $0,60 H$, dengan tebal tidak kurang dari 20 cm. Tinggi kontrafort sebaiknya sama dengan tinggi dinding vertikal; tetapi bila diinginkan ketinggian yang lebih kecil, dapat dikurangi dengan $0,12 H$ s/d $0,24 H$.



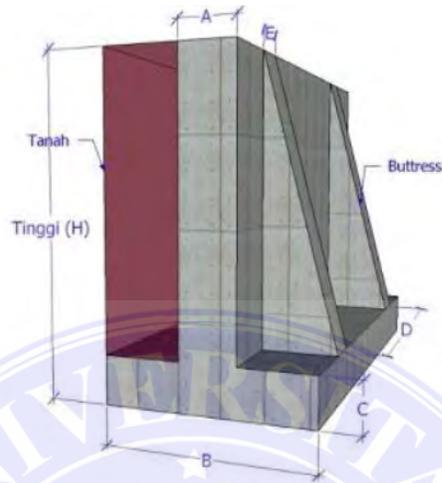
Gambar 2.5 Dinding Vertikal Penahan Tanah Tipe Kontrafort (*counterfort wall*)

(Sumber : Hardiyatmo, 2014)

2.2.4. Dinding Penahan Tanah Type Buttress (butters Wall)

Dinding Buttress hampir sama dengan dinding kontrafort, hanya bedanya bagian kontrafort diletakkan di depan dinding. Dalam hal ini, struktur kontrafort berfungsi memikul tegangan tekan. Pada dinding ini, bagian tumit lebih pendek dari pada bagian kaki. Stabilitas konstruksinya diperoleh dari berat sendiri dinding penahan dan berat tanah diatas tumit tapak. Dinding ini dibangun pada sisi dinding di bawah tertekan untuk memperkecil gaya irisan yang bekerja pada dinding memanjang dan pelat lantai. Dinding ini lebih ekonomis untuk ketinggian lebih dari 7 meter. Kelemahan dari dinding ini adalah penahannya yang lebih sulit

daripada jenis lainnya dan pemadatan dengan cara rolling pada tanah di bagian belakang adalah jauh lebih sulit.

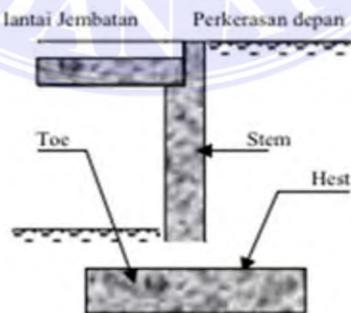


Gambar 2.6 Dinding Penahan Tanah Type Buttress (*butters Wall*)

(Sumber : yusriadimappeasse.blogspot.co.id, 2013)

2.2.5. Dinding Penahan Tanah Type Abutment Jembatan (Bridge Abutment).

Struktur ini berfungsi seperti dinding penahan tanah yang memberikan tahanan horizontal dari tanah timbunan dibelakangnya. Pada perencanaanya, struktur dianggap sebagai balok yang dijepit pada dasar dan tumpu bebas pada bagian atas.



Gambar 2.7 Dinding Penahan Tanah Type Abutment Jembatan (Bridge Abutment)

(Sumber : [feby aristia putri](#), 2016)

2.2.6. Dinding Penahan Tanah Type Box Culvert.

Box culvert adalah beton bertulang pra cetak berbentuk segi empat yang memiliki spigot dan socket. Kegunaan spigot dan socket adalah untuk menjadikan box culvert tahan terhadap masuknya air tanah dan tetap menyatu pada saat terjadinya pergeseran. Box culvert umumnya digunakan untuk saluran drainase. Untuk ukuran yang lebih besar box culvert juga dapat dijadikan trowongan jalan ataupun jembatan.



Gambar 2.8 Dinding Penahan Tanah Type Box Culvert

(Sumber : feby aristia putri, 2016)

2.3 Kegunaan Dinding Penahan (Retaining Wall)

Dinding penahan tanah sering kali digunakan hubungannya dengan jalan kereta api, jalanraya, jembatan, kanal, basment gedung bertingkat dan banyak pekerjaan bangunan lainnya.

Kegunaan dari dinding penahan tanah yaitu:

1. Digunakan pada daerah potongan (cut), daerah urugan (fill), maupun kombinasinya.

2. Digunakan pada daerah yang perlu ditinggikan atau memerlukan elevasi yang lebih tinggi untuk kepentingan pembuatan jalan, begitu pula bila memerlukan daerah yang lebih rendah.
3. Memperluas dataran apabila tanahnya merupakan lereng (landscaping).
4. Sebagai dinding saluran (canals) dan pintu air (locks).
5. Untuk menahan erosi.
6. Untuk menahan air tampungan (flood walls).
7. Sebagai pangkalan jembatan (bridge abutment).

2.4 Tekanan Tanah Pada Dinding Penahan Tanah

Kondisi tanah asli ataupun material pendukung sangatlah penting, karena berhubungan dengan dampak Bergeraknya akibat dorongan tanah di belakang dinding penahan atau kegagalan struktur setelah proses konstruksi.

Untuk dapat memperkirakan dan menghitung kestabilan dinding penahan, diperlukan menghitung tekanan tanah pada dinding penahan tanah. Beberapa jenis tekanan tanah yang bekerja pada dinding penahan tanah antara lain :

2.4.1. Tekanan Lateral Tanah

Tekanan tanah lateral adalah gaya yang ditimbulkan oleh akibat dorongan tanah di belakang struktur penahan tanah. Besarnya tekanan lateral sangat dipengaruhi oleh perubahan letak (displacement) dari dinding penahan dan sifat-sifat tanahnya (Hardiyatmo,2014).

Kondisi tekanan tanah lateral ditinjau pada parameter perencanaan di dalam persoalan konstruksi dinding penahan tanah ini memerlukan perkiraan

tekanan lateral secara kuantitatif pada pekerjaan konstruksi, baik untuk analisa perencanaan maupun untuk analisa stabilitas (Joseph E. Bowles, P.E.,SE).

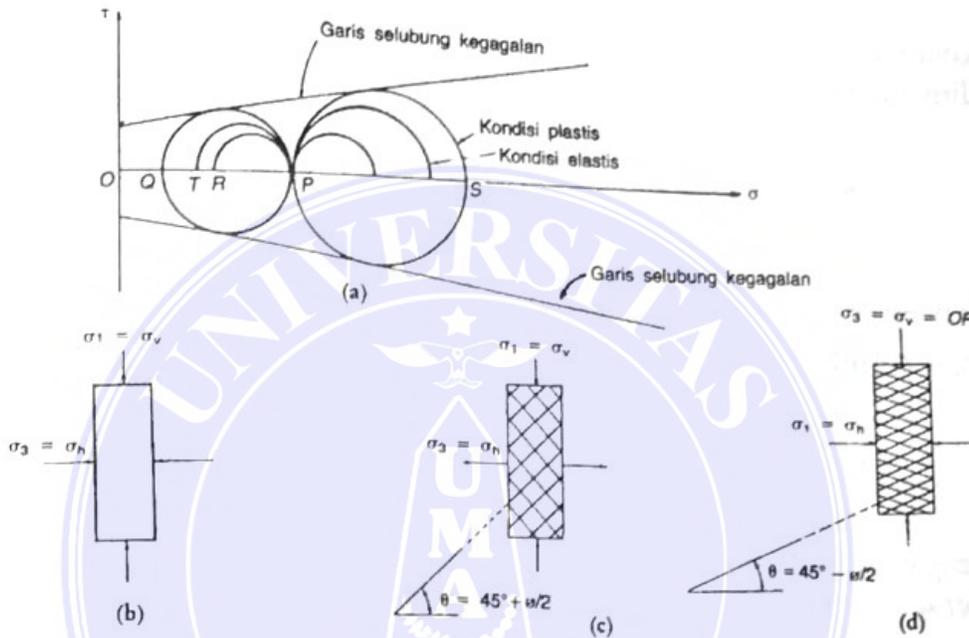
Analisis tekanan tanah lateral ditinjau pada kondisi keseimbangan plastis, yaitu pada saat masa tanah pada kondisi tepat akan runtuh (Rankine,1857). Kedudukan keseimbangan plastis ini hanya dapat dicapai bila terjadi diformasi yang cukup pada massa tanahnya. Besar dan distribusi tekanan tanah adalah fungsi dari perubahan letak (displacement) dan regangan (strain).

Kondisi keseimbangan plastis dapat ditinjau dari kondisi tegangan yang di tunjukan oleh lingkaran-lingkaran Mohr dalam Gambar 2.9a. Dalam gambar ini, setiap lingkaran yang di gambar lewat titik P mewakili kedudukan keseimbangan dan memenuhi persyaratan keseimbangan elastic dengan satu dari tegangan utamanya (σ_1 atau σ_3) sama dengan OP. Di sini hanya terdapat 2 lingkaran Mohr melalui P yang menyinggung garis selubung kegagalan. Kedua lingkaran ini mewakilili kondisi keseimbangan plastis tanah.

Kondisi-kondisi plastis bekerja pada suatu elemen tanah. Elemen tanah mulamula di pengaruhi oleh tegangan-tegangan utama $\sigma_1 = OP$ dan $\sigma_3 = OR$. Jika tekanan vertikal OP di tahan tetap dan tekanan lateral di tambah sampai bahan mengalami keruntuhan pada kedudukan OS (Gambar 2.9D), tegangan utama menjadi berotasi sehingga tegangan utama mayor menjadi OS. Pada kondisi ini lingkaran Mohr akan lewat P dan S dan bidang kegagalan dalam Gambar 2.9D membuat sudut $45^\circ - \phi/2$ dengan bidang horisontal. Gambar 2.9D menunjukkan kondisi permukaan bidang longsor akibat geser pada teori tekanan tanah pasif.

Jika tekanan arah lateral dikurangi sampai mencapai OQ, maka keruntuhan tanah akan terjadi, karena lingkaran QP menyinggung garis selubung kegagalan.

Disini, tegangan OP adalah tegangan mayor dan bidang keruntuhan akan membentuk sudut $45^\circ + \varphi/2$ terhadap bidang horisontal (Gambar 2.9C). Kondisi ini menunjukkan kondisi permukaan longsor akibat geser pada teori tekanan tanah aktif. (Hardiyatmo, 2014)



Gambar 2.9 Konsep Keseimbangan Elastis Dan Plastis

(Sumber : Hardiyatmo,2014)

- a) Tegangan-tegangan sebelum runtuh (elastis) dan saat runtuh (plastis)
- b) Kondisi awal dengan tegangan sel OP
- c) Bidang longsor untuk teori tekanan tanah aktif
- d) Bidang longsor untuk teori tekanan tanah pasif

2.4.2. Tekanan Tanah Aktif

Tekanan tanah aktif mengacu pada suatu kesetimbangan plastis yang digambarkan pada lingkaran runtuh (rupture circle) AC di dalam Gambar 2.9a.

Keadaan setimbang ini didapatkan dari Gambar 2.9b dan 2.9c sebagai berikut.

Pertama-tama gunakan tegangan OA dan tegangan σ_3 sedemikian rupa sehingga diperoleh kondisi K_0 . Selanjutnya secara berangsur-angsur turunkan OE menjadi runtuh pada OC Tegangan OA (maksimum) dan tegangan OC (minimum) dapat digunakan untuk menggambarkan sebuah lingkaran Mohr. Selisih antara OA dan OC sama dengan diameter lingkaran dan juga tegangan penyimpang (deviator stress) seperti yang akan didapat dari percobaan triaksial Ck_0 . Garis-garis gelincir tersebut akan mempunyai bentuk seperti yang diperlihatkan dalam gambar, karena bidang-bidang horisontal dan vertikal yang menjelaskan elemen tanah di dalam Gambar 2.9b adalah bidang-bidang utama (principal planes) bila keadaan K_0 telah dicapai. Hal yang terakhir ini didasarkan pada susunan bahan-bahan dan tak tergantung pada sifat bahan yang bersangkutan; akan tetapi, pengamatan pada bentuk dinding-dinding dalam pasir menunjukkan bahwa sudut ini akan terbentuk.

