

TUGAS AKHIR

TINJAUAN PERENCANAAN DAN METODE PELAKSANAAN DINDING PENAHAN TANAH PADA PROYEK PEMBANGUNAN HOTEL IBIS MANADO

Diajukan Sebagai Syarat Untuk Menyelesaikan Studi
Program Studi Diploma IV Konstruksi Bangunan Gedung
Pada Jurusan Teknik Sipil

Oleh :

Christian Robbynson Lakada

11 012 008



**KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
POLITEKNIK NEGERI MANADO
JURUSAN TEKNIK SIPIL
TAHUN 2015**

TUGAS AKHIR

TINJAUAN PERENCANAAN DAN METODE PELAKSANAAN DINDING PENAHAN TANAH PADA PROYEK PEMBANGUNAN HOTEL IBIS MANADO

Diajukan Sebagai Syarat Untuk Menyelesaikan Studi
Program Studi Diploma IV Konstruksi Bangunan Gedung
Pada Jurusan Teknik Sipil

Oleh :

Christian Robbynson Lakada

11 012 008

Dosen Pembimbing

Ir. Jeanelly Rangkang, M.Eng, Sc
NIP. 196211151993032002

Daisy D. G. Pangemanan, ST., MT, M.Si
NIP. 197912032003122001



**KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
POLITEKNIK NEGERI MANADO
JURUSAN TEKNIK SIPIL
TAHUN 2015**

LEMBAR PENGESAHAN

Yang bertanda tangan dibawah ini, Dosen Pembimbing, Koordinator Tugas Akhir dan Ketua Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Manado.

Dengan ini menyatakan bahwa mahasiswa :

Nama : Christian Robbynson Lakada
NIM : 10 012 008

Telah menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan judul :

**“TINJAUAN PERENCANAAN DAN METODE PELAKSANAAN DINDING
PENAHAN TANAH PADA PROYEK PEMBANGUNAN HOTEL IBIS
MANADO”**

Selanjutnya telah diterima dan disetujui oleh Panitia Tugas Akhir

Manado, 27 September 2015

Dosen Pembimbing



Ir. Jeanelly Rangkang, M.Eng, Sc
NIP. 196211151993032002



Daisy D. G. Pangemanan, ST., MT, M.Si
NIP. 197912032003122001

Disetujui

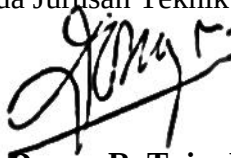
Koordinator Tugas Akhir



Ir. Jeanelly Rangkang, M.Eng, Sc
NIP. 196211151993032002

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Sipil



Ir. Donny R. Taju, MT
NIP. 195910031989031002

LEMBAR PENGESAHAN

Yang bertanda tangan dibawah ini, Dosen Pembimbing, Koordinator Tugas Akhir dan Ketua Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Manado.

Dengan ini menyatakan bahwa mahasiswa :

Nama : Christian Robbynson Lakada
NIM : 11 012 008

Telah menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan judul :

**“TINJAUAN PERENCANAAN DAN METODE PELAKSANAAN DINDING
PENAHAN TANAH PADA PROYEK PEMBANGUNAN HOTEL IBIS
MANADO”**

Selanjutnya telah siap diseminarkan.

Manado, 26 Agustus 2015

Dosen Pembimbing



Ir. Jeanelly Rangkang, M.Eng, Sc
NIP. 196211151993032002



Daisy D. G. Pangemanan, ST., MT, M.Si
NIP. 197912032003122001

Disetujui

Koordinator Tugas Akhir



Ir. Jeanelly Rangkang, M.Eng, Sc
NIP. 196211151993032002

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Sipil



Ir. Donny R. Taju, MT
NIP. 195910031989031002

Abstrak

Ruang bawah tanah (basement) merupakan solusi yang digunakan untuk keterbatasan area parkir pada proyek pembangunan Hotel Ibis Manado sehingga diperlukannya konstruksi penahan tanah terhadap ruang tersebut. Tinjauan perencanaan dan metode pelaksanaan bertujuan untuk mengetahui kestabilan, keamanan, dan indikasi dalam pelaksanaan pekerjaan dinding penahan tanah pada proyek pembangunan gedung Hotel Ibis Manado. Tinjauan dilakukan pada perencanaan dan metode pelaksanaan pekerjaan dinding gravitasi dan dinding basement.

Dinding gravitasi pada proyek tersebut memiliki parameter yaitu lebar atas 30cm, lebar bawah 80cm, tinggi 2.50m, material pasangan batu dengan berat volume 2200kg/m². Sedangkan dinding basement mempunyai parameter yaitu tebal 30cm, tinggi 4.50m, tulangan vertical dan horizontal 2D16-250mm, mutu beton ($f'c$) = 29.05MPa, Mutu baja tulangan (f_y) ulir = 400MPa dan polos = 240MPa. Karakteristik tanah untuk galian basement adalah berat volume (γ) = 1.7 ton/m³, sudut geser tanah (ϕ) = 30°, muka air tanah pada elevasi -1.50m dari muka tanah. Peninjauan metode pelaksanaan pekerjaan menggunakan data hasil observasi selama praktek kerja lapangan pada proyek tersebut.

Berdasarkan hasil pembahasan, dinding gravitasi stabil terhadap keruntuhan daya dukung tanah tapi tidak stabil terhadap guling dan geser, berdasarkan analisa software SAP 2000 V.16 didapatkan tegangan maksimum dinding gravitasi sebesar 40342.83 kg/m² pada area 280 dan berdeformasi berupa rotasi sebesar 4°20'32''. Untuk dinding basement, tulangan utama vertikal 2D16-190 mm, tulangan horizontal 2 ϕ 12-400 mm. Hasil analisa SAP 2000 didapatkan tegangan maksimum dinding basement sebesar 220202.64 kg/m² pada area 233 dan deformasi berupa lendutan sebesar 2.09 mm pada bentang 2.40m dari taraf tumpuan dasar dinding. Berdasarkan pengamatan saat praktek kerja lapangan, galian tanah basement sering digenangi air setinggi $\pm$ 1.80 m dari permukaan dasar galian, hal tersebut mengakibatkan pekerjaan konstruksi bawah tanah tertunda.

Dari hasil pembahasan dapat disimpulkan bahwa ketidak stabilan dinding gravitasi dapat ditanggulangi dengan metode *propped wall*. Untuk dinding basement tulangan vertical dapat diperbesar, dan tulangan horizontal bisa diperkecil agar lebih ekonomis. Sedangkan dalam pelaksanaan pekerjaan galian tanah, Perlunya pekerjaan *dewatering* yaitu dengan metode *open pumping* secara serentak dan teratur pada saat pekerjaan galian basement dilaksanakan, hal tersebut sebagai antisipasi tergenangnya galian basement akibat air hujan maupun rembesan air sungai disamping lokasi proyek.

Kata Pengantar

Segala puji syukur dipanjatkan bagi kemuliaan Tuhan yang maha esa, berkat tuntunan dan penyertaannya di sepanjang kehidupan sehingga tugas akhir ini selesai. Tugas akhir ini berjudul Tinjauan Perencanaan Dan Metode Pelaksanaan Dinding Penahan Tanah Pada Proyek Pembangunan Gedung Hotel Ibis Manado. Peninjauan dilakukan pada perencanaan dan metode pelaksanaan dinding gravitasi dan dinding basement.

Penyusunan tugas akhir ini dimaksudkan untuk melengkapi salah satu syarat penyelesaian studi Program Diploma IV Konstruksi Bangunan Gedung pada jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Manado. Dalam penyelesaian penulisan tugas akhir ini, ada beberapa pihak yang membimbing dan membantu, sekaligus memberi dukungan oleh karena itu diucapkan terima kasih banyak untuk :

- a. Daisy D. G. Pangemanan, ST., MT, M.Si selaku Dosen Pembimbing.
- b. Ir. Jeanely Rangkang, M.Eng, Sc selaku Dosen Pembimbing.
- c. Seluruh Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Manado Angkatan 2011.
- d. Keluarga tercinta Lakada-Maneking, Lakada-Malalantang, Dauhan-Marindat, Putriku Roshary Lakada bersama Istri Stefani Dauhan.

Dalam tugas akhir ini masih terdapat kekurangan yang perlu dilengkapi, oleh karena itu kritik dan saran yang membangun dari pihak yang membaca dan yang terkait dengan penyusunan tugas akhir ini sangat diharapkan. Tugas akhir ini diharapkan bisa bermanfaat bagi semua pihak. Atas perhatiannya diucapkan terima kasih.

Manado, 05 Agustus 2015

Daftar Isi

Halaman Judul	
Lembar Pengesahan	
Surat Keputusan Dosen Pembimbing	
Lembar Asistensi	
Bukti Selesai Konsultasi Untuk Perbaikan Tugas Akhir	
Kata Pengantar	
Abstrak	
Daftar Isi	
Daftar Gambar	
Daftar Tabel	
Daftar Lampiran	
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar belakang.....	1
1.2 Maksud Dan Tujuan.....	2
1.3 Pembatasan Masalah.....	2
1.4 Metodologi Penulisan.....	3
1.5 Sistematika Penulisan.....	3
BAB II DASAR TEORI	4
2.1 Dinding Penahan Tanah.....	4
2.1.1 Dinding penahan tanah gravitasi.....	4
2.1.2 Dinding Beton Bertulang.....	4
2.2 Tekanan Tanah Lateral.....	5
2.2.1 Tekanan Tanah Aktif Non Kohesif.....	6
2.2.2 Teori Coulomb.....	8
2.2.3 Teori Mononobe-Okabe.....	8
2.2.4 Wilayah Gempa Dan Percepatan Puncak Batuan Dasar.....	9
2.3 Stabilitas Dinding Penahan Tanah.....	10
2.3.1 Stabilitas Terhadap Guling.....	10
2.3.2 Stabilitas Terhadap Geser.....	10
2.3.3 Stabilitas Keruntuhan Daya Dukung Tanah.....	11

2.4	Ketentuan Perhitungan Momen Lentur.....	12
2.5	Ketentuan Mengenai Kuat Perlu.....	13
2.6	Ketentuan Perencanaan Dinding.....	14
2.7	Program SAP 2000.....	16
2.8	Metode Pelaksanaan Dinding Penahan Tanah.....	22
BAB III PEMBAHASAN.....		27
3.1	Umum.....	27
3.1.1	Parameter Tanah Lokasi.....	27
3.2	Tinjauan Perencanaan Dinding Gravitasi.....	28
3.2.1	Parameter Dinding Gravitasi.....	28
3.2.2	Mobilisasi Tekanan Tanah Dinding Gravitasi.....	28
3.2.3	Perhitungan Tekanan Tanah Dinding Gravitasi.....	29
3.2.4	Perhitungan Berat Sendiri Dinding Gravitasi.....	30
3.2.5	Perhitungan Momen Dinding Gravitasi.....	31
3.2.6	Stabilitas Dinding Gravitasi.....	32
3.3	Tinjauan Perencanaan Dinding Basement.....	33
3.3.1	Parameter Dinding Basement.....	33
3.3.2	Mobilisasi Tekanan Tanah Dinding Basement.....	34
3.3.3	Perhitungan Tekanan Tanah Dinding Basement.....	34
3.3.4	Kombinasi Pembebanan Dinding Basement.....	36
3.3.5	Perhitungan Momen Lentur Dinding Basement.....	37
3.3.6	Perhitungan Tulangan Dinding Basement.....	37
3.4	Kontrol Gaya-Gaya dalam Dinding penahan Tanah.....	41
3.4.1	Kontrol Gaya-Gaya dalam Dinding Gravitasi.....	41
3.4.3	Kontrol Gaya-Gaya dalam Dinding Basement.....	49
3.5	Metode Pelaksanaan Dinding Penahan Tanah.....	52
3.5.1	Pekerjaan Persiapan.....	53
3.5.2	Pemetaan dan Pengukuran.....	54
3.5.3	Pekerjaan Galian Tanah.....	55
3.5.4	Pekerjaan Dinding Gravitasi.....	58
3.5.5	Pekerjaan Dinding Basement.....	59

3.5.6 Pekerjaan Timbunan Tanah Kembali	62
BAB IV PENUTUP	63
4.1 Kesimpulan	63
4.2 Saran	64
Daftar Pustaka	
Lampiran	

Daftar Gambar

Gambar 2.1	Konsep Keseimbangan Elastis Dan Plastis.....	6
Gambar 2.2	Diagram Tekanan Tanah Dinding Gravitasi.....	7
Gambar 2.3	Wilayah Gempa Indonesia.....	9
Gambar 2.4	Faktor Daya Dukung Tanah Terzaqhi.....	12
Gambar 2.5	Diagram Momen Dinding Basement.....	13
Gambar 2.6	New Model Initialization.....	17
Gambar 2.7	Modify Material Property Data.....	17
Gambar 2.8	Modify Area Plane Section Data.....	18
Gambar 2.9	Define Load Patterns.....	18
Gambar 2.10	Modify Load Combination Data.....	19
Gambar 2.11	Joint Patterns With X,Y,Z Multiplier Method.....	20
Gambar 2.12	Area Pore Pressure Load.....	20
Gambar 2.13	Joint Restraint.....	21
Gambar 2.14	Analysis Options.....	22
Gambar 2.15	Set Load Cases To Run.....	22
Gambar 3.1	Diagram Tekanan Tanah Dinding Gravitasi.....	29
Gambar 3.2	Gaya Vertical Akibat Berat Sendiri Konstruksi.....	31
Gambar 3.3	Diagram Tekanan Dan Momen Dinding Basement.....	34
Gambar 3.4	Penulangan Dinding Basement.....	41
Gambar 3.5	Kotak Dialog Inisial Model Baru.....	42
Gambar 3.6	Definisi Material Dinding Gravitasi.....	42
Gambar 3.7	Definisi Penampang Area Tipe Plane Strain.....	43
Gambar 3.8	Definisi Nama Pattern.....	43
Gambar 3.9	Definisi Bagian Beban.....	44
Gambar 3.10	Definisi Kombinasi Pembebanan.....	44
Gambar 3.11	Penampang Dinding Gravitasi.....	44
Gambar 3.12	Pembagian Pias Area Penampang.....	45
Gambar 3.13	Area Penampang Pias 0.1 Dan Perletakan.....	45
Gambar 3.14	Pembebanan Segitiga Metode X,Y,Z Multiplier.....	46
Gambar 3.15	Area Pore Pressure Load.....	46

Gambar 3.16	Penentuan Jenis Analisa Plane Frame	47
Gambar 3.17	Penentuan Analisa Kasus Beban	47
Gambar 3.18	Kotak Dialog Deformed Shape	48
Gambar 3.19	Kotak Dialog Element Stress	48
Gambar 3.20	Deformasi dan Tegangan Dinding Gravitasi	49
Gambar 3.21	Definisi Material Dinding Basement	50
Gambar 3.22	Deformasi dan Tegangan Dinding Basement	52
Gambar 3.23	Layout Lokasi Pembangunan Gedung Hotel Ibis Manado	53
Gambar 3.24	Pengukuran dan Pemetaan Area Galian Basement	55
Gambar 3.25	Pelaksanaan Galian Tanah Tahap 2	56
Gambar 3.26	Denah Ruangan GWT dan STP	57
Gambar 3.27	Pemasangan Braced Excavation	57
Gambar 3.28	Potongan Dinding Gravitasi	59
Gambar 3.29	Detail Tulangan Dinding Basement	60
Gambar 3.30	Tampak Belakang Bekisting Propped Wall	61
Gambar 3.31	Pelaksanaan Bekisting Propped Wall	61
Gambar 3.32	Truck Mixer Beton Ready Mix Saat Pengecoran	61
Gambar 3.33	Potongan Melintang Bekisting Propped Wall	62

Daftar Tabel

Tabel 2.1	Tebal Pelat Minimum.....	14
Tabel 2.2	Tebal Selimut Beton Minimum.....	15

DAFTAR KOREKSI LAPORAN TUGAS AKHIR

Berdasarkan Berita Acara Seminar dan Ujian Tugas Akhir tanggal: 31 Agustus 2015

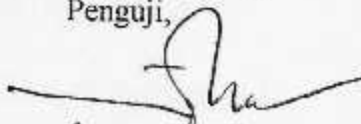
Nama : Christian R. Lakade
NIM : 11.012.000
Program Studi : Diploma IV Konstruksi Bangunan Gedung
Judul : Tinjauan perencanaan dan Metode pelaksanaan
dinding pemisah rumah pada proyek
pembangunan Hotel Ibis Manado

Hal-hal yang perlu dikoreksi :

- Ungkapan metode pelaksanaan
- sort keseluruhan

Manado, 31 Agustus 2015

Penguji,


(A. Majumdar)
NIP.

DAFTAR KOREKSI LAPORAN TUGAS AKHIR

Berdasarkan Berita Acara Seminar dan Ujian Tugas Akhir tanggal: 31 Agustus 2015

Nama : Christian R. Lahada
NIM : 11-012-008
Program Studi : Diploma IV Konstruksi Bangunan Gedung
Judul : Tinjauan perencanaan dan Metode pelaksanaan
dinding penahan tanah pada proyek
pengembangan Gedung Hotel Ibis Manado

Hal-hal yang perlu dikoreksi :

- Singkatan² (GWT & SPT) di tulislah juga kepanjangannya.
- Konsultasi Laying!

Manado, 30/8 - 2015

Penguji,


Estrellita V.Y. Waney
NIP. 19680711 199403 2002

Daftar Lampiran

Lampiran 1	Element Stresses - Area Planes Dinding Gravitasi
Lampiran 2	Joint Displacements Dinding Gravitasi
Lampiran 3	Element Stresses - Area Planes Dinding Basement
Lampiran 4	Joint Displacements Dinding Basement
Lampiran 5	Detail Dinding Penahan Tanah (Dinding basement)
Lampiran 6	Detail Dinding Penahan Tanah (Dinding gravitasi)
Lampiran 7	Parameter Tanah Lokasi
Lampiran 8	Denah Lantai Basement I

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Manado adalah salah satu kota di Indonesia yang mengalami perkembangan dalam bidang konstruksi bangunan gedung, hal ini dapat dilihat dari padatnya kota dengan gedung-gedung yang berdiri maupun sedang didirikan. Salah satu bangunan yang sedang didirikan adalah Hotel Ibis Manado. Gedung tersebut berfungsi sebagai hunian yang mempunyai fasilitas restaurant, ruang pertemuan dan lain-lain.

Gedung Hotel Ibis Manado didirikan dalam area yang terbatas. Melihat fungsi dan fasilitas gedung tersebut, tentunya memerlukan area parkir yang memadai bagi pengguna dan pengunjung gedung. Oleh karena itu dalam perencanaan gedung tersebut disediakan lahan parkir bawah tanah sebagai solusi untuk mengatasi masalah keterbatasan area parkir, karena letaknya dibawah permukaan tanah maka diperlukan suatu struktur penahan tanah untuk basement tersebut.

Dalam perencanaanya perlu diperhatikan aspek geoteknik mengenai perencanaan konstruksi dinding penahan tanah tersebut. Konstruksi dinding penahan tanah ini digunakan untuk menjaga kestabilan tanah dan mencegah keruntuhan konstruksi akibat tekanan tanah. Karena itu sangat penting untuk merencanakan dinding penahan tanah dengan baik untuk keamanan dan kestabilannya demi mencegah hal-hal yang merugikan.

Dari hasil observasi dan wawancara dengan pihak terkait pelaksanaan pekerjaan saat praktek kerja lapangan, pekerjaan dinding penahan tanah dan konstruksi bawah tanah lainnya sering terhambat karena galian tanah basement Hotel Ibis Manado digenangi air hujan dan rembesan air sungai. Berdasarkan hal tersebut, perlunya perhatian dalam penyusunan metode pelaksanaan pekerjaan sebagai evaluasi. Untuk itu penulisan tugas akhir ini dibuat untuk meninjau perencanaan dan metode pelaksanaan pekerjaan konstruksi dinding penahan tanah yaitu dinding gravitasi dan dinding basement pada gedung Hotel Ibis Manado.

1.2. Maksud dan Tujuan

Maksud dan tujuan dari penyusunan tugas akhir ini adalah melakukan peninjauan perencanaan dan metode pelaksanaan dinding penahan tanah pada proyek pembangunan gedung Hotel Ibis Manado untuk membandingkan hasil peninjauan tersebut dengan kondisi lapangan. Peninjauan dilakukan pada dua jenis dinding penahan tanah (*retaining wall*) yaitu dinding gravitasi dan dinding basement.

1.3. Pembatasan Masalah

Pembatasan masalah dalam penulisan tugas akhir ini berfungsi sebagai batasan-batasan untuk mengarahkan pembahasan tertuju pada tujuannya, maka penulisan tugas akhir ini dibatasi oleh beberapa hal sebagai berikut :

- a. Tinjauan perencanaan hanya dilakukan pada konstruksi dinding penahan tanah (*retaining wall*) yaitu dinding gravitasi dan 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.
- b. Untuk dinding gravitasi, tekanan tanah pasif tidak berlaku karena timbunan hanya pada salah satu permukaan bidang vertical dinding. Kestabilan dinding gravitasi didapatkan dari perhitungan stabilitas geser, guling, dan keruntuhan daya dukung tanah.
- c. Untuk dinding basement, tekanan tanah dihitung menggunakan koefisien tanah aktif saat terjadi gempa sesuai pembagian zona wilayah gempa yang berlaku. dinding basement diasumsikan sebagai pelat satu arah diatas dua tumpuan sederhana. Tekanan tanah diasumsikan sebagai beban terbagi rata berbentuk trapezium.
- d. Penulangan element struktur dinding basement menggunakan tata cara penulangan pelat satu arah yaitu dengan cara menentukan rasio tulangan bagi tulangan utama arah vertikal dan tulangan pembagi arah horizontal sebagai tulangan susut dan suhu.

1.4. Metodologi Penulisan

Metodologi penulisan tugas akhir ini meliputi observasi, wawancara, studi literature terkait objek tinjauan. Selama praktek kerja lapangan dilakukan observasi terhadap tinjauan pada lokasi untuk mendapatkan suatu pemahaman. Mengadakan wawancara dengan pihak-pihak terkait pelaksanaan pekerjaan untuk melengkapi data-data yang ada dengan cara tanya jawab dengan pihak-pihak terkait proyek dan pihak-pihak yang paham tentang objek tinjauan. Melakukan pengumpulan referensi berupa buku, jurnal, pedoman, dan lainnya yang mempunyai sumber terpercaya, resmi, dan diakui.

1.5. Sistematika Penulisan

Penulisan tugas akhir ini disusun secara sistematis yang diawali dengan pendahuluan, dasar teori yang digunakan, pembahasan, dan penutup. Penjelasan mengenai sistematika dalam penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Memuat tentang latar belakang, maksud dan tujuan penulisan tugas akhir, pembatasan masalah sebagai batasan dalam mengarahkan penulisan kepada tujuan, metodologi penelitian berisi tentang metode yang dipakai dalam pengumpulan data, dan sistematika penulisan yang menjelaskan secara garis besar tiap bab dalam tugas akhir ini.

BAB II DASAR TEORI

Berisikan tentang dasar teori dari pengumpulan data studi literatur yang dipercaya dan diakui sesuai ketentuan dan persyaratan yang berlaku.

BAB III PEMBAHASAN

Berisikan tentang pembahasan dan pengolahan data-data hasil observasi, wawancara, dan studi literature yang disusun secara teratur untuk mendapatkan hasil yang dapat disimpulkan.

BAB IV PENUTUP

Berisikan tentang kesimpulan dan saran dari hasil pembahasan.

BAB II

DASAR TEORI

2.1. Dinding Penahan Tanah

Dinding penahan tanah (*retaining wall*) adalah suatu konstruksi bangunan yang berfungsi untuk menstabilkan kondisi tanah tertentu yang pada umumnya dipasang pada daerah tebing yang labil. Jenis konstruksi antara lain pasangan batu dengan mortar, pasangan batu kosong, beton, kayu dan sebagainya. Fungsi utama dari konstruksi penahan tanah adalah menahan tanah yang berada dibelakangnya dari bahaya longsor akibat benda-benda yang ada diatas tanah (perkerasan & konstruksi jalan, jembatan, kendaraan, dll), berat tanah, dan berat air dalam tanah.

Dinding penahan tanah merupakan komponen struktur bangunan penting utama untuk jalan raya dan bangunan lingkungan lainnya yang berhubungan tanah berkontur atau tanah yang memiliki elevasi berbeda. Secara singkat dinding penahan merupakan dinding yang dibangun untuk menahan massa tanah di atas struktur atau bangunan yang dibuat. Jenis konstruksi dapat dikonstrubusikan jenis klasik yang merupakan konstruksi dengan mengandalkan berat konstruksi untuk melawan gaya-gaya yang bekerja.

2.1.1. Dinding Penahan Tanah Gravitasi

Dinding gravitasi (*gravity wall*) ini biasanya di buat dari beton murni tanpa tulangan atau dari pasangan batu kali. Stabilitas konstruksinya hanya dengan mengandalkan berat sendiri konstruksi. Tiap potongan dinding horisontal akan menerima gaya-gaya, maka perlu dikaitkan stabilitas terhadap gaya-gaya yang bekerja seperti berat sendiri konstruksinya, tekanan tanah aktif, tekanan tanah pasif, tekanan air pori di dalam tanah, dan beban lainnya.