Tekanan utama minimum OC = σ_3 ini dinamakan tekanan tanah aktif dan dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan (1).

$$\sigma_3 = \sigma_1 \tan^2 \left(45 - \frac{\phi}{2} \right) - 2c \tan \left(45 - \frac{\phi}{2} \right) \quad (a)$$

Persamaan ini dikembangkan oleh Coulomb kira-kira pada tahun 1776 di dalam bentuk yang sangat berlainan. Tetapi kelihatannya Bell (1915)-lah yang pertama sekali memperkenalkan bentuk persamaan di atas. Persamaan ini sering ditulis di dalam literatur Eropa sebagai hubungan trigonometrik untuk fungsi tangen (tangen function) yang berikut:

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

Dalam Gambar 2.10 kita telah menyisipkan sebuah dinding dengan ketebalan nol ke dalam massa tanah tak berkohesi (yang terkondolidasi normal (kita dapat memakai setiap jenis tanah tetapi cara ini menyederhanakan

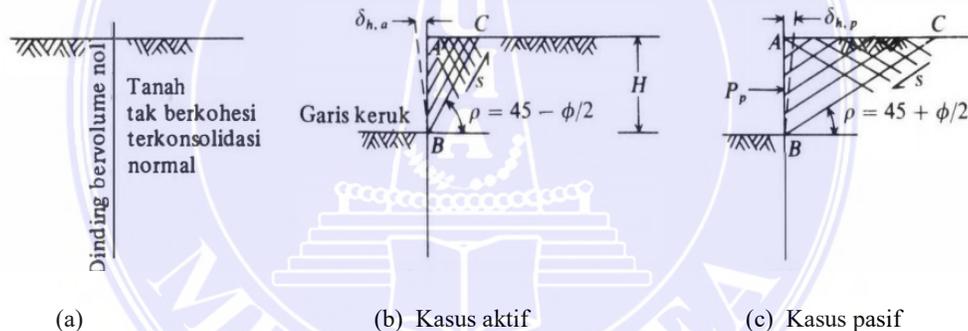
pembahasan). Pada titik ini kita mempunyai keadaan tegang K_0 pada dinding dan tekanan lateral (tanah-ke-dinding atau dinding-ke-tanah) berdasarkan ketentuan K_0 adalah

$$\sigma_h = K_0 \sigma_1$$

Berbentuk segitiga karena pada kedalaman z manapun maka tekanan vertikal $\sigma_1 = \gamma z$. Karena tanahnya terkonsolidasi normal maka K_0 dapat ditentukan oleh rasio tegangan kualitatif dari Gambar 2.9a sebagai

$$K_0 = \frac{OE}{OA}$$

Sekarang mari kita gali tanah pada sisi kiri dari dinding Gambar 2.10a sampai suatu kedalaman H dalam Gambar 2.10b dan 2.10c.



Gambar 2.10 Pengidealan tekanan tanah aktif dan pasif dari suatu K_0 yang berkembang dengan menyisipkan dinding dengan ketebalan nol (volume) ke dalam suatu massa tanah

(Sumber : Joseph E. Bowles, P.E.,SE)

Kalau dinding itu tidak bergeser pada titik B {dinamakan garis keruk}, maka dinding itu mungkin:

1. Berbelok ke samping (lateral) di bawah pembebanan balok konsol yang menyebabkan terbentuknya bidang-bidang garis galincir dalam tanah seperti pada Gambar 2.9c dan tekanan lateral $\sigma_h = \sigma_3$ pada rajahan lingkaran Mohr, sehingga bergerak dari E ke 0. Kasus Gambar 2.9c berkembang karena tekanan K_0 yang

dikenakan atas dinding tersebut berkurang pada waktu hal itu membelok menjauhi (tetapi diikuti) oleh tanah. Kalau perpindahan tanah itu mencukupi, tekanan lateral itu mencapai keseimbangan plastis pada OC dan tekanan dindingnya adalah minimum (dinamakan "kasus tekanan aktif") sebesar

$$\sigma_h = K_0 \sigma_1$$

Kasus tekanan minimum ini dapat diterangkan dari pengamatan bahwa pasak gelincirnya adalah suatu volume minimum pada $45^\circ + \phi/2$ dari horisontal (kemiringan garis dari C ke titik tangen dari Gambar 2.9a) dan ketahanan geser pada bidang geser menahan pasak itu menggelincir ke dalam dinding.

2. Tidak membelok sama sekali kalau tidak cukup kaku dan dalam kasus ini tekanan lateralnya tetap berada pada

$$\sigma_h = \gamma z K_c$$

Karena suatu perpindahan lateral dari dinding menghasilkan suatu keadaan tekanan tanah aktif di mana tekanan dindingnya menurun sampai suatu minimum, kita dapat bertanya apa yang akan terjadi jika tidak ada dinding. Dalam kasus ini kita mempunyai $\sigma_3 = 0$ dan nyata bahwa jika tekanan tanah dikerahkan pada sembarang bidang gelincir (seperti BC dari Gambar 2.10b) tidak mencukupi untuk memenuhi statika dari pasak ABC akan tergelincir ke dalam galian. Hal ini dengan mudah dapat diamati dalam suatu galian kecil dalam pasir kering di mana sisi-sisinya membentuk lereng dengan suatu sudut terhadap horisontal.

2.4.3. Tekanan Tanah Pasif

Keadaan tekanan tanah pasif diberikan oleh lingkaran Mohr yang lebih besar dari Gambar 2.9a. Keadaan ini dikembangkan dengan memperoleh kondisi-

kondisi K_0 dari Gambar 2.9b dan memelihara agar OA konstan sementara kita menambah tekanan lateral dari OE sampai kepada kerusakan keseimbangan plastis pada OD . Bidang-bidang gelincir dalam tanah itu sekarang membentuk sudut sebesar $45 - \phi/2$ dengan horisontal dan merupakan ϕ dari keadaan aktif. Orientasi sudut gelincir ini diperlihatkan oleh garis dari D sampai ke titik tangen dari lingkaran Mohr besar pada Gambar 2.9a .

Tegangan utama mayor (major) $OD = \sigma_1$ dapat dihitung secara analitis dari lingkaran Mohr sama halnya seperti tekanan aktif untuk mendapatkan Persamaan(b) , yang diulangi lagi penulisannya di sini untuk memudahkan kita

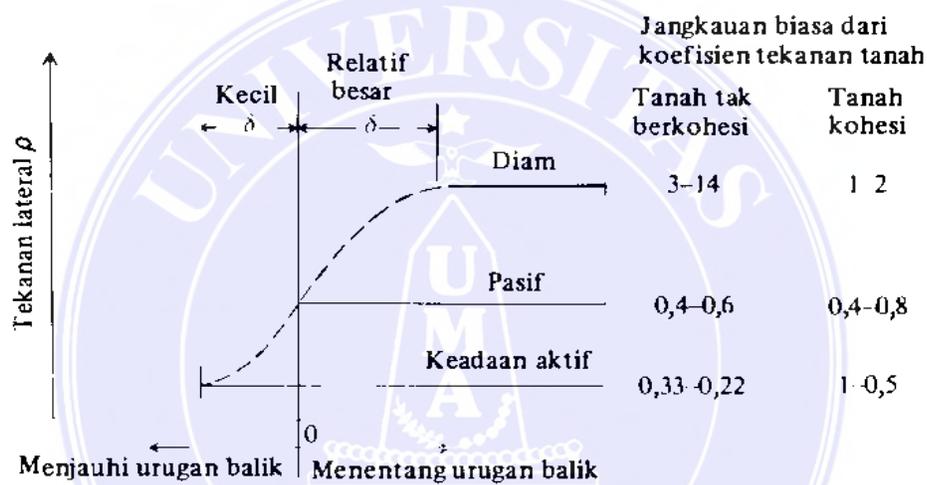
$$\sigma_1 = \sigma_3 \tan^2 \left(45 + \frac{\phi}{2} \right) + 2c \tan \left(45 + \frac{\phi}{2} \right) \quad (b)$$

Tekanan tanah pasif d ikembangkan dengan meningkatkan tekanan lateral dari OE sampai OD dalam Gambar 2.9b dan d hal ini sama dengan mendorong dinding dari Gambar ke dalam tanah . Tanah tersebut akan mengalami perubahan bentuk deformasi dan dengan perubahan bentuk yang cukup maka dikerahkanlah tahanan geser maksimum; akan tetapi perhatikan:

1. Volume baji tahanan adalah jauh lebih besar.
2. Tahanan geser yang dikerahkan s menentang dinding tersebut (di mana dalam kasus aktif hal itu membantu dinding).

Perubahan dalam pasak tahanan ABC merupakan sebab utama mengapa suatu dinding yang bergerak maju sampai ke kasus tekanan aktif minimum tak dapat didorong kembali kepada posisinya semula. Gambar 2.11 menggambarkan pergerakan relatif dan urutan besarnya koefisien tekanan tanah lateral yang didapat dari perbandingan analitis dalam Persamaan(a) dan (b).

Tekanan tanah pasif yang khas yang dibentuk oleh pelat angker atau balok-balok yang ditanamkan ke dalam tanah memakai sebuah batang atau kabel regang sehingga kabel tersebut menarik balok itu terhadap tanah. Kasus tekanan pasif lain adalah tanah di bawah garis keruk dari Gambar 2.10 yang harus menahan dinding agar tidak bergerak maju dari titik B menurun sehingga tekanan aktif dapat dibentuk dibelakang dinding dari pasak tanah yang ditentukan oleh garis BC.



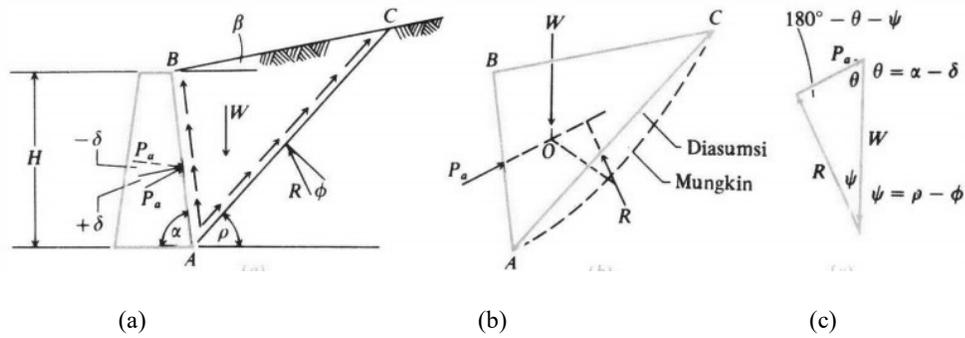
Gambar 2.11 Gambaran tekanan aktif dan pasif dengan jangkauan perubahan harga biasa untuk tanah tak berkohesi dan untuk tanah yang kohesif.

(Sumber : Joseph E. Bowles, P.E.,SE)

2.4.4. Teori Coulomb

Teori Coulomb (Coulomb, 1776) untuk tekanan tanah lateral didasari dari kondisi-kondisi dibawah ini :

1. Tanah adalah bahan yang isotropis dan homogen, yang mempunyai sudut gesek dan kohesi.
2. Bidang longsor dan permukaan tanah urug adalah bidang rata.



Gambar 2.12a (a) Kondisi-kondisi keruntuhan yang diasumsikan; (b) menunjukkan bahwa gaya-gaya resultan tidak melalui titik 0 ; sehingga kesetimbangan statis (static equilibrium) tidak dipenuhi; (c) segitiga gaya untuk menghasilkan P_a .

(Sumber : Joseph E. Bowles, P.E.,SE)

Persamaan dapat ditulis dalam rumus.

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

Dimana :

- (φ) : Sudut gesek dalam dari tanah
- (α) : Sudut kemiringan timbunan tanah terhadap bidang horisontal
- (δ) : Sudut kemiringan tegangan
- (β) : Sudut kemiringan dinding terhadap bidang vertical

2.4.5. Teori Rankine

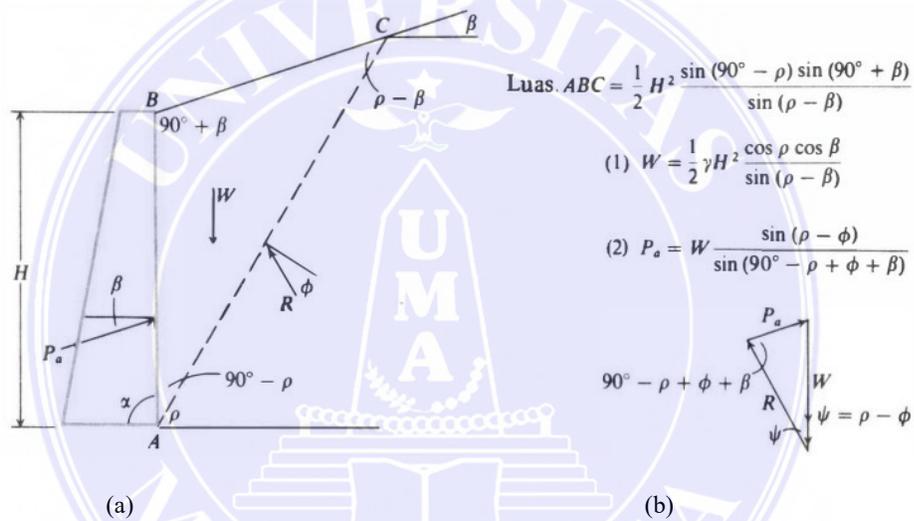
Rankine (sekitar 1857) menganggap tanah sebagai dalam keadaan keseimbangan plastis dan pada hakikatnya memakai asumsi yang sama seperti Coulomb, kecuali bahwa ia menganggap tidak ada gesekan dinding atau kohesi tanah.

Kemudian substitusikan ke dalam pernyataan untuk K_a (dengan membatalkan OB dan memakai $\sin^2 \beta = 1 - \cos^2 \beta$) memberikan rasio tekanan yang bertindak sejajar terhadap pengurusan- belakang lereng β sebagai.

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

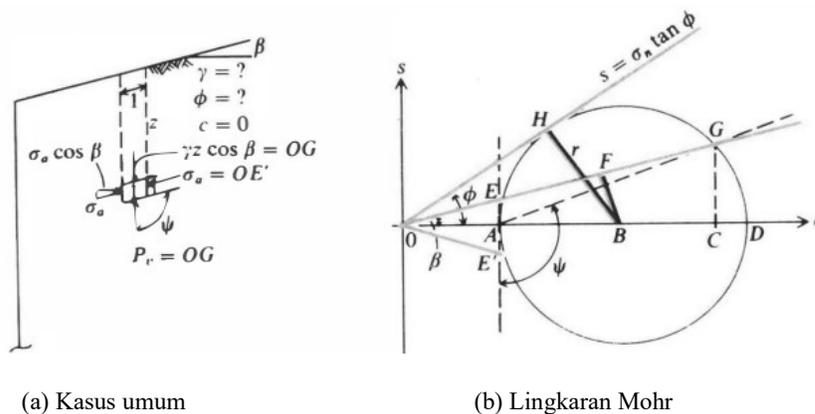
komponen horisontal dari tekanan tanah aktif itu diperoleh sebagai

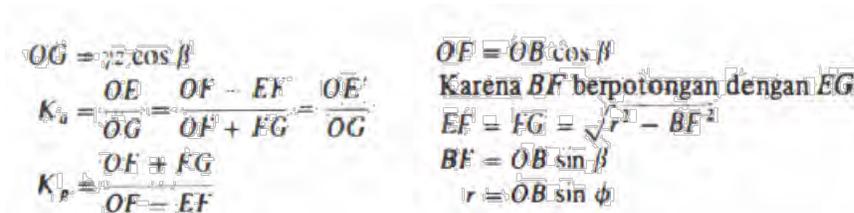
$$\sigma_{a,hor} = \sigma_a \cos \beta \quad (= OE \cos \beta = OA \text{ dari Gambar 2.13.a})$$



Gambar 2.13 (a) Sistem struktur tanah untuk pemecahan Rankine untuk $\alpha = 90^\circ$: (b) segitiga gaya di dalam pemecahan Rankine.

(Sumber : Joseph E. Bowles, P.E.,SE)





Gambar 2.13a Diagram-diagram tekanan untuk tekanan tanah Rankine aktif

(Sumber : Joseph E. Bowles, P.E.,SE)

Menurut teori Rankine, untuk tanah berpasir tidak kohesif, besarnya gaya lateral pada satuan lebar dinding akibat tekanan tanah aktif pada dinding setinggi H dapat dinyatakan dengan :

$$\Sigma p_a : 0,5 \times H^2 \times \gamma \times K_a$$

Dengan

K_a : koefisien tekanan tanah aktif

q : Beban terbagi rata (kN/m)

H : Tinggi dinding penahan (m)

γ_b : Berat isi tanah (kN/m³)

$$K_a : \cos \beta \frac{\cos \beta - \sqrt{\cos^2 \beta - \cos^2 \phi}}{\cos \beta + \sqrt{\cos^2 \beta - \cos^2 \phi}}$$

Dengan

ϕ : Sudut geser dalam

β : Sudut tanah timbunan

Untuk tanah timbunan datar ($\beta = 0^\circ$), besarnya koefisien tekanan tanah aktif menjadi :

$$K_a : \frac{1 - \sin \phi}{1 + \sin \phi} : tg^2 \left(45^\circ - \frac{\phi}{2} \right)$$

2.4.6. Teori Mononobe-Okabe

Persamaan tekanan tanah aktif Coulomb bisa dimodifikasi untuk menghitung koefisien percepatan horizontal yang disebabkan oleh gempa (K_{ae}), secara umum dikenal dengan Mononobe-Okabe analysis. (Mononobe,1929 ; Okabe,1926)

$$K_{ae} = \frac{\sin^2 (\beta + \varphi - \psi)}{\cos \psi \cdot \sin^2 \beta \cdot \sin \beta - \psi - \delta \left(1 - \sqrt{\frac{\sin(\varphi + \delta) \cdot \sin(\varphi - \alpha - \psi)}{\sin \beta - \delta - \psi \cdot \sin(\alpha + \beta)}} \right)^2} \quad (d)$$

$$K_h = 'g'/g$$

$$\psi = \tan^{-1} \cdot 'g'$$

Dimana :

('g') : Percepatan puncak batuan dasar SNI-03-1726-2002

(g) : Percepatan gravitasi

(K_h) : Koefisien percepatan gempa horizontal

(ψ) : Sudut percepatan gempa arah horizontal

(φ) : Sudut gesek dalam dari tanah

(α) : Sudut kemiringan timbunan tanah terhadap bidang horizontal

(δ) : Sudut kemiringan tegangan

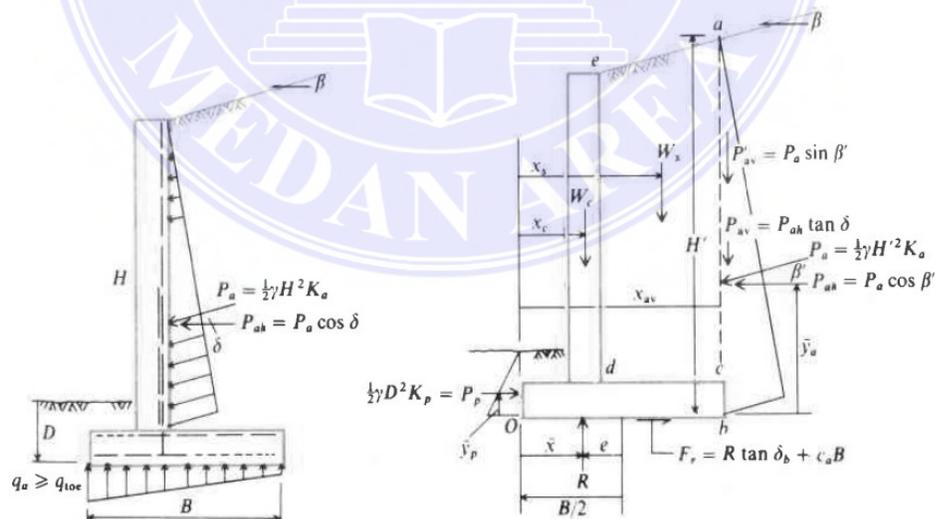
(β) : Sudut kemiringan dinding terhadap bidang vertical

2.5 Kestabilan Dinding Penahan (Retaining Wall)

Tekanan tanah dan gaya-gaya yang bekerja pada dinding penahan tanah sangat mempengaruhi stabilitas dinding penahan tanah itu sendiri, secara umum pemampatan atau penggunaan bahan dalam konstruksi dinding penahan tanah

yang berarti memberikan perkuatan pada massa tanah, memperbesar timbunan di belakang dinding penahan tanah. Seperti pada Gambar 2.14 Dinding itu harus stabil terhadap :

1. Geseran dan penturan badan dinding terhadap tekanan tanah lateral atas badan-dinding.
2. Momen geser dan lentur alas pada badan-dinding yang disebabkan oleh pembebanan dinding menghasilkan tekanan tanah atas telapak (atau alas) dinding
3. Kestabilan dinding keseluruhan :
 - a. Gelincir - dihasilkan oleh tekanan tanah atas bidang vertikal ab (atau jarak H') yang melintasi tumit.
 - b. Penggulingan sekitar jari pada titik O.
 - c. Kestabilan putar seperti dilukiskan pada Gambar 2.12a
4. Kestabilan terhadap kerusakan daya dukung atau penurunan alas yang berlebihan menghasilkan penjurangan besar pada dinding.

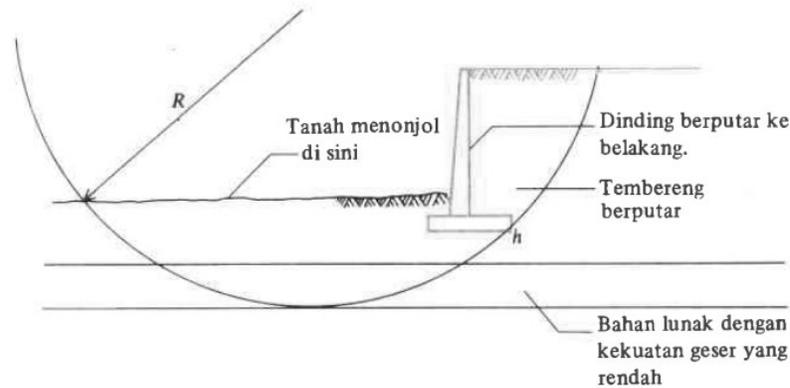


(I) Tekanan tanah pada bagian dinding

(II) Kestabilan dinding menyeluruh

Gambar 2.14 Kestabilan dinding umum

(Sumber : Joseph E. Bowles, P.E.,SE)



Gambar 2.14a Keruntuhan geser tanah.

(Sumber : Joseph E. Bowles, P.E.,SE)

2.5.1. Kestabilan Geser Dinding Penahan

Untuk memberikan kekuatan yang cukup melawan geseran horisontal, dasar dinding penahan harus memiliki kedalaman minimum 3 ft (1m) di bawah muka tanah. Untuk dinding permanen, kekuatan tersebut harus stabil tanpa adanya struktur penahan pasif di bagian kaki dinding. Jika syarat kekuatan diatas tak mencukupi, dapat ditambahkan pengunci geser di bawah telapak pondasi atau tiang pancang untuk menahan geseran.

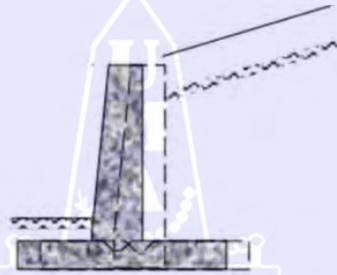
Dinding Tanah Distabilisasi secara Mekanis (Mechanically Stabilized Earth Wall/MSE), MSE dibuat dari beberapa elemen bahan yang dimaksudkan untuk penguatan dan perbaikan tanah dengan menggunakan plat baja (steel strip) atau bahan grid polimer (polymeric grid), geotekstil yang kuat menahan tarikan dan beban bahan di atasnya. Keuntungan dinding ini dibandingkan dinding konvensional dari bahan pasangan dan beton bertulang adalah:

1. Fleksibel terhadap adanya kemungkinan penurunan
2. Cukup murah
3. Cukup efisien terhadap waktu pemasangan

4. Kapabilitas yang cukup baik untuk terjadinya drainase (drainage)

Terdapat dua macam produk, produk yang dapat mulur (extensible product), dan produk yang tak dapat mulur (inextensible product). Produk yang dapat meregang memungkinkan berubah bentuk akibat beban tanpa mengalami putus karena kekuatannya telah dirancang melebihi kekuatan tanah. Dinding ini diselenggarakan untuk keperluan semi permanen dan atau jika lapangan menyulitkan membangun dinding penahan dari bahan pasangan.

Akibat tekanan tanah aktif horisontal yang kuat, maka Retaining wall akan tergeser atau terdorong. Gaya geser ini akan dilawan oleh berat sendiri retaining wall, berat tanah di atas tumit dan tekanan tanah pasif.



Gambar 2.15 Dinding Penahan Tergeser

(Sumber : Mekanika tanah & teknik pondasi Ir Suyono Sosrodarsono, 2000)

Menghitung Stabilitas Terhadap Penggeseran :

$$FS_{\text{geser}} = \frac{\Sigma Rh}{\Sigma Ph} \geq 1,5 \quad (e)$$

Dimana :

ΣRh = Tahanan dinding penahan tanah terhadap penggeseran ($cd \cdot B + W \tan \delta b$)

ΣRh = Jumlah tekanan horizontal

cd = adhesi antara tanah dan dasar dinding

B = lebar pondasi (m)

W = berat total dinding penahan dan tanah diatas plat pondasi

δ_b = sudut geser antara tanah dan dasar pondasi.

Faktor aman terhadap penggeseran dasar fondasi (Fgs), diambil 1,5.

Bowles (1977) menyarankan : Fgs \geq 1,5 untuk tanah dasar granuler dan Fgs \geq 2 untuk tanah dasar kohesif

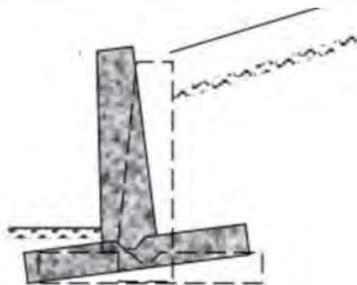
Tabel 2.1 Koefisien gesek ($\tan \delta$) antara dasar fondasi dan tanah dasar

No.	Jenis tanah dasar fondasi	$\tan \delta$
1	Tanah granuler kasar tak mengandung lanau atau lempung	0,55
2	Tanah granuler kasar mengandung lanau	0,45
3	Tanah lanau tak berkohesi	0,35
4	Batu keras permukaan kasar	0,60

(Sumber : Hardiyatmo, 2014)

2.5.2. Stabilitas Terhadap Guling

Akibat tekanan tanah aktif horisontal yang kuat, maka retaining wall akan terguling pada titik guling. Kestabilan struktur terhadap kemungkinan terguling (overtuning stability) dihitung dengan membandingkan jumlah momen-momen yang menyebabkan guling dengan jumlah momen perlawanan guling. Gaya guling ini akan dilawan oleh berat sendiri retaining wall, berat tanah di atas tumit dan tekanan tanah pasif.