2.1.2. Dinding Beton Bertulang

Dinding beton bertulang (*reinforced concrete wall*) adalah suatu konstruksi dinding yang terbuat dari beton dan tulangan baja. Dinding tersebut biasanya menyerupai pelat vertical. Konstruksi tersebut biasanya digunakan pada basement

dengan mengandalkan fungsi beton bertulang untuk menahan tekanan tanah. Ketinggian dinding tersebut biasanya mencapai 6m.

2.2. Tekanan Tanah Lateral

Tekanan tanah lateral adalah suatu parameter perencanaan yang penting di dalam persoalan konstruksi dinding penahan tanah. Semuanya ini memerlukan perkiraan tekanan lateral secara kuantitatif pada pekerjaan konstruksi, baik untuk analisa perencanaan maupun untuk analisa stabilitas.

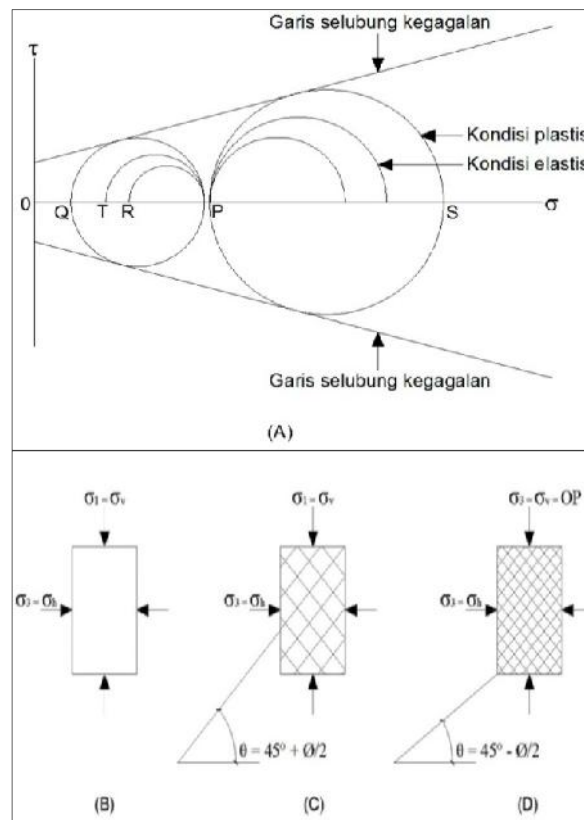
Analisis tekanan tanah lateral ditinjau pada kondisi keseimbangan plastis, yaitu pada saat masa tanah pada kondisi tepat akan runtuh (Rankine, 1857). Kedudukan keseimbangan plastis ini hanya dapat dicapai bila terjadi deformasi yang cukup pada massa tanahnya. Besar dan distribusi tekanan tanah adalah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

Kondisi keseimbangan plastis dapat ditinjau dari kondisi tegangan yang ditunjukkan oleh lingkaran-lingkaran Mohr dalam Gambar 2.1A. Dalam gambar ini, setiap lingkaran yang di gambar lewat titik P mewakili kedudukan keseimbangan dan memenuhi persyaratan keseimbangan elastis 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 mewakili kondisi keseimbangan plastis tanah.

Kondisi-kondisi plastis bekerja pada suatu elemen tanah. Elemen tanah mula-mula dipengaruhi 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 2.1D), 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 2.1D membuat sudut $45^\circ - \phi/2$ dengan bidang horisontal. Gambar 2.1D 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 $45^\circ + \phi/2$ terhadap bidang horisontal (Gambar 2.1C). Kondisi ini menunjukkan

kondisi permukaan longsor akibat geser pada teori tekanan tanah aktif. (Hardiyatmo, 2007)



Gambar 2.1 Konsep Keseimbangan Elastis Dan Plastik

- Tegangan-tegangan sebelum runtuh (elastic) dan saat runtuh (plastis)
- Kondisi awal dengan tegangan sel OP
- Bidang longsor untuk teori tekanan tanah aktif
- Bidang longsor untuk teori tekanan tanah pasif

2.2.1. Tekanan Tanah Aktif Non Kohesif

Suatu dinding penahan tanah dalam keseimbangan menahan tanah horizontal tekanan ini dapat di evaluasi dengan menggunakan koefisien tanah aktif (K_a) jadi jika berat suatu tanah sampai kedalaman (h) maka tekanan tanahnya adalah berat volume tanah (γ) dikalikan kedalaman (h), dan arah dari tekanan tersebut adalah vertikal. Sedangkan untuk mendapatkan tekanan horizontal maka K_a adalah konstanta yang berfungsi mengubah tekanan vertikal tersebut menjadi tekanan horizontal. (<http://elearning.gunadarma.ac.id>)

$$P_a = \gamma \cdot h \cdot K_a \dots\dots\dots (1)$$

$$K_a \text{ (untuk tanah datar)} = \frac{1 - \sin \varphi}{1 + \sin \varphi} = \tan^2 \left(45 - \frac{\varphi}{2} \right) \dots\dots\dots (2)$$

$$K_a \text{ (untuk tanah miring)} = \frac{\cos \varphi}{1 + \frac{\sin \varphi \sin \varphi - \delta}{\cos \delta}} \dots\dots\dots (3)$$

Dimana :

(Pa) : Gaya Horizontal

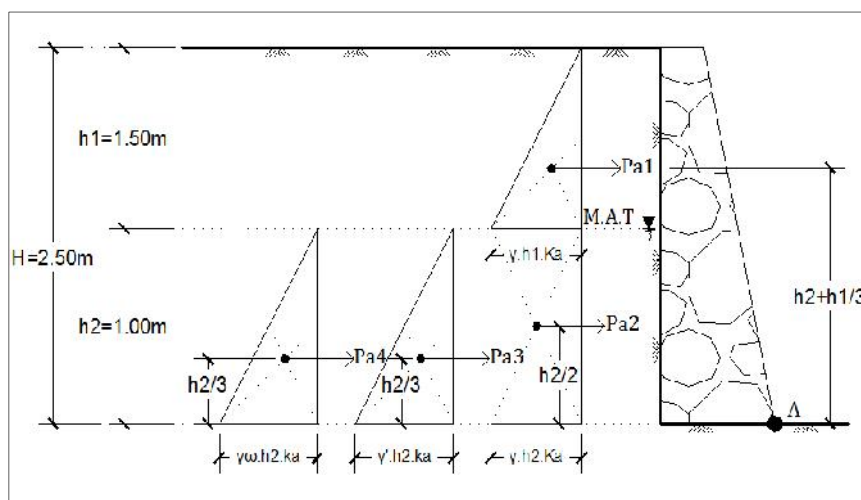
(φ) : Sudut gesek dalam tanah

(δ) : Kemiringan permukaan tanah terhadap sumbu horizontal

(Ka) : Koefisien tanah aktif

(γ) : Berat volume tanah

(h) : Berat suatu tanah sampai kedalaman



Gambar 2.2 Diagram Tekanan Tanah Dinding Gravitasi

Perhitungan tekanan-tekanan tanah dapat dianalisa dengan membuat diagram tekanan tanah yang sesuai dengan kondisinya. Gambar 2.2 merupakan diagram tekanan-tekanan tanah terhadap dinding gravitasi yang akan dibahas. Tekanan-tekanan tanah pada gambar tersebut dapat di hitung dengan menggunakan persamaan dibawah ini :

$$Pa1 = \frac{1}{2} \cdot h_1^2 \cdot \gamma \cdot K_a \dots\dots\dots (4)$$

$$Pa2 = h_2 (h_1 \cdot \gamma) K_a \dots\dots\dots (5)$$

$$Pa3 = \frac{1}{2} \cdot h_2^2 \cdot \gamma' \cdot K_a \dots\dots\dots (6)$$

$$Pa4 = \frac{1}{2} \cdot h_2^2 \cdot \gamma \omega \cdot K_a \dots\dots\dots (7)$$

Dimana :

- (γ) : Berat volume tanah asli
 (γ') : Berat volume tanah terendam
 (γ_w) : Berat volume air

2.2.2. Teori Coulomb

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

- Tanah adalah isotropik, homogen, dan tak berkohesi
- Permukaan bidang longsor adalah datar, dimana bidang longsor melewati ujung tumit dari dinding
- Permukaan tekanan adalah datar
- Terdapat gaya geser tembok pada permukaan tekanan
- Segitiga longsor adalah rigid body
- Longsor dalam dua dimensi

$$K_a = \frac{\sin^2 (\beta + \varphi)}{\sin^2 \beta \cdot \sin (\beta - \delta) \left[1 + \frac{\sin (\varphi + \delta) \cdot \sin (\varphi - \alpha)}{\sin (\beta - \delta) \cdot \sin (\alpha + \beta)} \right]} \quad (8)$$

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

2.2.3. 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)

$$K_{ae} = \frac{\sin^2 (\beta + \varphi - \psi)}{\cos \psi \cdot \sin^2 \beta \cdot \sin (\beta - \psi - \delta) \left[1 + \frac{\sin (\varphi + \delta) \cdot \sin (\varphi - \alpha - \psi)}{\sin (\beta - \delta - \psi) \cdot \sin (\alpha + \beta)} \right]} \quad (9)$$

$$K_h = 'g'/g \quad (10)$$

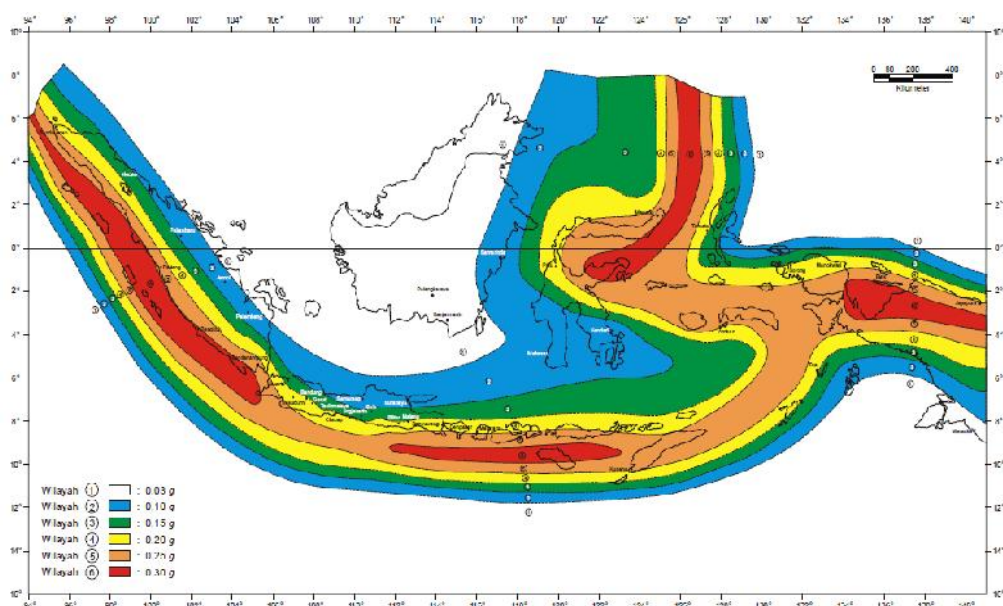
$$\psi = \tan^{-1} 'g' \quad (11)$$

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

2.2.4 Wilayah Gempa Dan Percepatan Puncak Batuan Dasar

Indonesia ditetapkan terbagi dalam 6 Wilayah Gempa. di mana Wilayah Gempa 1 adalah wilayah dengan kegempaan paling rendah dan Wilayah Gempa 6 dengan kegempaan paling tinggi. Pembagian Wilayah Gempa ini, didasarkan atas percepatan puncak batuan dasar akibat pengaruh Gempa Rencana dengan perioda ulang 500 tahun, yang nilai rata-ratanya untuk setiap Wilayah Gempa ditetapkan dalam Gambar 2.3. Berdasarkan gambar pembagian wilayah gempa Indonesia, Manado terletak pada wilayah gempa 5. Wilayah gempa 5 berwarna coklat dengan percepatan puncak batuan dasar 0.25 g.



Gambar 2.3 Wilayah Gempa Indonesia

(Sumber : SNI-03-1726-2002)

2.3. Stabilitas Dinding Penahan Tanah

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. Perkuatan ini, juga mengurangi potensi gaya lateral yang menimbulkan perpindahan kearah horizontal dari pada dinding tersebut sebagai akibat adanya beban vertikal yang dipindahkan menjadi tekanan horizontal yang bekerja dibelakang dinding penahan tanah atau biasa dikenal sebagai tekanan tanah aktif (Suryolelono, 1994).