Gambar 2.16 Dinding Penahan Terguling

(Sumber : Mekanika tanah & teknik pondasi Ir Suyono Sosrodarsono, 2000)

Persamaan dibawah ini berlaku untuk dinding gravitasi dimana momen penyebab guling berasal dari tekanan-tekanan tanah, dan momen perlawanan guling berasal dari berat sendiri konstruksi. Menurut PPIURG 1987, Faktor stabilitas guling diambil sebesar 1,5.

$$\text{Stabilitas Guling} = \frac{\Sigma M \text{ lawan}}{\Sigma M \text{ guling}} \geq 1,5 \quad (f)$$

Dimana :

(ΣM lawan) : Jumlah momen perlawanan guling

(ΣM guling) : Jumlah momen penyebab guling

Faktor aman terhadap guling dasar fondasi (Fgl), diambil 1,5. Bowles (1977) menyarankan : $Fgl \geq 1,5$

2.5.3. Stabilitas Keruntuhan Daya Dukung Tanah

Pada dasarnya daya dukung tanah adalah kemampuan tanah dalam mendukung beban fondasi yang bekerja diatasnya. Fondasi adalah bagian dari struktur yang berfungsi meneruskan beban akibat berat struktur secara langsung ketanah yang terletak dibawahnya. Tegangan maximum (σ_{max}) akibat berat pondasi pada tanah pasir, lempung atau campuran dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$\sigma_{max} = (\Sigma V / b) + (1 / 12 \cdot b)$$

Dimana :

(σ_{max}) : Tegangan maksimum dari konstruksi

(ΣV) : Jumlah gaya-gaya vertikal

(b) : Lebar pondasi

Persamaan-persamaan yang dibuat dikaitkan dengan sifatsifat tanah dan bentuk bidang geser yang terjadi saat keruntuhannya. daya dukung tanah ultimate

untuk tanah non kohesif (σ_{tanah}) dapat ditentukan dengan teori Terzaqhi sebagai berikut :

$$\sigma_{tanah} = (Df \cdot \gamma) \cdot N_q + (\beta \cdot b \cdot \gamma \cdot N_g)$$

Dimana :

(σ_{tanah}) : Tegangan tanah maximum

(q) : Beban terbagi rata tanah diatas pondasi ($Df \cdot \gamma$)

(Df) : Kedalaman galian pondasi

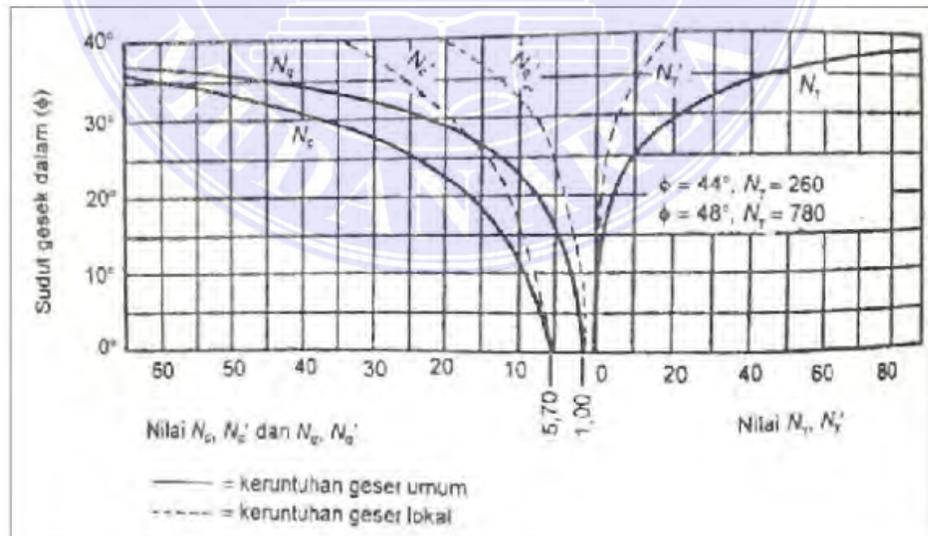
(γ) : Berat volume tanah

(β) : Faktor bentuk pondasi menerus 0,5

(b) : Lebar pondasi

(N_q, N_g) : Faktor daya dukung Terzaqhi

Faktor – faktor daya dukung tanah Terzaqhi dapat diambil dari grafik Terzaqhi. Dalam grafik tersebut terdapat keruntuhan geser lokal dan umum yang berhubungan dengan sudut geser tanah. Seperti Gambar 2.17.



Gambar 2.17 Faktor Daya Dukung Tanah Terzaqhi

(Sumber : Hardiyatmo, 2014)

2.6 Momen Pada Dinding Penahan (Retaining Wall)

Perhitungan momen pada retaining wall ini merupakan langkah awal dalam menentukan jumlah tulangan yang diperlukan oleh retaining wall. Perhitungan momen dimulai dengan mencari reaksi perletakan pada bentang terlebih dahulu lalu dapat dilanjutkan dengan perhitungan momen ditumpuan dan dilapangan.

1. Perhitungan reaksi perletakan

$$\Sigma MB = 0$$

$$Ra \cdot H - Pa3 \times h2 \times 0,5 h2 - Pa5 \times h2 \times 0,5 h2 H - Pa2 \times h1 \times 0,5$$

$$h1 - Pa1 \times H \times 0,5 = 0$$

$$\Sigma MA = 0$$

$$-Rb \cdot H + Pa3 \times h2 \times 0,5 h2 + Pa5 \times h2 \times 0,5 h2 + Pa2 \times h1 \times (H - 0,5 \times h1) + Pa1 \times 0,5 H = 0$$

2. Perhitungan momen ditumpuan

$$W_1 = M_{AB} = \frac{Pa1 \times H^2}{12}$$

$$M_{BA} = M_{BA} = \quad \text{kNm}$$

$$W_2 = M_{AB} = \frac{Pa2 \times h1 \times H \times \left(\frac{h1}{H}\right)^2}{12} \left(3 \left(\frac{h1}{H}\right)^2 - 8 \left(\frac{h1}{H}\right)^2 + 6 \right)$$

$$M_{BA} = \frac{Pa2 \times h1 \times H \times \left(\frac{h1}{H}\right)^2}{12} \left(4 \left(\frac{h1}{H}\right)^2 \right)$$

$$W_3 = M_{AB} = \frac{Pa3 \times h1 \times H \times \left(\frac{h1}{H}\right)^2}{12} \left(3 \left(\frac{h1}{H}\right)^2 - 8 \left(\frac{h1}{H}\right)^2 + 6 \right)$$

$$M_{BA} = \frac{Pa3 \times h1 \times H \times \left(\frac{h1}{H}\right)^2}{12} \left(4 \left(\frac{h1}{H}\right)^2 \right)$$

$$W_5 = M_{AB} = \frac{Pa_5 \times h_1 \times H \times \left(\frac{h_1}{H}\right)^2}{12} \left(3 \left(\frac{h_1}{H}\right)^2 - 8 \left(\frac{h_1}{H}\right)^2 + 6 \right)$$

$$M_{BA} = \frac{Pa_5 \times h_1 \times H \times \left(\frac{h_1}{H}\right)^2}{12} \left(4 \left(\frac{h_1}{H}\right)^2 \right)$$

3. Perhitungan momen dilapangan

$$\Sigma MB = 0$$

$$R_a = R_a + \left(\frac{M_{AE}}{H} - \frac{M_{BA}}{H} \right)$$

$$\Sigma MA = 0$$

$$R_b = R_b + \left(\frac{M_{BA}}{H} - \frac{M_{AE}}{H} \right)$$

$$\frac{dM_x}{dx} = 0$$

$$R_a \cdot x - M_{BA} - \frac{1}{2} x (Pa_1 + Pa_2 + Pa_3 + Pa_5) \cdot x^2$$

$$R_a - (Pa_1 + Pa_2 + Pa_3 + Pa_5) = 0$$

$$M_{max} = R_a \cdot x - M_{BA} - \frac{1}{2} x (Pa_1 + Pa_2 + Pa_3 + Pa_5) \cdot x^2$$

2.7 Pendekatan Terhadap Perencanaan dan Contoh Perencanaan Dinding Penahan Tanah Tipe Kantilever

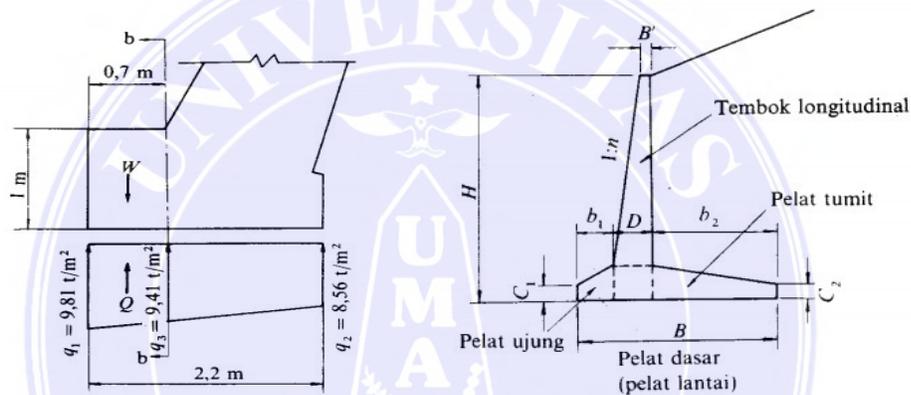
Dinding penahan dengan tipe balok kantilever tersusun dari suatu dinding memanjang dan suatu pelat lantai. Masing-masing berlaku sebagai balok kantilever dan kemantapan dari tembok didapatkan dengan berat badannya sendiri dan berat tanah diatas tumit pelat lantai.

Dinding penahan tipe kantilever tersusun atas bagian-bagian seperti Gambar 2.18, Perencanaan dibuat dengan anggapan bahwa hubungan tiap bagian

dihitung sebagai suatu ujung jepit dari pelat kantilever. Contoh perencanaan dinding penahan tipe balok kantilever sebagai berikut.

1. Kemiringan muka tembok longitudinal dianggap paling sedikit 1 : 15.
2. Lebar pelat sebagian besar bergerak antara 0,5 sampai 0,8 H.
3. Secara ekonomis lebih baik apabila pelat ujung diambil H/8.
4. Dalam perhitungan harga B', C₁ C₂ diambil lebih dari 30 cm.

2.7.1. Kondisi Perencanaan



Gambar 2.18 Beban yang bekerja pada pelat. dan Bentuk dinding penahan tipe kantilever

(Sumber : Mekanika tanah & teknik pondasi Ir Suyono Sosrodarsono, 2000)

1. Tinggi dinding penahan dan kondisi permukaan belakang dapat dilihat pada Gambar 2.19.
2. Tekstur tanah di permukaan belakang dan pemakaian rumus. Tekstur tanah : Tanah berpasir dengan permeabilitas rendah/ kecil termasuk juga lanau dan lempung ($\gamma_s = 1,9 \text{ t/m}^3$). Tekanan tanah : berdasarkan rumus Terzaghi.
3. Tekanan yang diijinkan.

Beton bertulang (berat isi $\gamma_s = 1,9 \text{ t/m}^3$)

Kekuatan rencana : $\sigma_{ck} = 270 \text{ kg/cm}^2$

Tegangan tekan akibat lentur : $\sigma_{ca} = 70 \text{ kg/cm}^2$

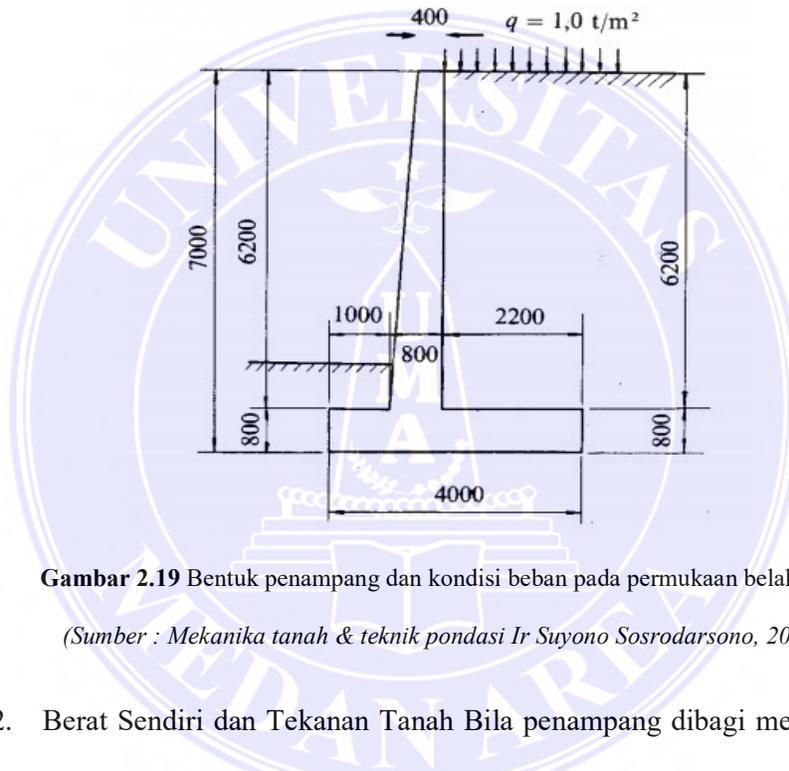
Tegangan geser: $\tau_a = 8 \text{ kg/cm}^2$

Tegangan tarik tulangan : $\sigma_{sa} = 1600 \text{ kg/cm}^2$

4. Faktor keamanan.

Titik peralihan : Titik kerja resultante dianggap berada dalam daerah sepertiga lebar pelat lantai dari pusat pelat lantai. Gelincir: $F_s = 1,5$.

5. Daya dukung yang diizinkan dan koefisien gesek dasar. $Q_a = 30 \text{ t/m}^2$, $\mu = 0,6$



Gambar 2.19 Bentuk penampang dan kondisi beban pada permukaan belakang.

(Sumber : *Mekanika tanah & teknik pondasi Ir Suyono Sosrodarsono, 2000*)

2.7.2. Berat Sendiri dan Tekanan Tanah Bila penampang dibagi menjadi empat segmen seperti Gambar 2.19 dan berat sendiri tiap penampang adalah W_1 - W_4 , jarak mendatar dari titik A ke pusat gaya berat tiap penampang adalah I_1 - I_4 , maka akan didapatkan Tabel 2.2.

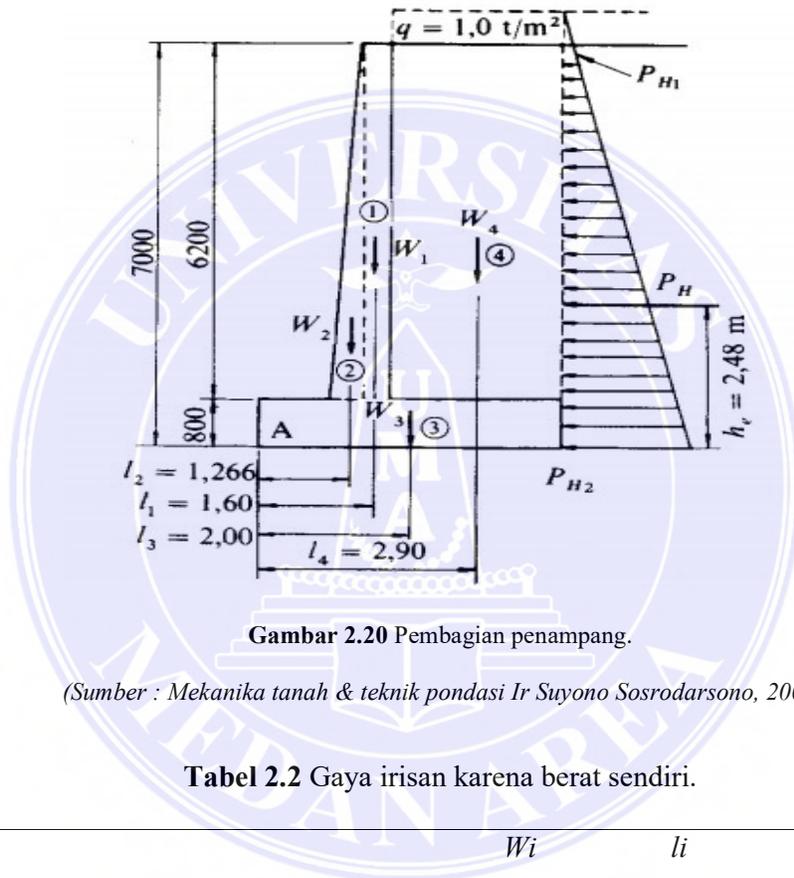
Tekanan tanah adalah sebagai beban, dalam hal ini pembebanan yang bekerja adalah $q = 1,0 \text{ t/m}^2$ maka dengan mengubah beban ini menjadi tebal tanah maka didapatkan,

$$h_s = q/\gamma_c = 1,0/ 1,9 = 0,53 \text{ m}$$

Pencarian koefisien tekanan tanah dari grafik tekanan tanah Terzaghi telah dijelaskan K_H adalah $0,6 \text{ t/m}^3$ dan K_V sama dengan nol. dan P_{H1} dan P_{H2} yang terlihat pada Gambar 2.19 adalah sebagai berikut :

$$P_{H1} = K_H \cdot h_s = 0,6 \times 0,53 = 0,32 \text{ t/m}$$

$$P_{H2} = K_H (h_s + H) = 0,6 \times (0,53 + 7,0) = 4,52 \text{ t/m}$$



Gambar 2.20 Pembagian penampang.

(Sumber : Mekanika tanah & teknik pondasi Ir Suyono Sosrodarsono, 2000)

Tabel 2.2 Gaya irisan karena berat sendiri.

i		W_i	l_i	$W_i \cdot l_i$
1	0,40 x 6,20 x 2,50	6,20	1,60	9,92
2	0,40 x 6,20 x 1,2 x 2,50	3,10	1,266	3,92
3	0,80 x 4,00 x 2,50	8,00	2,00	16,00
4	2,20 x 6,20 x 1,90	25,92	2,90	75,168
Σ		43,22		105,01

(Sumber : Mekanika tanah & teknik pondasi Ir Suyono Sosrodarsono, 2000)

Tabel 2.3 Ikhtisar gaya irisan terhadap titik A.

	Gaya vertikal	Jarak Mendata r	Momen tahan M_1	Gaya horizontal	Jarak vertikal	Momen guling M_0
Berat sendiri	43,22		105,01			
Beban pembebanan	2,20	2,90	6,38			
Tek. tanah horisontal				16,94	2,48	42,01
Σ	45,42		111,39	16,94		42,01

(Sumber : Mekanika tanah & teknik pondasi Ir Suyono Sosrodarsono, 2000)

Resultante tekanan tanah dan tinggi garis kerjanya adalah :

$$P_H = \frac{(P_{H1} + P_{H2}) \cdot H}{2} = \frac{(0,32 + 4,52) \times 7,0}{2} = 16,94 \text{ t/m}$$

$$h_s = \frac{H}{3} \times \frac{H + 3h_s}{H + 2h_s} = \frac{7,0}{3} \times \frac{8,59}{8,06} = 2,48 \text{ m}$$

2.7.3. Analisa Kestabilan.

1. Kontrol terhadap guling

Gaya penampang terhadap titik A akibat beban yang bekerja terlihat pada Gambar 2.19 dan disusun seperti Tabel 2.3.

Menurut hasil di atas maka titik kerja resultante adalah di bawah ini dihitung dari titik A.

$$d = \frac{\Sigma M_P - \Sigma M_0}{\Sigma W} = \frac{111,39 - 42,01}{45,42} = 1,53 \text{ m}$$

Besarnya eksentrisitas terhitung dari tengah pelat lantai ke titik kerja resultante adalah sebagai berikut, yang hasilnya adalah kemantapan.

$$e = B/2 - d = 4,0/2 - 1,53 = 0,47 \text{ m} < B/6 = 0,67 \text{ m}$$

2. Kontrol terhadap geser / gelincir

Koefisien gesekan antara dasar dinding penahan & tanah pondasi μ adalah 0,6, perhitungan terhadap gelincir adalah di bawah ini, yang menghasilkan kemantapan.

$$F_s = W \cdot \frac{\mu}{P_H} = 45,42 \times \frac{0,6}{16,94} = 1,61 > 1,5$$

3. Kontrol terhadap daya dukung

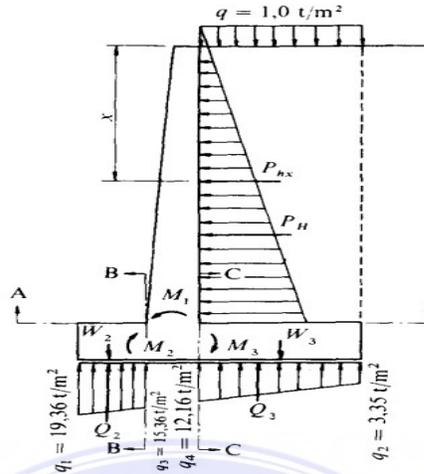
Karena resultante berada dalam daerah sepertiga dari tengah dasar, reaksi tanah menunjukkan distribusi berbentuk trapesium.

$$\begin{matrix} q_1 \\ q_2 \end{matrix} = \frac{\Sigma W}{B} \left(1 \pm \frac{6e}{B} \right) = \frac{45,42}{4,0} \left(1 \pm \frac{6 \times 0,47}{4,0} \right) \begin{cases} 19,36 \text{ t/m}^2 < Q_a \\ 3,35 \text{ t/m}^2 < Q_a \end{cases}$$

Terlihat bahwa kemantapan tetap terjaga.

2.7.4. Perencanaan Bagian-Bagian Penampang

Dalam merencanakan tembok penahan tipe balok kantilever, seperti terlihat pada Gambar 2.21, haruslah ditentukan penampang yang naik dari tembok penahan tanah (karena M_1), kenaikan pelat ujung (karena M_2) dan kenaikan pelat tumit (karena M_3). Apabila M_1 ternyata lebih kecil dari M_3 maka dalam hal ini perencanaan dibuat sama dengan mengambil harga M_3 sama dengan M_1 .



Gambar 2.21 Gaya yang bekerja pada tiap irisan.

(Sumber : Mekanika tanah & teknik pondasi Ir Suyono Sosrodarsono, 2000)

1. Gaya penampang yang bekerja pada tembok longitudinal

Pada Gambar 2.21, terlihat gaya yang bekerja pada tembok longitudinal hanya gaya mendatar maka momen lentur M_x dan gaya geser S_x pada jarak x dari puncak dapat dihitung dengan persamaan berikut

$$M_x = \frac{1}{2} K_H \cdot x^2 \cdot \frac{x^2}{3} + \frac{q}{\gamma_c} \cdot \frac{x^2}{2} = K_H \cdot \frac{x^2}{2} \left(\frac{x}{3} + \frac{q}{\gamma_c} \right) = 0,3 \cdot x^2 \cdot \left(\frac{x}{3} + 0,53 \right)$$

$$S_x = \frac{1}{2} K_H \cdot x^2 + \frac{q}{\gamma_c} \cdot K_H \cdot x = K_H \cdot x \left(\frac{x}{2} + \frac{q}{\gamma_c} \right) = 0,6 \cdot x \cdot \left(\frac{x}{2} + 0,53 \right)$$

Dari hasil itu maka momen lentur dan gaya geser tiap penampang disusun seperti Tabel 2.4

Tabel 2.4 Gaya irisan pada setiap titik tembok longitudinal.

X	M_x (t.m)	S_x (t)
2	1,44	1,84
4	8,94	6,07
6,2	29,94 (=M ₁)	13,50

(Sumber : Mekanika tanah & teknik pondasi Ir Suyono Sosrodarsono, 2000)

2. Gaya penampang yang bekerja pada pelat ujung.

Gaya yang bekerja pada irisan B-B pada Gambar 2.20 adalah berat sendiri pelat ujung dan reaksi tanah.

$$M_2 = 15,36 \times 0,5 + \frac{1}{2} \times 4,00 \times \frac{2}{3} - 0,8 \times 0,5 \times 2,5 = 8,013 \text{ tm}$$

$$S_2 = \frac{(19,36 + 15,36) \times 1,0}{2} - 0,8 \times 1,0 \times 2,5 = 15,36 \text{ t}$$

3. Gaya penampang yang bekerja pada pelat tumpuan.

Gaya yang bekerja pada irisan C-C pada Gambar 2.20 adalah berat sendiri, berat tanah diatas pelat tumpuan, beban pembebanan dan tekanan tanah vertikal (dalam hal ini $P_v = 0$) dengan arah ke bawah dan reaksi tanah dengan arah ke atas.

$$Q_3 = \frac{(12,16 + 3,35) \times 2,2}{2} = 17,06 \text{ t}$$

Titik kerja Q_3 dihitung dari irisan penampang C-C :

$$l_{Q_3} = \frac{2,2}{3} \times \frac{2 \times 3,35 + 12,16}{3,35 + 12,16} = 0,89 \text{ m}$$

Dari hasil diatas maka momen lentur dan gaya geser pada irisan C-C disusun pada Tabel 2.5.

Tabel 2.5 Ikhtisar gaya irisan dari pelat tumpuan.