2.3.1. Stabilitas Terhadap Guling

Kestabilan struktur terhadap kemungkinan terguling (*overtunning stability*) dihitung dengan membandingkan jumlah momen-momen yang menyebabkan guling dengan jumlah momen perlawanan guling. 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.

$$\text{Stabilitas Guling} = \frac{\Sigma M_{\text{lawan}}}{\Sigma M_{\text{guling}}} \geq 1,5 \dots \dots \dots (12)$$

Dimana :

(ΣM_{lawan}) : Jumlah momen perlawanan guling

(ΣM_{guling}) : Jumlah momen penyebab guling

2.3.2. Stabilitas Terhadap Geser

Gaya tanah aktif selain menimbulkan terjadinya momen juga menimbulkan gaya dorong sehingga dinding akan bergeser, Perlawanan terhadap gaya dorong ini terjadi pada bidang kontak antara tanah dengan dasar pondasi. (Suryolelono, 1994) Untuk gaya perlawanan geser (*sliding stability*) dengan jenis tanah didasar pondasi yaitu tanah non kohesif adalah keseimbangan gaya vertical akibat berat sendiri konstruksi (V) dikalikan dengan koefisien gesek antar dinding beton dan tanah dasar pondasi (f) dibagi dengan keseimbangan gaya tanah aktif horizontal. Menurut PPIURG 1987, Factor stabilitas geser diambil sebesar 1,5.

$$\text{Stabilitas Geser} = \frac{V \cdot f (+Pp)}{Pa} \geq 1,5 \quad (13)$$

$$f = \tan \phi \text{ (untuk tanah relative kasar)} \quad (14)$$

Dimana :

(V) : Berat sendiri konstruksi

(Pp) : Tekanan tanah pasif

(f) : Koefisien gesek beton dan tanah dasar pondasi

2.3.3. 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 :

$$\sigma_{max} = (\Sigma V / b) + (1 / 12 \cdot b) \quad (15)$$

Dimana :

(σ_{max}) : Tegangan maksimum dari konstruksi

(ΣV) : Jumlah gaya-gaya vertikal

(b) : Lebar pondasi

Banyak cara yang telah dibuat untuk merumuskan persamaan kapasitas dukung tanah, namun seluruhnya hanya merupakan cara pendekatan untuk memudahkan hitungan. Persamaan-persamaan yang dibuat dikaitkan dengan sifat-sifat 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 :

$$\sigma_{tanah} = (Df \cdot \gamma) \cdot Nq + (\beta \cdot b \cdot \gamma \cdot Ng) \quad (16)$$

Dimana :

(σ_{tanah}) : Tegangan tanah maximum

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

(Df) : Kedalaman galian pondasi

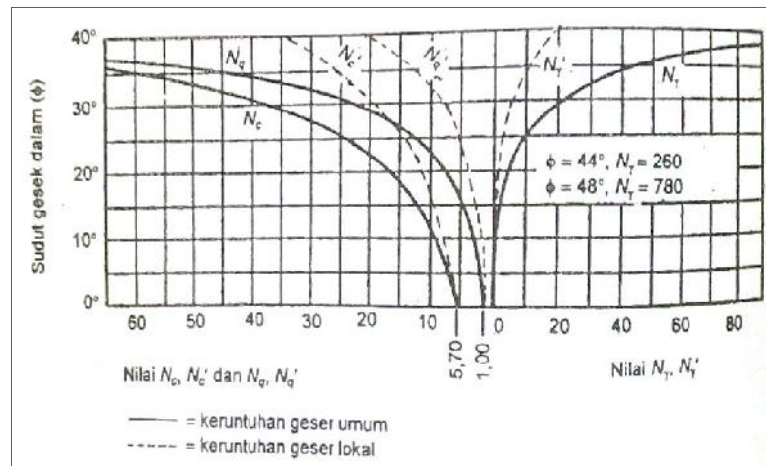
(γ) : Berat volume tanah

(β) : Faktor bentuk pondasi menerus 0,5

(b) : Lebar pondasi

(N_q, N_g) : Faktor daya dukung Terzaghi

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



Gambar 2.4 Faktor Daya Dukung Tanah Terzaghi

Tekanan yang disebabkan oleh gaya-gaya yang terjadi pada dinding penahan ke tanah harus dipastikan lebih kecil dari daya dukung ijin tanah. Penentuan daya dukung ijin pada dasar dinding penahan/abutmen dilakukan seperti dalam perencanaan pondasi dangkal. (Sumber : <http://pdf-search-engine.com>)

$$\text{Stabilitas daya dukung} = \sigma_{max} \leq \sigma_{tanah} \dots \dots \dots (17)$$

Dimana :

(σ_{max}) : Beban terbagi rata tanah diatas pondasi (Df. γ)

(σ_{tanah}) : Kedalaman galian pondasi

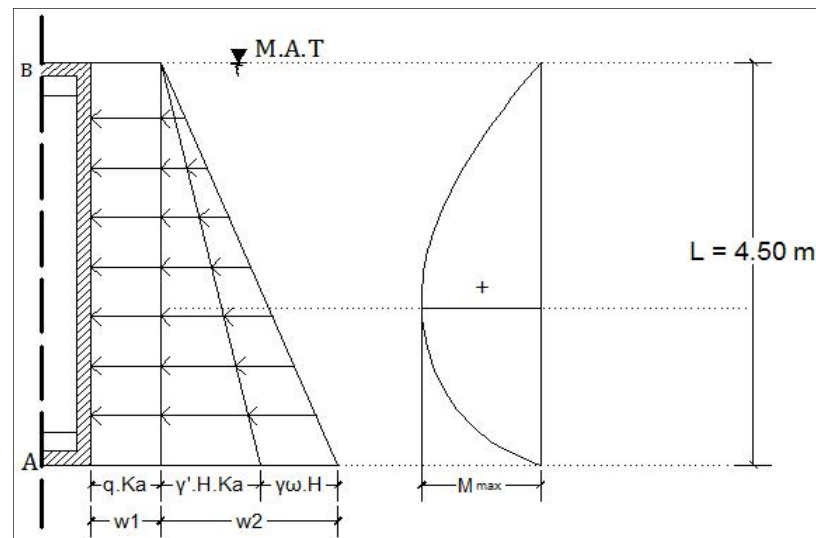
2.4. Ketentuan Perhitungan Momen Lentur

Perhitungan momen lentur dinding penahan tanah diperlukan dalam perencanaan dinding penahan tanah beton bertulang yang bersifat element struktur lentur. Perhitungan momen lentur pada dinding penahan tanah basement diasumsikan menyerupai pelat satu arah sebenarnya dapat dianggap sebagai gelegar diatas banyak tumpuan atau menggunakan koefisien momen jika kondisi dinding pelat tersebut sesuai persyaratan SNI-03-2847-2002 yang menyatakan bahwa :

- a. Panjang bentang seragam, jika ada perbedaan selisih bentang yang terpanjang dengan bentang sebelahnya yang lebih pendek maksimum 20%.

- b. Beban hidup harus < 3 kali beban mati.
- c. Penentuan panjang L untuk bentang yang berbeda. Untuk momen lapangan, L sama dengan bentang bersih diantara tumpuan. Untuk momen tumpuan, L sama dengan rata-rata bentang bersih pada sebelah kiri dan kanan tumpuan.

Jika kondisi dinding pelat basement tidak sesuai pernyataan diatas, maka momen lentur dapat dihitung dengan perhitungan statis tertentu mekanika teknik dengan mendefinisikan jenis tumpuan, dan pembebanan yang bekerja pada dinding pelat basement tersebut.



Gambar 2.5 Diagram Momen Dinding Basement

Dalam persoalan mekanika teknik seperti Gambar 2.4, momen lentur maximum pada dinding penahan tanah basement dapat dianalisa dengan persamaan dibawah ini (Sunggono,1984) :

$$M_{max} = (L^2/k) \cdot (w_1 + w_2/2) \dots\dots\dots (18)$$

Dimana :

- (L) : Panjang bentang
- (k) : Koefisien titik tangkap gaya maximum beban trapesium
- (w_1) : Beban terbagi rata persegi akibat area parkir dipermukaan tanah
- (w_2) : Beban terbagi rata segi tiga akibat tekanan tanah terendam dan air

2.5. Ketentuan Mengenai Kuat Perlu

Kuat perlu didefinisikan sebagai kekuatan suatu komponen struktur atau penampang yang diperlukan untuk menahan beban terfaktor atau momen dan gaya

dalam yang berkaitan dengan adanya beban dalam suatu kombinasi seperti yang ditetapkan dalam tentang tata cara perhitungan struktur beton untuk bangunan gedung. Kuat perlu yang dipersyaratkan SNI-03-2847-2002 untuk perencanaan konstruksi beton bertulang jika ketahanan tanah diperhitungkan didalam perencanaan adalah :

$$U = 0,9 DL + 1,6 H \dots\dots\dots(19)$$

Dimana :

(U) : Kuat perlu

(DL) : Beban mati

(H) : Beban akibat tekanan tanah

2.6. Ketentuan Perencanaan Dinding

Ketentuan mengenai perencanaan dinding penahan tanah basement berdasarkan SNI-03-2847-2002 Tata cara perhitungan struktur beton untuk bangunan gedung dinyatakan sebagai berikut :

a) Tebal dinding pelat

Penentuan tebal pelat dinding basement diambil sebesar $L/20$ karena kondisi dua tumpuan sederhana pada pelat satu arah tanpa tinjauan terhadap lendutan.

Komponen struktur	Tebal minimum, h			
	Dua tumpuan sederhana	Satu ujung menerus	Kedua ujung menerus	Kantilever
	Komponen yang tidak menahan atau tidak disatukan dengan partisi atau konstruksi lain yang mungkin akan rusak oleh lendutan yang besar			
Pelat masif satu arah	$L/20$	$L/24$	$L/28$	$L/10$
Balok atau pelat rusuk satu arah	$L/16$	$L/18,5$	$L/21$	$L/8$

Tabel 2.1 Tebal Pelat Minimum

b) Pelindung Tulangan Beton

Selimut beton berfungsi memberi perlindungan terhadap tulangan dari kondisi luar. Penentuan ketebalan selimut beton untuk pelat satu arah ditentukan

berdasarkan SNI-03-2847-2002 Pasal 9.7.1 Pelindung tulangan beton yang berhubungan langsung dengan cuaca dan tanah dengan tulangan D16mm sesuai table berikut :

	Tebal selimut minimum (mm)
a) Beton yang dicor langsung di atas tanah dan selalu berhubungan dengan tanah	75
b) Beton yang berhubungan dengan tanah atau cuaca:	
Batang D-19 hingga D-56	50
Batang D-16, jaring kawat polos P16 atau kawat ulir D16 dan yang lebih kecil	40

Tabel 2.2 Tebal Selimut Beton Minimum

c) Tebal efektif

Tebal efektif pelat (d) ditentukan dengan tebal pelat (h) dikurangi selimut beton (p) dikurang setengah diameter tulangan. Maka tebal efektif pelat dapat ditentukan persamaan dibawah ini :

$$d = h - p - 1/2 \phi \dots\dots\dots (20)$$

d) Persyaratan pembatasan rasio tulangan (ρ_{min} dan ρ_{max})

Rasio digunakan untuk menentukan kebutuhan tulangan struktur beton bertulang. Rasio tulangan pelat beton bertulang sesuai ketentuan SNI-03-2847-2002 yaitu :

$$\rho_{min} = 1.4/f_y \dots\dots\dots (21)$$

$$\rho_b = ((0,85 \cdot \beta_1 \cdot f'_c)/f_y) \cdot (600/(600+f_y)) \dots\dots\dots (22)$$

$$\rho_{max} = 0,75 \cdot \rho_b \dots\dots\dots (23)$$

e) Perhitungan momen nominal (M_n)

Momen nominal (M_n) merupakan momen yang digunakan untuk perencanaan tulangan. momen nominal diambil sebesar 80% dari momen ultimate (M_u) ditentukan dengan persamaan dibawah ini :

$$M_n = M_u \cdot \phi \quad \text{dimana } \phi = 0.8 \dots\dots\dots (24)$$

f) Perhitungan koefisien ketahanan (R_n)

Koefisien ketahanan (R_n) ditentukan dengan menggunakan persamaan dibawah ini :

$$R_n = M_n / (b \cdot d^2) \dots\dots\dots (25)$$

g) Perhitungan rasio tulangan (ρ)

Rasio tulangan (ρ) ditentukan dengan menggunakan persamaan dibawah ini :

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right) \dots\dots\dots (26)$$

$$m = f_y / (0,85 \cdot f'c) \dots\dots\dots (27)$$

h) Kontrol rasio tulangan

Kontrol rasio tulangan digunakan untuk menentukan rasio tulangan yang akan digunakan agar kebutuhan tulangan yang direncanakan ekonomis dan efisien.