	W_i	x_i	$W_i \cdot x_i$
Berat sendiri pelat tumpuan	4,40	1,10	4,84
Berat tanah	25,92	1,10	28,51
Beban pembebanan	2,20	1,10	2,42
Reaksi tanah	-17,06	0,89	-15,18

(Sumber : Mekanika tanah & teknik pondasi Ir Suyono Sosrodarsono, 2000)

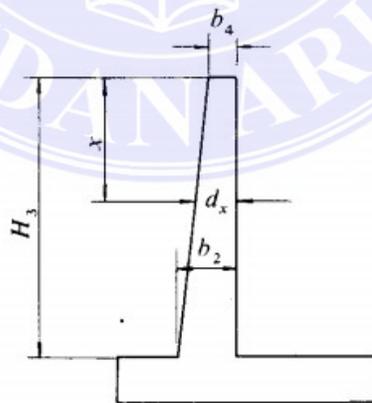
Dari perhitungan diatas didapatkan bahwa M_1 lebih besar dari M_3 dan oleh karenanya tidak perlu mengambil M_3 sama dengan M_1 .

2.7.5. Perencanaan Dinding longitudinal.

Karena didapatkan M_x dan S_x yang bekerja dengan jarak tertentu dari atas dan ini telah diberikan pada Tabel 2.4, maka diperlukan untuk menentukan jumlah batang tulangan atau tegangan dengan dasar perhitungan dari hasil diatas. Perhitungan beton bertulang tidak dibicarakan di sini, tetapi di sini akan diperlihatkan bagaimana caranya menyusun tulangan untuk tembok longitudinal. Tebal efektif d_x pada setiap titik tembok longitudinal yang terlihat pada Gambar 2.22 dapat dicari dengan persamaan berikut dengan menganggap bahwa lapisan penutup tulangan adalah 8 cm.

$$d_x = b_2 + \frac{(b_4 - b_2) \cdot x}{h_3} - 0,08 = 0,4 + \frac{(0,8 - 0,4) \cdot x}{6,20} - 0,08 = 0,32 + 0,064x$$

Selanjutnya, dalam menghitung jumlah batang tulangan yang dibutuhkan pada setiap titik digunakan $\sigma_{sa} = 1600 \text{ kg/cm}^2$ dan akan didapatkan Tabel 2.6.



Gambar 2.22 Simbol setiap bagian.

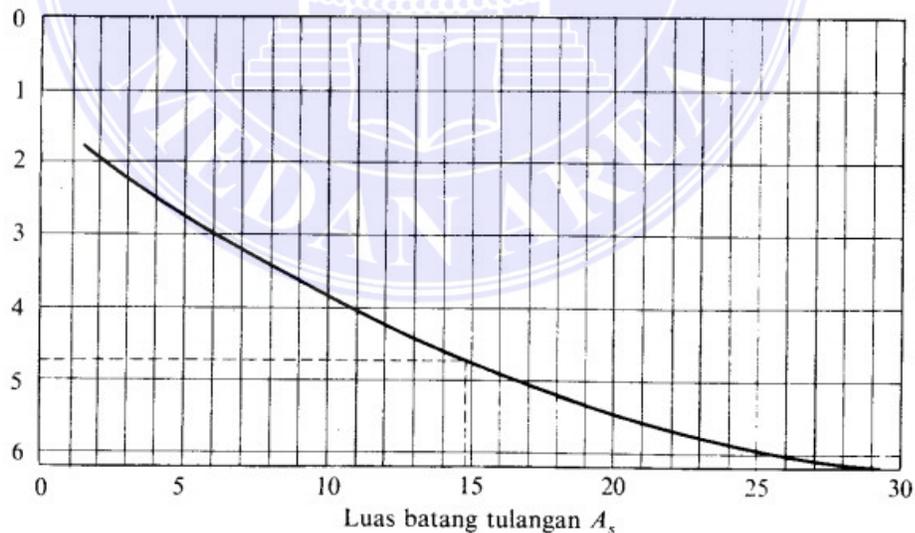
(Sumber : Mekanika tanah & teknik pondasi Ir Suyono Sosrodarsono, 2000)

Apabila hasil ini kemudian diplot dalam bentuk grafik maka akan didapatkan grafik seperti terlihat pada Gambar 2.23, yang menunjukkan jumlah tulangan A_s pada ujung terbawah di mana harga x sama dengan 6,2 m dan harga separuh penulangan pada x sama dengan 4,7m. Menurut hasil diatas, dengan dasar anggapan bahwa jumlah batang tulangan A_s adalah separuhnya pada titik di mana x adalah 4 m, selebihnya jumlah batang tulangan dipotong separuhnya untuk tembok yang lebih tinggi titik x adalah 4 m.

Tabel 2.6 Volume yang dibutuhkan untuk tulangan.

x	d (cm)	M_x (kg.cm)	$\sigma_{sa}.jd$ (kg/cm)	A_s (cm ²)
2	45	144000	63000	2,28
4	58	894000	81200	11,00
6,2	72	2994000	100800	29,70

(Sumber : Mekanika tanah & teknik pondasi Ir Suyono Sosrodarsono, 2000)



Gambar 2.23 Luas batang tulangan yang dibutuhkan pada setiap titik.

(Sumber : Mekanika tanah & teknik pondasi Ir Suyono Sosrodarsono, 2000)

2.7.6. Pelat Ujung (toe slab) dan Pelat Tumit (heel slab)

Karena tidak timbul persoalan bila perencanaan penampang dibuat dengan anggapan sebagai papan kantilever di mana timbul gaya penampang M_2 dan S_2 pada pelat ujung, M_3 dan S_3 pada pelat tumit, maka perhitungan untuk pelat-pelat ini tidak diuraikan disini.

2.8 Metode Pelaksanaan Dinding Penahan Tanah

Metode pelaksanaan merupakan panduan yang disusun secara sistematis dan teratur untuk mempermudah proses pelaksanaan pekerjaan di lapangan. Beberapa tahapan dalam pelaksanaan pekerjaan dinding penahan tanah akan dibahas sebagai berikut :

1. Mobilisasi dan demobilisasi

Mobilisasi disini dapat dibagi dalam 4 (empat) kelompok, yaitu : Mobilisasi personil tenaga inti pelaksana, Mobilisasi material, Mobilisasi tenaga kerja dan Mobilisasi peralatan. Mobilisasi personil akan dilakukan oleh sebelum pekerjaan dimulai sampai masa persiapan selesai.

Demobilisasi alat akan dilakukan setelah pekerjaan yang menggunakan alat selesai dikerjakan dan setelah pekerjaan yang membutuhkan penggunaan peralatan telah benar-benar selesai dilaksanakan.

2. Pembersihan lapangan

Pembersihan lapangan pada lokasi/pekerjaan, maupun lokasi untuk jalan masuk kelokasi proyek, agar pelaksanaan pekerjaan nantinya dapat berjalan lancar. Senua daerah yang ditempati bangunan atau yang dilewati jalur bangunan dibersihkan.

3. Dewatering

Pekerjaan dewatering atau pekerjaan pengeringan merupakan pekerjaan persiapan saat melakukan pengecoran pekerjaan yang mempunyai elevasi dibawah permukaan air dan dilakukan secara terus menerus hingga konstruksi pasangan maupun beton bertulang sudah mengering dengan sempurna. Tidak dibenarkan melakukan pasangan batu maupun beton dalam keadaan tergenag air. Pekerjaan dewatering dapat diartikan dalam dua ditinjauan. Yang pertama adalah pengeringan lapangan kerja dari permukaan air hujan, banjir yang masuk area galian. Yang kedua adalah karena peristiwa rembesan yang mengakibatkan air berkumpul di area galian dan mengganggu pekerjaan. Penentuan metode dewatering harus berdasarkan debit rembesan, sifat tanah, air tanah, ukuran dan dalam galian, daya dukung tanah, tipe pondasi, desain dan fungsi struktur, dan rencana pekerjaan.

4. Galian tanah

Pekerjaan galian tanah harus memperhatikan kedalaman galian, stabilitas lereng. Beberapa metode galian tanah yaitu open cut dengan membentuk slope (cek tinggi kritis dan kemiringan slope), sedangkan untuk lahan terbatas memerlukan dinding penahan tanah sementara. Pekerjaan galian tanah dapat menggunakan tenaga manusia atau alat berat yang disesuaikan dengan kondisi lapangan.

5. Timbunan tanah galian

Tanah hasil galian akan didapatkan kembali menjadi tanggul setelah pekerjaan galian dan konstruksi dalam galian selesai dilakukan. tanah timbunan

dapat didatangkan atau dari hasil galian setempat. Pemadatan tanah timbunan menggunakan alat bantu berupa balok kayu, stamper.

6. Pembesian

Pekerjaan pembesian, baja tulangan harus memenuhi persyaratan dan ketentuan yang berlaku kecuali tertulis pada gambar atau ditentukan direksi, bengkokan, pengelasan selmut beton dan detail lainnya. Besi yang dipakai harus bebas pelumas, karat dan kotoran. Diameter besi sesuai yang ditentukan, batang dengan berbagai ukuran

7. Bekisting

Pekerjaan bekisting mengikuti ketentuan SNI-03-2487-2002 Pasal 8.1 Perencanaan cetakan. Bekisting harus menghasilkan akhir yang memenuhi bentuk, garis, dan dimensi komponen struktur seperti yang disyaratkan pada gambar rencana dan spesifikasi.

8. Pengecoran beton

Pekerjaan pengecoran beton mengikuti ketentuan SNI-03-2487-2002 Pasal 7 Kualitas, pencampuran, dan pengecoran. Pencampuran campuran beton bisa menggunakan tenaga manusia atau alat bantu mixer untuk volume pengecoran berskala besar. Ada beberapa cara pengecoran antara lain yaitu pengecoran menggunakan bucket yang dimobilisasi oleh alat bantu crane, dan pengecoran menggunakan spray concrete dengan bantuan compressor sebagai alat pompa adukan dari truck mixer.

BAB III

METODELOGI

3.1 Umum

Konstruksi penahan tanah pada dinding basement pada proyek pembangunan Apartement Sky View Setia Budi tersebut yaitu dinding Cantilever Retaining Wall.

Peninjauan menggunakan data-data yang sesuai dengan data perencanaan, sedangkan data tanah menggunakan hasil uji laboratorium dan lapangan pada kondisi topografi tanah pada lokasi pembangunan gedung tersebut.

3.1.1 Data Lokasi dan Fungsi Bangunan

Berikut data-data atau informasi tentang evaluasi perhitungan retaining wall sebagai struktur penahan tanah basement pada gedung apartement sky view setia budi yang dijadikan topik Laporan Tugas Akhir oleh penulis yaitu:

Nama proyek : Pembangunan Apartement Skyview Setia budi

Lokasi Proyek : Jl. Abdul Hakim, Padang Bulan Selayang I,
Medan Selayang, Kota Medan

Ukuran Bangunan Basement : 33 m x 15,6 m

Tinggi Retaining Wall Basement : 2.5 m

Tebal Retaining Wall Basement : 0.15 m

Konten Basement : 1 Bangunan

Fungsi Bangunan Basement : Parkir Area Apartement Skyview Setia budi

struktur proyek (soft drawing), dan data penyelidikan tanah yakni hasil Standard Penetration Test (SPT). Seperti pada Gambar 3.2. Berdasarkan dari data hasil SPT diperoleh :

Gambar 3.2 Data SPT Proyek Sky View Setia Budi Medan

Data SPT Proyek Sky View Setia Budi Medan																
Kedalaman m'	Lapisan ke	Deskripsi		N-SPT	N ₁	N ₂	N _b	C _u	α °	Berat Volume			Berat Volume (γ) (kg/m ³)	Q _{ult} (kN)	Q _{ult} (ton)	Q _{ijin} (ton)
		Jenis tanah	Kohesif/ non kohesif							γ _w (kg/m ³)	γ _{sat} (kg/m ³)	Volume (γ) (kg/m ³)				
0	1	lempung berlanau	Kohesif	0	0	0	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2,45				6	3	6,50	4,75	4	0,7	950,00	508,70	1017,40	214,78	21,48	8,59	
4,45	2	pasir kasar berkerkil halus	non kohesif	5	2,50	6,50	4,50	0	5	475,00	254,35	508,70	201,59	20,16	8,06	
6,45				9	5	7	6			998,99	565,20	1130,40	391,87	39,19	15,67	
8,45	3	pasir sedang	non kohesif	4	5	6,50	5,75			606,94	325,00	650,00	373,97	37,40	14,96	
10,45				8	6,50	14	10,25			1451,33	777,15	1554,30	577,45	57,75	23,10	
12,45				11	10	22	16			2322,14	1243,45	2486,90	813,89	81,39	32,56	
14,45	4	pasir kasar berbatu apung	non kohesif	40	22	29	25,50			4116,53	2204,30	4408,60	1450,68	145,07	58,03	
16,45				17	12,50	19	15,75			3034,59	1624,95	3249,90	1598,57	159,86	63,94	
18,45	5	pasir kasar berlanau	non kohesif	19	15	21	18			5303,98	2840,15	5680,30	2218,41	221,84	88,74	
20,45				25	32,50	27,50	30			4987,25	2670,55	5341,10	2576,37	257,64	103,05	
22,45				20	18,50	40	29,25			4828,98	2585,80	5171,60	2860,85	286,09	114,43	
24,45	6	pasir berlanau	non kohesif	60	39,50	60	49,75			5990,01	3207,50	6415,00	3437,36	343,74	137,49	
26,45				60	42,50	60	51,25			5673,37	3037,95	6075,90	3855,61	385,56	154,22	
28,45				60	40	60	50			6333,07	3391,20	6782,40	4378,42	437,84	175,14	

3.1.4. Metodologi

Retaining Wall adalah dinding penahan tanah yang terletak pada sisi pinggir. Pekerjaan pembuatan retaining wall dimulai dengan melakukan pemasangan tulangan - tulangan yang diperlukan. Tulangan yang dipergunakan adalah tulangan konvensional yang dipasang ditempat satu persatu. Setelah pemasangan tulangan selesai, maka dilanjutkan dengan pemasangan bekisting retaining wall dan pengecoran beton.