Kontrol rasio tulangan ditentukan dengan syarat berikut ini :

$$\rho_{min} < \rho < \rho_{max} \dots\dots\dots (28)$$

2.7. Program SAP 2000

Program SAP 2000 merupakan pengembangan program SAP yang di buat oleh Prof. Edward L. Wilson dari university of California at Berkeley, US sekitar tahun 1971. Untuk melayani keperluan komersial dari program SAP, pada tahun 1975 di bentuk perusahaan Computer & Stucture, Inc, dipimpin oleh Ashraf Habibullah,di mana perusahaan tersebut sampai saat ini masi teteap eksis dan berkembang (Computers and Structure, Inc. 2000).

SAP2000 menyediakan beberapa pilihan. Antara lain membuat model struktur baru, memodifikasi dan merancang element struktur. Hal-hal tersebut dapat dilakukan melalui user interface yang sama. Program ini dirancang sangat interaktif, sehingga beberapa hal dapat dilakukan, misalnya mengontrol kondisi tegangan pada elemen struktur, mengubah dimensi batang, dan mengganti peraturan perancangan tanpa harus mengulang analisis struktur. Dalam pembahasan menggunakan SAP 2000 V.16 model plan strain – analisis static dengan tinjauan secara 2 dimensi.

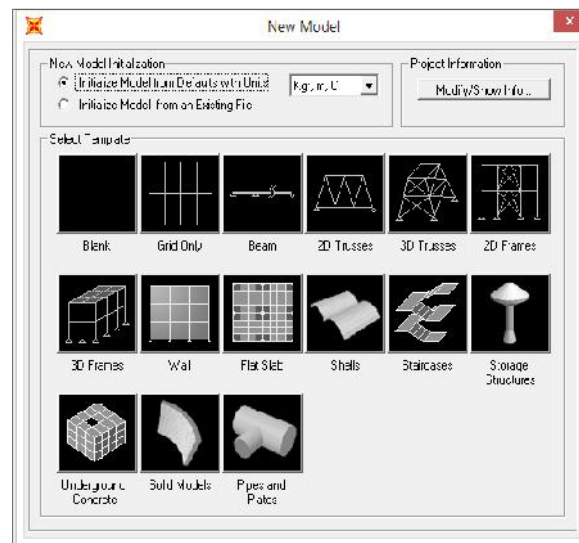
1. Input Model

Input model merupakan langkah awal dalam penggunaan program SAP 2000. Langkah-langkah input model adalah sebagai berikut :

a. Membuat model baru (*new model*)

Klik *file menu – new model* merupakan perintah untuk mengakses format dan memulai model baru. Menentukan satuan (*initial model from default with units*). Memilih jenis bidang (*select template*) yang disesuaikan dengan

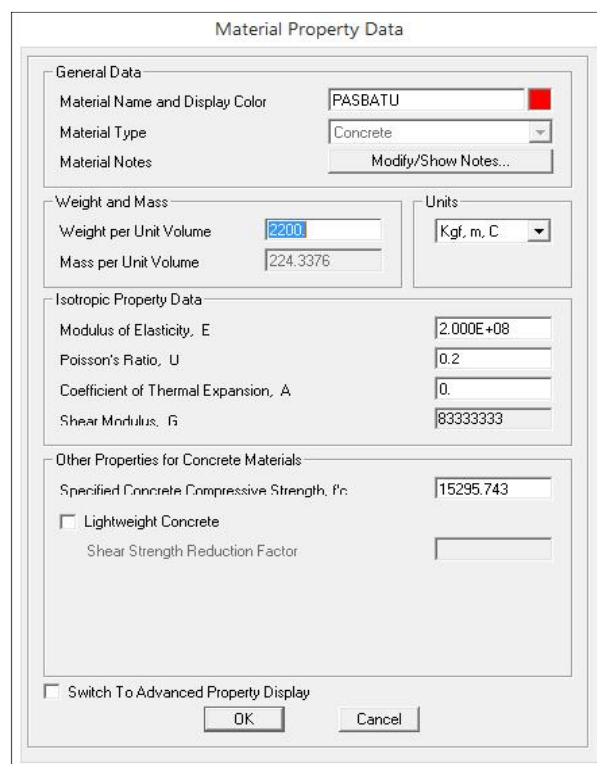
kebutuhan untuk mempermudah penggambaran model struktur yang akan digunakan.



Gambar 2.6 New Model Initialization

b. Definisi material (*define materials*)

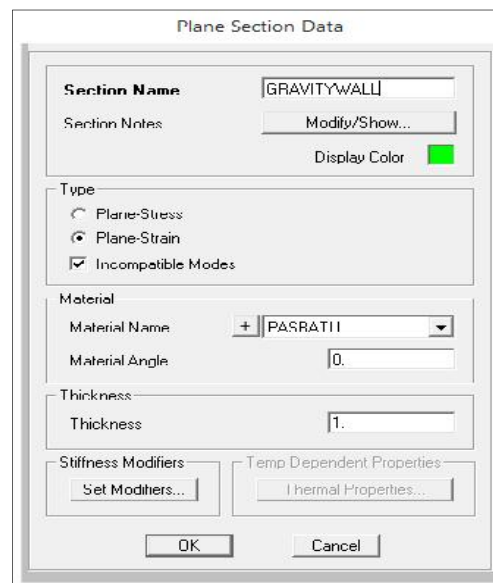
Klik *define-materials* untuk mengakses definisi material. Material dapat di masukan, modifikasi, atau disalin yang disesuaikan dengan kebutuhan yang mengikuti peraturan yang berlaku.



Gambar 2.7 Modify Material Property Data

c. Definisi properti (*define section properties*)

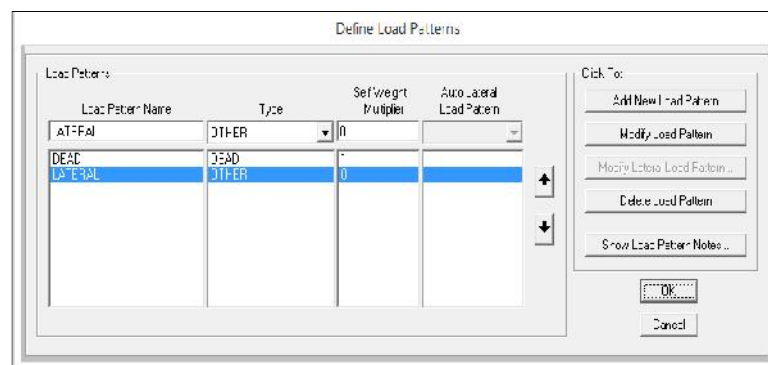
Klik *define-section properties* untuk mengakses definisi properti. Properti yang didefinisikan dapat berupa penampang (*frame section*), Tendon (*tendon*), kabel (*cable*), area (*area section*), dan lain-lain. Khususnya area properti (*area section*) mempunyai tiga tipe area yaitu *shell*, *plane*, *asolid* yang dapat didefinisikan. Area *plane section* mempunyai dua pilihan tipe indikasi yaitu *plane stress* dan *plane strain* dan ketebalan (*thickness*) yang dapat disesuaikan dengan kebutuhan analisa.



Gambar 2.8 Modify Area Plane Section Data

d. Definisi beban (*define load patterns*)

Klik *define-load pattern* untuk mengakses definisi bagian-bagian beban yang dapat dimasukan, disalin, dimodifikasi. Beban yang dapat didefinisikan berupa beban mati (*dead*), hidup (*live*), gempa (*quake*), angin (*wind*), dan lainnya (*other*).



Gambar 2.9 Define Load Patterns

e. Definisi kombinasi beban (*define load combination*)

Klik *define-load combination* untuk mengakses definisi kombinasi beban yang dapat dimasukan, disalin, dimodifikasi. Definisi kombinasi beban hanya untuk beban yang ada di daftar *load pattern*. Ada beberapa tipe kombinasi beban yaitu *linier add*, *envelope*, *absolute add*, *SRSS*, *range add*. Kombinasi beban dilengkapi dengan skala faktor yang dapat disesuaikan.

Load Combination Data

Load Combination Name (User-Generated) COMBO

Notes Modify/Show Notes...

Load Combination Type Linear Add

Options

Convert to User Load Combo Create Nonlinear Load Case from Load Combo

Define Combination of Load Case Results

Load Case Name	Load Case Type	Scale Factor
LA*ERAL	Linear Static	1.6
DEAD	Linear Static	.9
LA*ERAL	Linear Static	1.3

Add Modify Delete

OK Cancel

Gambar 2.10 Modify Load Combination Data

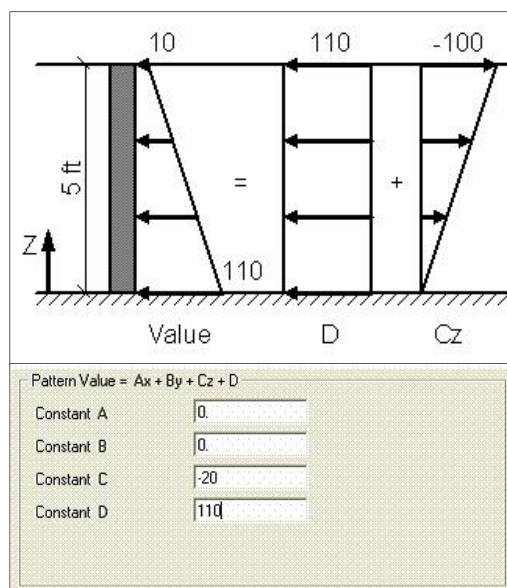
f. Penggambaran (*draw*)

Klik *draw* untuk mengakses penggambaran. Khususnya penggambaran area yaitu dengan cara *draw poly area*, *draw rectangular area*, *quick draw area*. Penggambaran menggunakan *draw poly area* untuk menggambar area dengan jumlah sudut area banyak. Saat mengakses *draw poly area* akan ditampilkan format property objek (*properties object*) yang ada di daftar *area section*. Cara penggambaran menggunakan *draw poly area* adalah klik titik-titik sudut secara berurutan mengikuti putaran jam atau sebaliknya.

g. Gabungan bagian-bagian beban (*joint patterns*)

Definisi nilai *joint patterns* digunakan untuk mengaplikasikan tekanan tanah pada dinding berupa pola pembebanan segitiga. Spesifikasi nilai beban menggunakan X,Y,Z multiplier method. Nilai *pattern* pada tiap *joint* yang dipilih akan di kalkulasikan dalam formula $AX+BY+CZ+D$ dimana X,Y,Z merupakan *koordinat joint* yang dipilih yang sejajar dengan *koordinat system*.

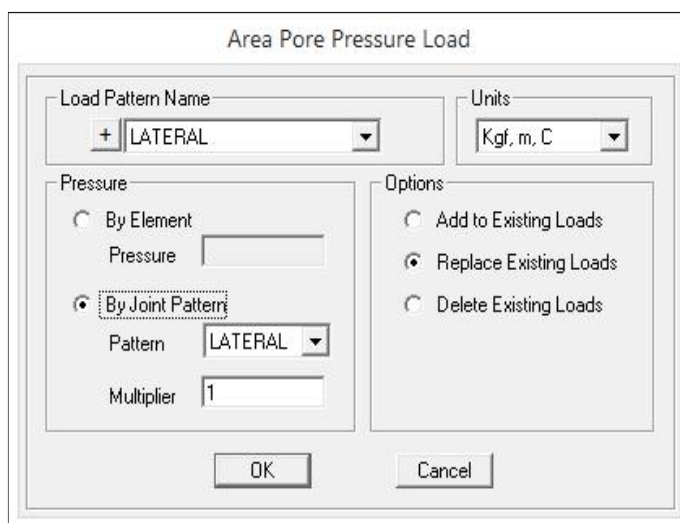
Satuan konstanta A,B,C adalah 1/panjang, sedangkan D adalah *unitless*. (SAP2000 content and index, 2000)



Gambar 2.11 Joint Patterns With X,Y,Z Multiplier Method

h. Penandaan beban area (*assign area loads*)

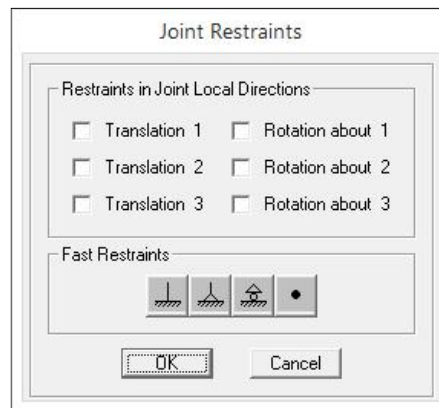
Pilih element yang akan ditandai beban, klik *assign-area loads* untuk mengakses penandaan beban. Salah satu penandaan beban area adalah *pore pressure plane* yang merupakan jenis penanda beban pada model penahan tekanan yang berefek fluida dengan kepadatan sedang. Tekanan (*pressure*) dapat didefinisikan berasal dari element (*by element*) atau gabungan beban (*joint patterns*) yang dilengkapi faktor pengali tekanan (*multiplier*).