Pengecoran untuk satu bagian dilakukan sekaligus dengan menggunakan Pouring Bucket dan Tower Crane. Setelah beton dituangkan lalu diadakan pemadatan dengan menggunakan concrete vibrator. Bekisting kemudian dibuka paling cepat setelah 2 hari.

Tahapan atau metode yang akan digunakan dalam Evaluasi Perhitungan Retaining Wall Sebagai Struktur Penahan Tanah Basement Apartement Skyview Setia Budi ini adalah:

1. Identifikasi Masalah merupakan tahap pengumpulan data yang berasal dari lapangan maupun literatur terkait yang akan digunakan sebagai objek evaluasi perhitungan retaining wall sebagai struktur penahan tanah basement pada lokasi bangunan yang akan dibangun.
2. Pengumpulan data yaitu data - data yang diperlukan untuk mengevaluasi perhitungan berupa data tanah, ukuran dinding penahan, dimensi tulangan, mutu beton, serta lokasi di peroleh dari proyek pembangunan tersebut.
3. Analisa stabilitas Dinding Penahan Tanah merupakan awal dari evaluasi perhitungan. Pada tahap analisa stabilitas retaining wall kita menentukan stabilitas guling, stabilitas geser, dan stabilitas daya dukung tanah.

4. Analisa Pembebanan meliputi yaitu beban mati, beban akibat tekanan air dan beban akibat tekanan tanah.
5. Hasil dari perhitungan struktur akan dituangkan dalam gambar rencana. Dalam penggambarannya menggunakan *software* AutoCad 2014.
6. Kesimpulan berisi rangkuman dari hasil pengerjaan Laporan Akhir serta saran untuk pembaca.

3.2 Tinjauan Evaluasi Dinding Penahan Basement

3.2.1. Parameter Tanah Lokasi

Parameter tanah pada lokasi proyek berdasarkan hasil pengujian laboratorium dan lapangan oleh pihak konsultan sipil dan mekanika tanah.

Parameter yang dipakai untuk galian tanah basement sebagai berikut :

Jenis tanah pada galian	: Lempung, berlanau
Status tanah kohesif / non kohesif	: Kohesif
Nilai N_{SPT}	: 6
Nilai c kedalaman 0-2,45	: 0
Nilai Q_{ult}	: 214,78 kN atau 21,48 ton
Nilai Q_{ijin}	: 8,59 ton
Berat volume tanah (γ)	: 1017,40 kg/m ³
Kohesi (c)	: 4 (tanah kohesif)
Muka air tanah	: -1,50m dari muka tanah
Berat volume air tanah (γ_w)	: 950 kg/m ³
Berat volume tanah terendam (γ')	: 508,70kg/m ³
Sudut geser dalam tanah (ϕ)	: 30°

Sudut kemiringan backfill (α)	: 0,7°
Sudut kemiringan dinding (β)	: 90°
Sudut kemiringan tegangan (δ)	: 0°
Percepatan gravitasi (g)	: 9,81 m/dtk

3.2.2. Data Teknis Dinding Penahan Tanah (Retaining Wall)

Data teknis Retaining Wall yang diperoleh adalah dengan spesifikasi sebagai berikut:

1. Jenis retaining wall : Cantilever Retaining Wall
2. Ketebalan retaining wall : 0,15 m
3. Tinggi retaining wall : 2,5 m
4. Lebar retaining wall : 1 m (ditinjau permeter)
5. Diameter tulangan : D12, dan D14

3.2.3. Perhitungan Tekanan Tanah Dinding Basement

Koefisien tekanan tanah aktif

$$K_a = \frac{\cos^2(\phi - \alpha)}{\cos^2\alpha \times \cos(\alpha + \delta) \times \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \times \sin\phi}{\cos(\alpha + \delta) \times \cos\alpha}} \right]^2}$$

Koefisien tekanan tanah pasif

$$K_p = \frac{\cos^2(\phi + \alpha)}{\cos^2\alpha \times \cos(\alpha - \delta) \times \left[1 - \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \times \sin\phi}{\cos(\alpha - \delta) \times \cos\alpha}} \right]^2}$$

3.3 Analisa Kestabilan

3.3.1. Kontrol terhadap guling

Gaya penampang terhadap titik A akibat beban yang bekerja terlihat pada Gambar 2.19 dan disusun seperti Tabel 2.3.

Menurut hasil di atas maka titik kerja resultante adalah di bawah ini dihitung dari titik A.

$$d = \frac{\sum M_p - \sum M_0}{\sum W}$$

Besarnya eksentrisitas terhitung dari tengah pelat lantai ke titik kerja resultante adalah sebagai berikut, yang hasilnya adalah kestabilan.

$$e = B/2 - d = \text{ m}$$

3.3.2. Kontrol terhadap geser / gelincir

Koefisien gesekan antara dasar dinding penahan & tanah pondasi μ adalah 0,6, perhitungan terhadap gelincir adalah di bawah ini, yang menghasilkan kestabilan.

$$F_s = W \cdot \frac{\mu}{P_H} = \dots > 1,5$$

3.3.3. Kontrol terhadap daya dukung

Karena resultante berada dalam daerah sepertiga dari tengah dasar, reaksi tanah menunjukkan distribusi berbentuk trapesium.

$$q_1 = \frac{\sum W}{B} \left(1 \pm \frac{6e}{B} \right) = \begin{cases} t/m^2 < q_a \\ t/m^2 < q_a \end{cases}$$

Terlihat bahwa kestabilan tetap terjaga.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil evaluasi perhitungan dinding penahan tanah (retaining wall) sebagai struktur penahan tanah basement pada proyek pembangunan Apartement Sky View Setiabudi terhadap stabilitas dinding penahan tanah ini didasarkan pada buku analisis dan perancangan pondasi, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Stabilitas terhadap guling

$$|e| = 0.36 \text{ m} < B/6 = 0.33 \text{ m} \quad \text{OK!}$$

2. Stabilitas terhadap geser

$$F_s = 1.16 < 1.50 \quad \text{Tidak stabil!}$$

3. Daya dukung tanah

$$q_1 = 3.94 \text{ t/m}^2 < q_a = 62.16 \text{ t/m}^2 \quad \text{OK!}$$

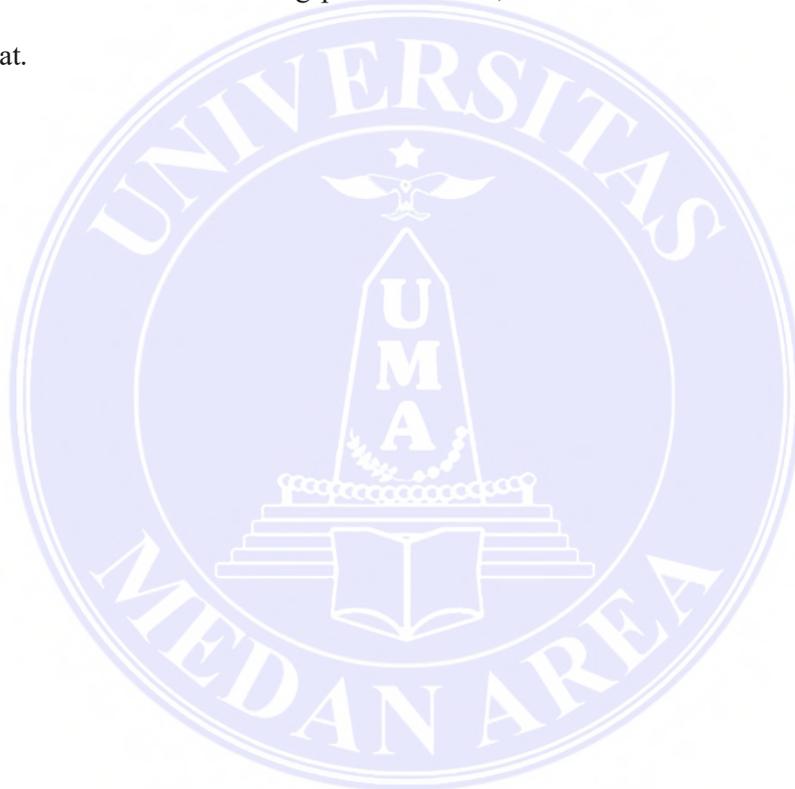
$$q_2 = 1.66 \text{ t/m}^2 < q_a = 62.16 \text{ t/m}^2 \quad \text{OK!}$$

Jadi asumsi dimensi awal dari dinding penahan tanah, sudah aman terhadap stabilitas guling dan daya dukung tanah tetapi tidak aman terhadap stabilitas geser.

1. Potongan A - A menggunakan tulangan pokok D14 - 250, sengkak D12 - 150
2. Potongan B - B menggunakan tulangan pokok D14 - 250, sengkak D12 - 150
3. Potongan C - C menggunakan tulangan pokok D14 - 250, sengkak D12 - 150
4. Potongan D - D menggunakan tulangan pokok D14 - 250, sengkak D12 - 150

5.2 Saran.

1. Sebelum menghitung penulis menyarankan pembaca untuk menguasai terlebih dahulu konsep perhitungan dinding penahan.
2. Dalam menghitung dinding penahan tanah perlu mengetahui atau memahami lokasi yang akan dibangun dinding penahan tanah. Sehingga dinding penahan tanah dapat dihitung secara tepat menurut kondisi lapangan.
3. Ketika merencanakan dinding penahan tanah, data-data tanah harus lengkap dan akurat.



DAFTAR PUSTAKA

- Bowles, J. E. 1993. Analisa dan desain Pondasi : Edisi Keempat Jilid 2. Erlangga, Jakarta.
- Hardiyatmo, H.C. 1996. Mekanika Tanah 1. PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Hardiyatmo, H. C, 2014, “Mekanika Tanah II”, Edisi Keempat, Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- Brooks, H. (2010). Basics of Retaining Wall Design, 8th Edition. HBA Publications, Inc.
- Hemsley, J. A. (2000). Design Application of Raft Foundations. Thomas Telford Ltd, London.
- Sosrodarsono, S., dan Nakazawa. 2000. Mekanika Tanah dan Teknik Pondasi. Jakarta: PT Pradnya Paramita.
- Subiyanto, (1986). Bimbingan Tugas Teknik Pondasi. Cipta Science Series.
- Ritchie Specs. (2007). Komatsu D375A-1 Crawler Tractor. <http://www.ritchie-specs.com/specification>
- Rostiyanti, S. F. (2008). Alat Berat untuk Proyek Konstruksi.
- Whramby, N. (2007). Diaphragm & Secant Pile Walls. Brian Perry Civil, New Zealand.