Gambar 2.12 Area Pore Pressure Load

i. Penandaan jenis perletakan (*assign joint restraint*)

Pilih *joint* satu atau lebih yang merupakan titik perletakan, klik *assign-joint-restraint* untuk mengakses jenis perletakan pada *joint* tersebut. *Joint restraint* sama dengan pendukung pada dasar konstruksi. Jenis-jenis perletakan pada konstruksi ialah jepit (*fully supported*), sendi (*pinned*), rol (*roller*), bebas (*fully free*). Penentuan jenis peletakan disesuaikan dengan kondisinya.



Gambar 2.13 Joint Restraint

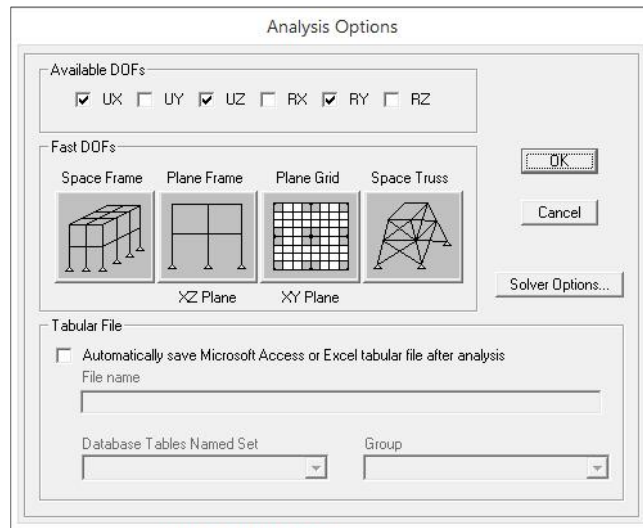
2. Analizys Model

Analizys merupakan proses analisa data dari input model. SAP 2000 V.16 menyediakan empat jenis analisa yaitu *space frame*, *plane frame*, *plane grid*, *space truss*. Salah satu jenis analisa yang akan digunakan dalam peninjauan konstruksi dinidng gravitasi metode plane strain adalah *plane frame*. Analisa *plane frame* merupakan jenis analisa penampang 2 dimensi.

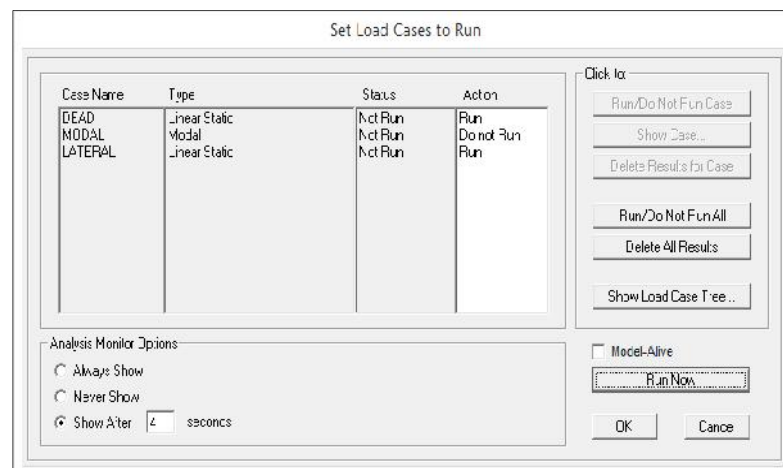
Untuk menentukan jenis analisa klik *analyze-set analysis option*. Untuk menentukan kasus beban yang akan dianalisa klik *analyze-set load case to run* memilih bebab-beban yang akan di analisa dengan mengganti aksi (*action*) beban menjadi *run* sedangkan beban yang tidak akan di analisa diganti aksinya menjadi *do not run*. Untuk memulai analisa klik *analyze-run analysis*.

3. Output Data

Output data merupakan data keluaran yang dihasilkan melalui proses analisis yang dilakukan program SAP 2000. Output data berupa deformasi, reaksi, gaya, tegangan, dan lainnya.



Gambar 2.14 Analysis Options



Gambar 2.15 Set Load Cases To Run

2.8. Metode Pelaksanaan Dinding Penahan Tanah

Metode pelaksanaan merupakan panduan yang disusun secara sistematis dan teratur untuk mempermudah proses pelaksanaan pekerjaan di lapangan. Metode pelaksanaan dinding penahan tanah melalui berbagai tahapan. 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. Hal ini dimaksudkan untuk memudahkan

pelaksana dalam menyusun *planning* kerja setelah terlebih dahulu mengenal lapangan dan melakukan identifikasi terhadap kemungkinan permasalahan yang timbul nantinya selama waktu definitive pelaksanaan pekerjaan dimulai. Sedangkan mobilisasi material dan tenaga kerja tidak dirinci disini, Karena penjelasan disini menitikberatkan pada rencana mobilisasi alat berat. Mobilisasi alat berat akan dilakukan sesuai kebutuhannya untuk pekerjaan yang akan segera dilakukan dilapangan. 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. Pembersihan meliputi pembersihan pohon-pohon, sampah dan bahan lain yang mengganggu pelaksanaan pekerjaan. Hasil pembersihan itu akan ditempatkan diluar tempat kerja atau dibuang, kecuali ada ketentuan lain sesuai petunjuk direksi.

3. Dewatering

Pekerjaan dewatering atau pekerjaan pengeringan merupakan pekerjaan persiapan saat meleakukan 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 penegringan 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. Ada beberapa metode pekerjaan dewatering yang akan dijelaskan sebagai berikut ini :

a) Open pumping

Metode ini masih dianggap sebagai teknik umum diterima dimana kolektor digunakan untuk mengumpulkan air permukaan (khususnya air hujan) dan rembesan dari tepi galian. Fungsi kolektor adalah membuang air keluar dari galian.

b) Predrainage

Prinsip metode tersebut adalah menurunkan muka air tanah terlebih dahulu sebelum pekerjaan galian dimulai. Metode tersebut digunakan apabila karakteristik dari tanah merupakan tanah lepas, berbutir seragam, cadas lunak dengan banyak celah. Debit rembesan cukup besar dan tersedia saluran pembuangan air, slope tanah sensitif terhadap erosi atau mudah terjadi rotary slide, tidak mempunyai efek mengganggu bangunan disekitarnya. Ada dua jenis metode predrainage yaitu *single stage predrainage*, *multi stage predrainage*. Metode dewatering predrainage ada dua jenis yaitu *well points*, *submersible pump*.

c) Cut off

Prinsip metode cut off adalah memotong aliran bidang air tanah melalui cara mengurung daerah galian dengan dinding. Metode ini perlu memperhitungkan dalamnya “D” tertentu agar tidak terjadi rembesan air masuk ke dalam daerah galian. Dinding cut off dapat menggunakan *Stell sheet pile* (tidak dipakai sebagai struktur dinding permanen), *Concrete diaphragm wall* (sebagai struktur dinding permanen), *Concrete secant pile* (dapat dipakai sebagai dinding permanen). Metode cut off digunakan pada kondisi yang sama dengan pemilihan predrainage. Dinding cut off difungsikan juga sebagai penahan tanah atau sebagai dinding basement.

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. Sebelum pelaksanaan dimulai terlebih dahulu dilakukan pengukuran sehingga diperoleh titik patokan dan elevasi yang akurat.

5. Timbunan tanah galian

Tanah hasil galian akan didapatkan kembali menjadi tanggul setelah pekerjaan galian dan kontruksi dalam galian selesai dilakukan. tanah timbunan dapat didatangkan atau dari hasil galian setempat. Pemadatan tanah timbunan menggunakan alat bantu berupa balok kayu, *stamper*.

6. Pasangan batu kali

Material utama pasangan batu kali yaitu batu kali dan mortar (semen, pasir, dan air) sebagai pengikat antar pasangan batu. Sebelum memulai pelaksanaan pasangan batu kali, dipastikan terlebih dahulu batu direndam dalam air. Campuran mortar disesuaikan dengan perencanaan. Pasangan batu harus disusun rapi dan padat.

7. Pembesian

Dalam 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 agar diberikan tabda yang jelas dan dikelompokkan terpisah satu sama lainnya. Selimut pelindung beton harus terjamin sesuai dengan gambar baik horisontal maupun vertikal dengan memasang beton deck. Tulangan harus diikat erat dengan sedikitnya d (dua) kali putaran dengan kawat beton 1.6 mm.

8. 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.

9. 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 *bucked* yang dimobilisasi oleh alat bantu *crane*, dan pengecoran

menggunakan *spray concrete* dengan bantuan *compressor* sebagai alat pompa adukan dari *truck mixer*.

10. Back drain

Pekerjaan back drain atau drainase punggung diperuntukan sebagai buangan air tanah yang tertahan oleh struktur. Untuk memberi jalan untuk air tersebut, maka perlunya dibuatkan penyaring yang diletakkan sepanjang punggung struktur dan lubang pipa buangan di dasar struktur. Material penyaring (*filter*) biasanya menggunakan ijuk. Hal ini dimaksudkan untuk mencegah tanah tidak masuk ke dalam pipa yang dapat menyebabkan penyumbatan.

BAB III

PEMBAHASAN

3.1 Umum

Peninjauan perencanaan konstruksi dinding penahan tanah dalam pembahasan dibawah ini untuk semua jenis konstruksi penahan tanah pada proyek pembangunan Hotel Ibis Manado. Konstruksi-konstruksi penahan tanah pada gedung tersebut yaitu dinding gravitasi dan dinding basement. dinding gravitasi difungsikan untuk konstruksi penahan tanah sementara, sedangkan dinding basement konstruksi penahan tanah tetap pada basement Hotel Ibis Manado.

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 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 :

Berat volume tanah (γ)	: 1700kg/m ³
Kohesi (c)	: 0 (tanah non kohesif)
Muka air tanah	: -1,50m dari muka tanah
Berat volume air tanah (γ_w)	: 1000 kg/m ³
Berat volume tanah terendam (γ')	: 588,23kg/m ³
Sudut geser dalam tanah (ϕ)	: 30°
Sudut kemiringan backfill (α)	: 0°
Sudut kemiringan dinding (β)	: 90°
Sudut kemiringan tegangan (δ)	: 0°
Percepatan puncak batuan dasar ('g')	: 0,25g (wilayah 5)
Percepatan gravitasi (g)	: 9,81 m/dtk ²

3.2 Tinjauan Perencanaan Dinding Gravitasi

Dalam perencanaannya, dinding gravitasi pada proyek pembangunan Hotel Ibis Manado difungsikan sebagai konstruksi penahan tanah sementara untuk galian basement. Setelah konstruksi bawah bangunan selesai dibuat, dinding gravitasi akan dijadikan pondasi untuk dinding pagar bangunan tersebut. Dengan melihat kondisi tersebut maka peninjauan dilakukan saat kondisi dinding gravitasi sebagai konstruksi penahan tanah untuk galian sementara basement.

3.2.1 Parameter Dinding Gravitasi

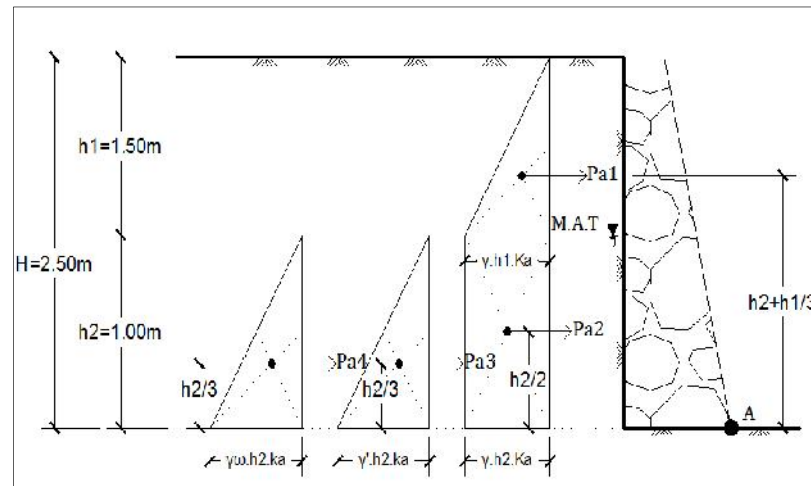
Peninjauan perencanaan dinding penahan tanah membutuhkan data-data yang akurat dan pendukung untuk menghasilkan hasil tinjauan yang baik. Parameter dinding gravitasi diambil sesuai dengan data perencanaan konstruksi yang digunakan dalam pelaksanaan pekerjaannya. Selain itu, untuk mendukung dan memperjelas data-data perencanaan konstruksinya dilakukan pengamatan observasi, wawancara. Berdasarkan data perencanaan dan pengamatan, maka parameter dinding gravitasi pada proyek pembangunan Hotel Ibis Manado adalah sebagai berikut :

Material dinding gravitasi	: Pasangan Batu
Berat Volume Material	: 2200kg/m^3
Bentuk penampang	: Trapesium
Tinggi dinding (H)	: 2,50m
Lebar atas dinding (a)	: 0,30m
Alas bawah dinding (b)	: 0,80m

3.2.2 Mobilisasi Tekanan Tanah Dinding Gravitasi

Mobilisasi tekanan-tekanan tanah merupakan hal penting dalam perencanaan untuk mempermudah perhitungan tekanan-tekanan tanah. Ketelitian dalam menentukan besarnya tekanan-tekanan tanah terhadap dinding gravitasi tersebut akan berpengaruh terhadap nilai keamanan dan stabilitas konstruksinya.

Untuk mempermudah menentukan mobilisasi tekanan-tekanan tanah perlu dibuatkan diagram tekanan-tekanan tanah yang mendefinisikan tekanan-tekanan yang bekerja dan arah garis kerja gaya serta menentukan garis kerja gaya-gaya pada perhitungan stabilitas dinding gravitasi.



Gambar 3.1 Diagram Tekanan Tanah Dinding Gravitasi

3.2.3 Perhitungan Tekanan Tanah Dinding Gravitasi

Perhitungan tekanan tanah aktif non kohesif akan dipakai karena klasifikasi tanah lokasi untuk galian basement adalah tanah non kohesif. Perhitungan tekanan tanah berdasarkan diagram tekanan-tekanan tanah pada gambar diagram tekanan tanah dinding gravitasi. Pada gambar diagram diatas, menjelaskan geometri tekanan tanah yang berbentuk segitiga dan persegi terbagi menjadi lima jenis tekanan tanah aktif, sedangkan tidak ada tekanan tanah pasif karena tidak ada timbunan dibelakang dinding tersebut.

Maka untuk mengetahui gaya horizontal (Pa1-Pa4) yang di akibatkan tekanan-tekanan tanah tersebut perlu dihitung koefisien tanah aktif menggunakan teori Coloumb untuk mengubah tekanan-tekanan tanah tersebut menjadi gaya horizontal tegak lurus bidang vertical dinding. Untuk koefisien tanah aktif saat gempa menggunakan teori Mononobe-Okabe yang merupakan pengembangan dari teori coloumb yang akan dipakai pada perhitungan dinding basement.

1) Koefisien tanah aktif (teori Coloumb,1776)

$$K_a = \frac{\sin^2 \beta + \varphi}{\sin^2 \beta \cdot \sin(\beta - \delta) \left[1 + \frac{\sin \varphi + \delta}{\sin \beta - \delta} \cdot \frac{\sin(\varphi - \alpha)}{\sin(\alpha + \beta)} \right]}^2$$

$$K_a = \frac{\sin^2 90 + 30}{\sin^2 90 \cdot \sin(90 - 0) \left[1 + \frac{\sin 30 + 0}{\sin 90 - 0} \cdot \frac{\sin(30 - 0)}{\sin(0 + 90)} \right]}^2$$

Koefisien tanah aktif (K_a) : 0,333

2) Perhitungan gaya-gaya horizontal terhadap dinding gravitasi (P_a)

$$\begin{aligned} P_{a1} &= \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot h_1^2 \cdot K_a \text{ (akibat tanah diatas muka air)} \\ &= \frac{1}{2} \cdot 1700 \text{ kg/m}^3 (1,5 \text{ m})^2 \cdot 0,333 \\ &= 637,50 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_{a2} &= h_2(h_1 \cdot \gamma \cdot K_a) \text{ (akibat beban merata tanah diatas muka air)} \\ &= 1 \text{ m} (1,50 \text{ m} \cdot 1700 \text{ kg/m}^3 \cdot 0,333) \\ &= 850 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_{a3} &= \frac{1}{2} \cdot h_2^2 \cdot \gamma' \cdot K_a \text{ (akibat tanah terendam air)} \\ &= \frac{1}{2} \cdot (1 \text{ m})^2 \cdot 588,23 \text{ kg/m}^3 \cdot 0,333 \\ &= 98,03 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_{a4} &= \frac{1}{2} \cdot h_2^2 \cdot \gamma_w \text{ (akibat tekanan air hidrostatik)} \\ &= \frac{1}{2} \cdot (1 \text{ m})^2 \cdot 1000 \text{ kg/m}^3 \\ &= 500 \text{ kg} \end{aligned}$$

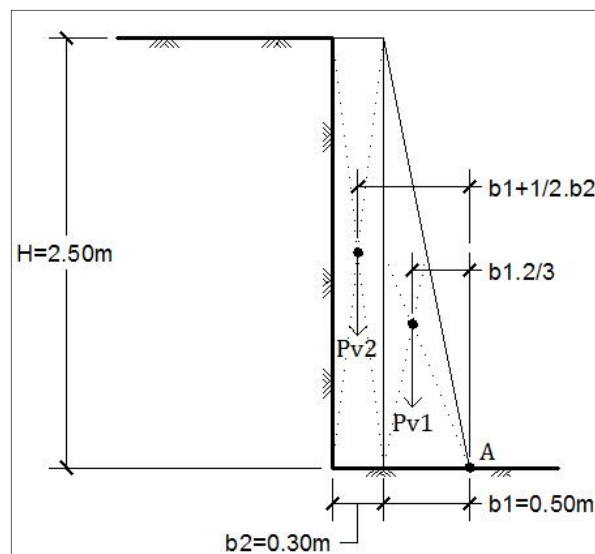
3) Jumlah gaya-gaya horizontal terhadap dinding gravitasi (ΣP_a)

$$\begin{aligned} \Sigma P_a &= P_{a1} + P_{a2} + P_{a3} + P_{a4} \\ &= 637,50 \text{ kg} + 850 \text{ kg} + 98,03 \text{ kg} + 500 \text{ kg} \\ &= 2085,53 \text{ kg} \end{aligned}$$

3.2.4 Perhitungan Berat Sendiri Dinding Gravitasi

Berat sendiri konstruksi (*selfweight construction*) dinding gravitasi merupakan fungsi utama dinding tersebut untuk menahan gaya-gaya akibat tekanan tanah. Dalam perhitungan berat sendiri konstruksi, haruslah mengetahui jenis material dan berat volume konstruksinya.

Menurut PPPURG 1987 yang berlaku sebagai pedoman pembebanan di-Indonesia bahwa berat volume pasangan batu adalah 2200 kg/m^3 . Perhitungan berat sendiri konstruksi akan diperlukan untuk meninjau kestabilan dinding gravitasi terhadap gaya-gaya eksternal yang diterima. Berat sendiri konstruksi dianggap sebagai gaya-gaya vertikal dengan titik tangkap keseimbangan gaya berdasarkan bentuk penampangnya.



Gambar 3.2 Gaya Vertical Akibat Berat Sendiri Konstruksi

- 1) Perhitungan gaya-gaya vertikal akibat berat sendiri konstruksi (P_v)

$$\begin{aligned} P_{v1} &= \frac{1}{2} \cdot b_1 \cdot H \cdot \gamma_{\text{pas.batu}} \text{ (akibat berat sendiri segitiga)} \\ &= \frac{1}{2} \cdot 0,50 \text{ m} \cdot 2,50 \text{ m} \cdot 2200 \text{ kg/m}^3 \\ &= 1375 \text{ kg (-)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_{v2} &= b_2 \cdot H \cdot \gamma_{\text{pas.batu}} \text{ (akibat berat sendiri persegi panjang)} \\ &= 0,30 \text{ m} \cdot 2,50 \text{ m} \cdot 2200 \text{ kg/m}^3 \\ &= 1650 \text{ kg (-)} \end{aligned}$$

- 2) Jumlah gaya-gaya vertikal akibat berat sendiri konstruksi (ΣP_v)

$$\begin{aligned} \Sigma P_v &= P_{v1} + P_{v2} \\ &= 1375 \text{ kg} + 1650 \text{ kg} \\ &= 3025 \text{ kg (-)} \end{aligned}$$

3.2.5 Perhitungan Momen Dinding Gravitasi

Momen pada konstruksi dinding gravitasi disebabkan oleh tekanan tanah dan berat sendiri konstruksinya terhadap titik A. Momen akibat tekanan tanah aktif (gaya horizontal) merupakan momen yang memungkinkan konstruksi terguling, sedangkan momen akibat berat sendiri konstruksi (gaya vertikal) merupakan momen perlawanan terhadap momen guling. perhitungan momen diperlukan dalam stabilitas dinding gravitasi untuk mengetahui kestabilan dinding tersebut.

- 1) Perhitungan momen dititik A akibat gaya-gaya horizontal (ΣM_{AH})

$$\begin{aligned}\Sigma M_{AH} &= [Pa1(h_2+h_1/3)] + [Pa2(h_2/2)] + [Pa3(h_2/3)] + [Pa4(h_2/3)] \\ &= [637,50(1+1,5/3)]+[850(1/2)]+[98,03(1/3)]+[500(1/3)] \\ &= 956,25 + 425 + 32,67 + 166,66 \\ &= 1580,58 \text{ kg.m}\end{aligned}$$

Lengan momen (y) dapat ditentukan dengan persamaan:

$$\begin{aligned}\Sigma M_{AH} &= \Sigma Pa \cdot y \\ y &= \Sigma M_{AH} / \Sigma Pa \\ &= 1580,58 \text{ kg.m} / 2085,53 \text{ kg} \\ &= 0,75 \text{ m (dari titik A)}\end{aligned}$$

- 2) Perhitungan momen dititik A akibat gaya-gaya vertikal (ΣM_{AV})

$$\begin{aligned}\Sigma M_{AV} &= [Pv1(2/3b_1)]+[Pv2(b_1+b_2/2)] \\ &= [1375(2/3 \cdot 0,50)]+[1650(0,50+0,30/2)] \\ &= 458,33+1072,50 \\ &= 1530,83 \text{ kg.m}\end{aligned}$$

Lengan momen (x) dapat ditentukan dengan persamaan :

$$\begin{aligned}\Sigma M_{AV} &= \Sigma Pv \cdot x \\ x &= \Sigma M_{AV} / \Sigma Pv \\ &= 1530,83 \text{ kg.m} / 3025 \text{ kg} \\ &= 0,50 \text{ m (dari titik A)}\end{aligned}$$

3.2.6 Stabilitas Dinding Gravitasi

Peninjauan stabilitas dinding gravitasi bertujuan untuk mengetahui nilai kestabilan konstruksi tersebut. Stabilitas yang akan diamati pada dinding gravitasi tersebut adalah stabilitas guling, geser, dan keruntuhan daya dukung tanah terlampau.

- 1) Stabilitas Guling Dinding Gravitasi

$$\begin{aligned}\text{SF Guling} &= \text{Momen Lawan} / \text{Momen Guling} \geq 1,5 \\ &= \Sigma M_{AV} / \Sigma M_{AH} \geq 1,5 \\ &= 1530,83 \text{ kg.m} / 1580,58 \text{ kg.m} \geq 1,5 \\ &= 0,97 \leq 1,5 \text{ (tidak stabil)}\end{aligned}$$

- 2) Stabilitas Geser Dinding Gravitasi

$$\text{SF Geser} = \text{Gaya Lawan} / \text{Gaya Geser} \geq 1,5$$

$$\begin{aligned}
 &= (\Sigma P_v \cdot \tan \varphi) / \Sigma P_a \geq 1,5 \\
 &= (3025 \text{ kg} \cdot \tan 30^\circ) / 2085,53 \text{ kg} \geq 1,5 \\
 &= 0,84 \leq 1,5 \text{ (tidak stabil)}
 \end{aligned}$$

3) Stabilitas Keruntuhan Daya Dukung Dinding Gravitasi

Perhitungan tegangan maksimum pondasi (σ_{max})

$$\begin{aligned}
 N_\gamma &= 19,7 \text{ (factor Terzaghi untuk } \varphi = 30^\circ \text{)} \\
 N_q &= 22,5 \text{ (factor Terzaghi untuk } \varphi = 30^\circ \text{)} \\
 \beta &= 0,5 \text{ (Factor pondasi)} \\
 \gamma' &= 588,23 \text{ kg/m}^3 \text{ (berat volume tanah terendam)} \\
 b &= 0,80 \text{ m (lebar pondasi)} \\
 \sigma_{max} &= (\Sigma P_v / b) + (1 / 12 \cdot b) \\
 &= (3025 \text{ kg} / 0,80 \text{ m}) + (1 / 12 \cdot 0,80 \text{ m}) \\
 &= 3781,25 + 0,10 \\
 &= 3781,35 \text{ kg/m}^2
 \end{aligned}$$

Perhitungan tegangan tanah (σ_{tanah})

$$\begin{aligned}
 \sigma_{tanah} &= q \cdot N_q + \beta \cdot b \cdot \gamma' \cdot N_\gamma \\
 &= q \cdot N_q + \beta \cdot b \cdot \gamma' \cdot N_\gamma \\
 &= (0 \cdot 588,23 \text{ kg/m}^3) \cdot 22,5 + 0,5 \cdot 0,80 \cdot 588,23 \text{ kg/m}^3 \cdot 19,7 \\
 &= 4635,25 \text{ kg/m}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Stabilitas daya dukung} &= \sigma_{max} \leq \sigma_{tanah} \\
 &= 3781,35 \text{ kg/m}^2 \leq 4635,25 \text{ kg/m}^2 \text{ (stabil)}
 \end{aligned}$$

3.3 Tinjauan Perencanaan Dinding Basement

Dinding penahan tanah (retaining wall) juga diaplikasikan pada konstruksi penahan ruang bawah tanah untuk melindungi ruangan tersebut dari keruntuhan tanah dibalik dinding. Dinding basement menyerupai pelat yang bertumpu sepanjang balok tepi. Peninjauan dilakukan pada ruang *Ground water tank* (GWT) dan *Sewage treatment plant* (STP) yang berada pada kedalaman -8.50m dari permukaan tanah.