LAMPIRAN



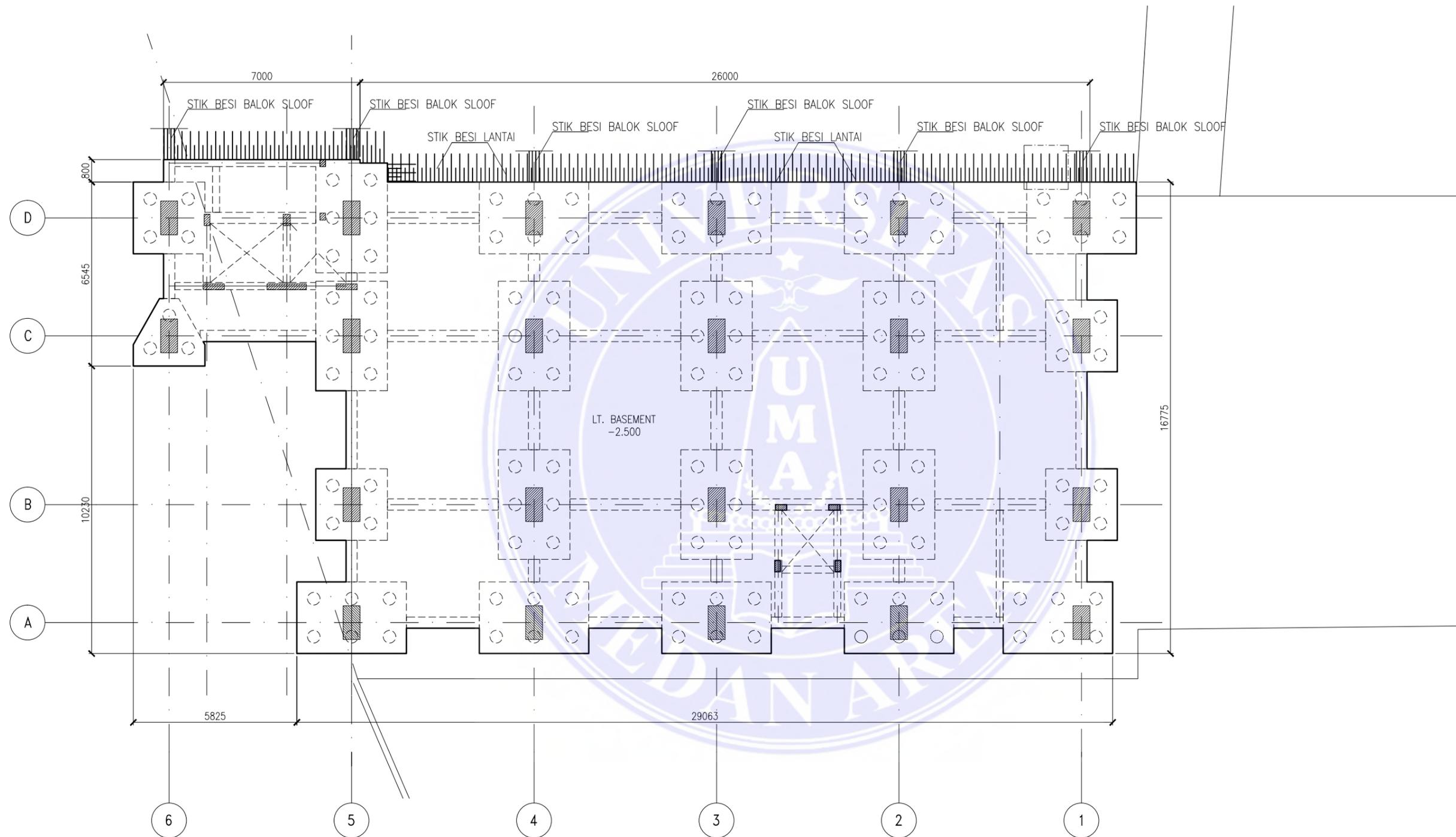
UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 11/26/19

Access From ⁷⁴(repository.uma.ac.id)



BATAS STOP COR UNTUK PLAT LANTAI BASEMENT

SKALA 1 : 150

CATATAN :

BAHAN : BETON K.300
 BESI BETON : SNI (ULIR) U39

PROYEK :

SKY VIEW
 Jl. SETIA BUDI - MEDAN

AS BUILT DRAWING

DIPERIKSA DAN DISETUJUI

DAUD KOSENI
 MANAJEMEN KONSTRUKSI

KONTRAKTOR PELAKSANA



DISETUJUI	DIPERIKSA	DIGAMBAR

Ali Sihirin Purba Project Manager	Rig F. G Chief Engineering	Ibu Drafter
--------------------------------------	-------------------------------	----------------

NAMA GAMBAR

BATAS STOP COR UNTUK
 PLAT LT. BASEMENT

Document Accepted 11/26/19
 TANGGAL SKALA NO.LBR

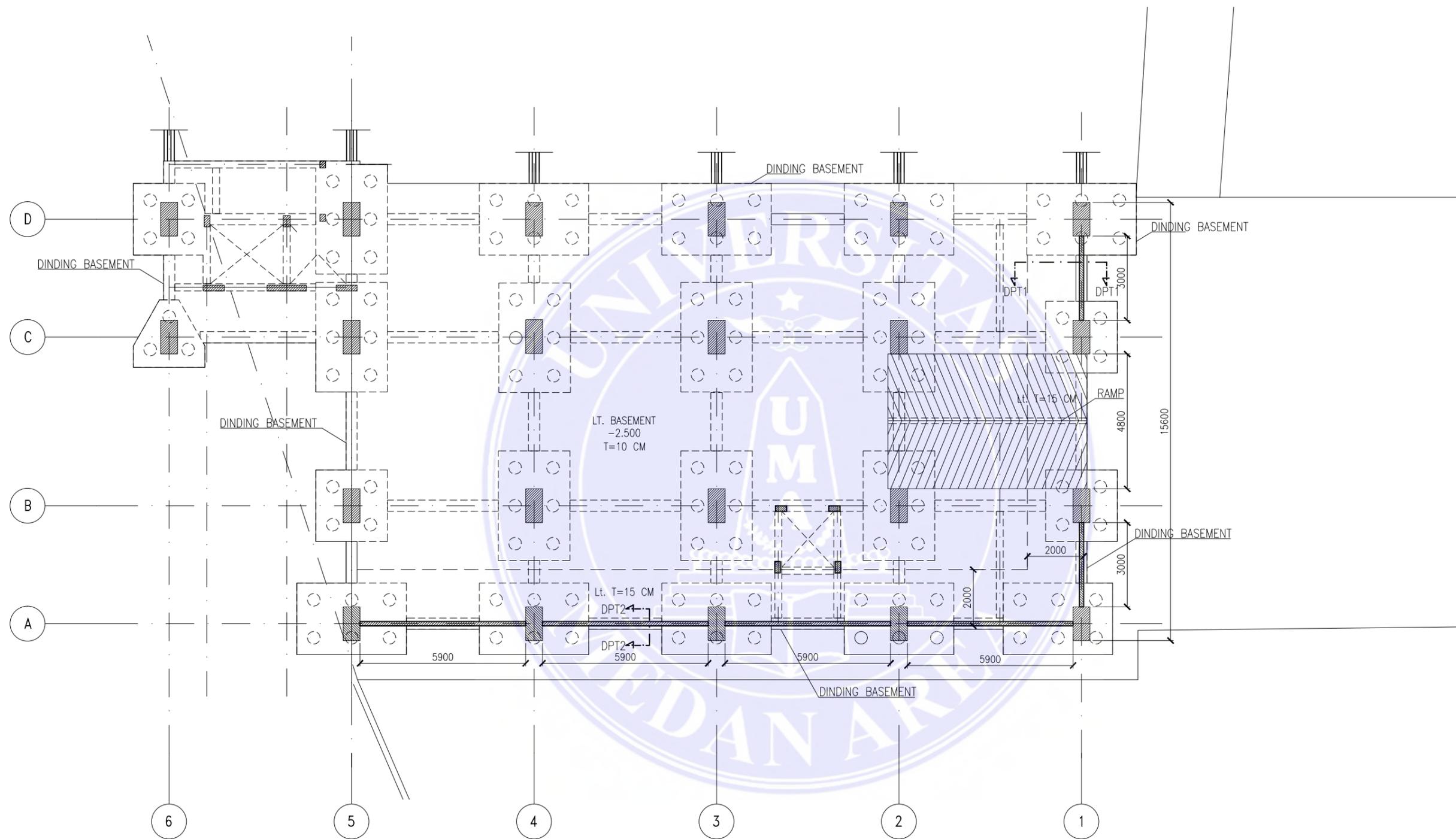
1 : 400

Access From (repository.uma.ac.id)

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area



DENAH DINDING BASEMENT

SKALA 1 : 150

CATATAN :

BAHAN : BETON K.300
 BESI BETON : SNI (ULIR) U39

PROYEK :

SKY VIEW
 Jl. SETIA BUDI - MEDAN

AS BUILD DRAWING

DIPERIKSA DAN DISETUJUI

DAUD KOSEDI
 MANAJEMEN KONSTRUKSI

KONTRAKTOR PELAKSANA



DISETUJUI	DIPERIKSA	DIGAMBAR
<i>Ali Sahrin Purba</i> Project Manager	<i>Rig F. G</i> Chief Engineering	<i>Ibu</i> Drafter

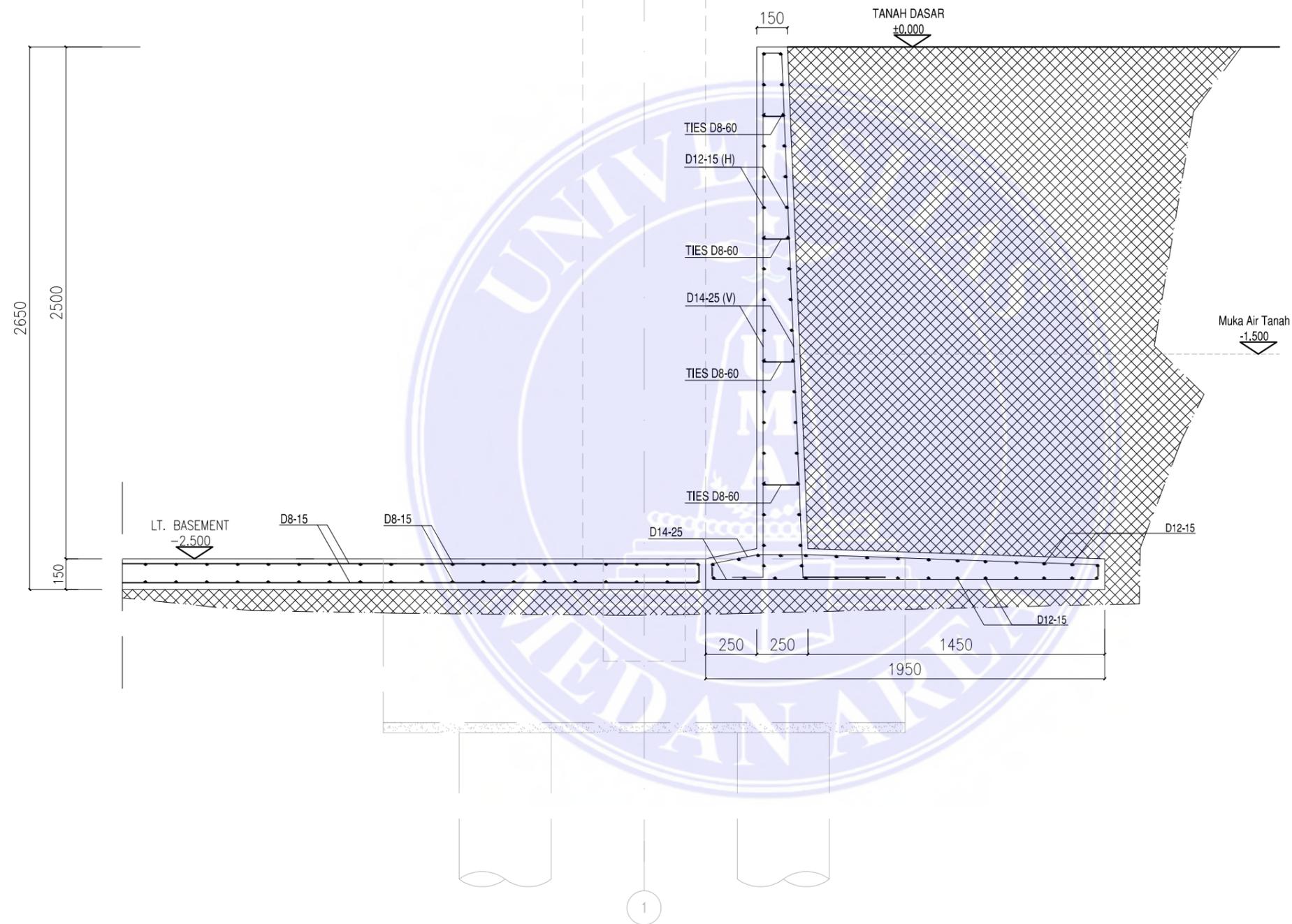
NAMA GAMBAR

DENAH DINDING BASEMENT

Document Accepted 11/26/19
 TANGGAL SKALA NO.LBR

1 : 400

Access From (repository.uma.ac.id)



DETAIL DINDING BASEMAENT
SKALA 1 : 20

CATATAN :

BAHAN : BETON K.300
BESI BETON : SNI (ULIR) U39

PROYEK :

SKY VIEW
Jl. SETIA BUDI - MEDAN

AS BUILD DRAWING

DIPERIKSA DAN DISETUJUI

DAUD KOSEDI
MANAGEMENT KONSTRUKSI

KONTRAKTOR PELAKSANA

CV. PRIMA ABADI JAYA
KONTRAKTOR, DEVELOPER & LEVERANSIR
SURABAYA - INDONESIA

DISETUJUI	DIPERIKSA	DIGAMBAR
<i>Ali Sahrin Purba</i> Project Manager	<i>Rio F. G</i> Chief Engineering	<i>Ibu</i> Drafter

NAMA GAMBAR

DETAIL DINDING BASEMAENT

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 11/26/19
TANGGAL SKALA NO.LBR

1 : 400

Access From (repository.uma.ac.id)