3.3.1 Parameter Dinding Basement

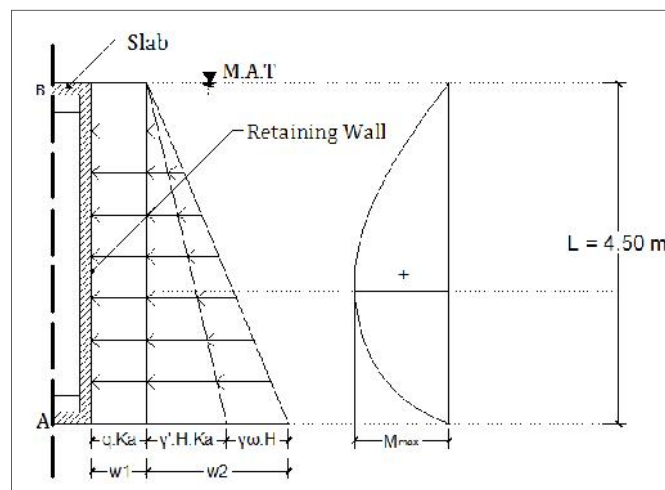
Parameter dinding basement berdasarkan data perencanaan konstruksi yang digunakan dalam pelaksanaan pekerjaannya. Dari data dan hasil pengamatan

observasi, parameter dinding basement pada proyek pembangunan Hotel Ibis Manado dinyatakan sebagai berikut :

Material dinding basement	: Beton bertulang
Berat volume material	: 2400 kg/m^3
Modulus elastisitas (E_c)	: $25332,08 \text{ MPa}$
Mutu beton (f'_c)	: $29,05 \text{ MPa}$ (K-350)
Mutu baja tulangan ulir (f_y)	: 400 MPa
Tinggi dinding	: 4500 mm

3.3.2 Mobilisasi Tekanan Tanah Pada Dinding Basement

Mobilisasi tekanan-tekanan tanah harus diperhatikan dalam perencanaan karena ketelitian dalam menentukan besarnya tekanan-tekanan tanah terhadap dinding basement tersebut akan berpengaruh terhadap nilai keamanan ekonomisnya suatu konstruksi. Untuk mempermudah menentukan mobilisasi tekanan-tekanan tanah perlu dibuatkan diagram tekanan-tekanan tanah yang mendefinisikan tekanan-tekanan yang bekerja pada dinding basement.



Gambar 3.3 Diagram Tekanan Dan Momen Dinding Basement

3.3.3 Perhitungan Tekanan Tanah Dinding Basement

Perhitungan tekanan tanah aktif non kohesif saat gempa (teori Mononobe-Okabe) akan dipakai karena klasifikasi tanah lokasi untuk galian basement adalah tanah non kohesif dan lokasi bangunan berada pada zona gempa 5. Gambar diatas

berdasarkan kondisi dinding penahan pada ruang SPT dan GWT Hotel Ibis Manado yang berada pada elevasi -7,60 m di ukur dari taraf permukaan aspal jalan utama sampai elevasi pelat lantai SPT dan GWT.

Muka air yang berada pada elevasi -1,50m. pada permukaan tanah terdapat area parkir, Berdasarkan hal tersebut, maka tekanan tanah didefinisikan berbentuk trapezium yang terdiri dari tekanan air dan tanah terendam berbentuk segitiga dan tekanan tanah akitat beban terbagi rata parkir berbentuk persegi. Tekanan-tekanan pada dinding basement adalah sebagai berikut :

- a. Alas 1 : $q \cdot K_{AE}$ (akibat beban merata muka tanah)
- b. Alas 2 : $L \cdot \gamma' \cdot K_{AE}$ (akibat tanah terendam air)
- c. Alas 3 : $L \cdot \gamma_w$ (akibat tekanan air hidrostatik)

- 1) Koefisien tanah aktif sebelum gempa (teori Coloumb,1776)

$$K_a = \frac{\sin^2 \beta + \varphi}{\sin^2 \beta \cdot \sin(\beta - \delta) \left[1 + \frac{\sin \varphi + \delta \cdot \sin(\varphi - \alpha)}{\sin \beta - \delta \cdot \sin(\alpha + \beta)} \right]^2}$$

$$K_a = \frac{\sin^2 90 + 30}{\sin^2 90 \cdot \sin(90 - 0) \left[1 + \frac{\sin 30 + 0 \cdot \sin(30 - 0)}{\sin 90 - 0 \cdot \sin(0 + 90)} \right]^2}$$

Koefisien tanah aktif sebelum gempa (K_a) : 0,333

- 2) Koefisien tanah aktif saat gempa (Teori Mononobe-Okabe,1924)

Koefisien percepatan gempa horizontal (K_h) : ' g '/ g

$$K_h = (0,25 \cdot 9,81)/9,81$$

$$= 0,25$$

$$\Psi = \tan^{-1} \cdot K_h$$

$$= \tan^{-1} \cdot 0,25$$

$$= 14,03^\circ$$

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

$$K_{ae} = \frac{\sin^2 30 + 90 - 14,03}{\cos 14,03 \cdot \sin^2 90 \cdot \sin 90 - 14,03} \cdot 1 + \frac{\frac{\sin 30 \cdot \sin 30 - 14,03}{\sin 90 - 14,03 \cdot \sin 90}}{2}$$

Koefisien tanah aktif saat gempa (K_{AE}) : 0,518

3) Perhitungan alas tekanan-tekanan terhadap dinding basement (Pa)

Alas 1 = $q \cdot K_{ae}$ (akibat beban merata muka tanah)

$$= 800 \text{ kg/m}^2 \cdot 0,518$$

$$= 414,40 \text{ kg/m}^2$$

Alas 2 = $L \cdot \gamma' \cdot K_{ae}$ (akibat tanah terendam air)

$$= 4,50 \text{ m} \cdot 588,23 \text{ kg/m}^3 \cdot 0,518$$

$$= 1371,16 \text{ kg/m}^2$$

Alas 3 = $L \cdot \gamma_w$ (akibat tekanan air hidrostatik)

$$= 4,50 \text{ m} \cdot 1000 \text{ kg/m}^3$$

$$= 4500 \text{ kg/m}^2$$

4) Tekanan tanah untuk 1 meter panjang dinding

$$W_1 = 414,40 \text{ kg/m}^2 \cdot 1 \text{ m}$$

$$= 414,40 \text{ kg/m}$$

$$W_2 = (1371,16 \text{ kg/m}^2 + 4500 \text{ kg/m}^2) \cdot 1 \text{ m}$$

$$= 5871,16 \text{ kg/m}$$

3.3.4 Kombinasi Pembebanan Dinding Basement

Struktur beton bertulang harus direncanakan hingga semua penampang mempunyai kuat rencana minimum sama dengan kuat perlu. Kombinasi pembebanan untuk struktur jika beban tanah diperhitungkan menurut (SNI-03-2847-2002 Pasal 11 Ketentuan mengenai kekuatan dan kemampuan layan adalah $U : 0,9 \text{ DL} + 1,6 \text{ H}$.

1) Perhitungan beban mati dinding basement (DL)

$$\text{DL} = 0,30 \text{ m} \cdot 1 \text{ m} \cdot 2400 \text{ kg/m}^3$$

$$= 720 \text{ kg/m}$$

2) Beban tanah dinding basement (H)

$$\text{H} = W_1 + W_2$$

$$= 414,40 \text{ kg/m} + 5871,16 \text{ kg/m}$$

3.3.5 Perhitungan Momen Lentur Dinding Basement

Konsep struktur dalam analisa dinding basement yaitu mengasumsikan dinding basement sebagai pelat satu arah, bertumpu diatas dua tumpuan sederhana, dengan beban terbagi rata berbentuk trapezium akibat tekanan tanah. Perhitungan struktur tergolong statis tertentu.

- 1) Perhitungan beban terfaktor

$$\begin{aligned} W_{1ult} &= 0,9 DL + 1,6 W_1 \\ &= 0,9 \cdot 720 \text{ kg/m} + 1,6 \cdot 414,40 \text{ kg/m} \\ &= 648 \text{ kg/m} + 663,04 \text{ kg/m} \\ &= 1311,04 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W_{2ult} &= 1,6 W_2 \\ &= 1,6 \cdot 5871,16 \text{ kg/m} \\ &= 9393,85 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

- 2) Perhitungan momen lentur maximum

$$\begin{aligned} k &= 7,82 \text{ (table perbandingan nilai k dengan } W_1/W_1+W_2) \\ \mu &= L^2 / k (W_{1ult} + W_{2ult} / 2) \\ &= (4,50 \text{ m})^2 / 7,82 (1311,04 \text{ kg/m} + (9393,85 \text{ kg/m} / 2)) \\ &= 15557,72 \text{ kg.m} \end{aligned}$$

3.3.6 Perhitungan Tulangan Dinding Basement

Tata cara penulangan struktur dinding basement mengikuti penulangan pelat satu arah karena kondisi lentur satu arah akibat tekanan tanah. Perhitungan kebutuhan penulangan dinding basement sebagai berikut :

- a. Menentukan ketebalan dinding minimum (h_{min})
- b. Menentukan Ketebalan penutup beton untuk tulangan
- c. Menghitung tebal efektif beton
- d. Perhitungan pembatasan rasio tulangan rencana
- e. Perhitungan rasio tulangan minimum dan maximum
- f. Perhitungan kebutuhan tulangan utama arah vertical yang dibutuhkan
- g. Perhitungan kebutuhan tulangan susut dan suhu arah horizontal
- h. Menggambarkan penulangan struktur dinding basement.

1) Tebal dinding minimum

Tebal dinding minimum dengan dua tumpuan sederhana dimana tidak dilakukan tinjauan terhadap lendutan SNI-03-2847-2002 Tabel 8 ditentukan dengan $L/20$ Maka tebal dinding $4500/20 : 225 \text{ mm} \sim 300 \text{ mm}$.

2) Tebal penutup beton minimum untuk tulangan (p)

Tebal penutup tulangan untuk beton yang berhubungan dengan cuaca dan tanah untuk tulangan ulir D16mm berdasarkan (SNI-03-2847-2002 Pasal 9.7) Tebal penutup beton minimum untuk tulangan (p) diambil 40 mm.

3) Tebal efektif dinding (d)

Tebal efektif adalah tebal yang diukur daritepi serat yang tertekan ke titik berat luas beton. Tebal efektif ditentukan dengan cara mengurangi tebal dinding dengan selimut tulangan dikurang setengah diameter tulangan yang dipakai. Maka tebal efektif dinding adalah (d) : $300 - 40 - (1/2 \cdot 16) = 252 \text{ mm}$.

4) Perhitungan pembatasan rasio tulangan

Pembatasan rasio tulangan digunakan untuk mengetahui luas tulangan yang dibutuhkan. Rasio tulangan dibatasi dengan rasio tulangan minimum dan maximum agar tulangan yang direncanakan memenuhi persyaratan dan ekonomis. Perhitungan rasio tulangan menggunakan data-dat yaitu $\beta_1 = 0,85$ untuk $f'_c < 30 \text{ MPa}$. Mutu beton (f'_c) = 29,05 Mpa, Mutu baja (f_y) = 400 Mpa.

Perhitungan rasio tulangan rencana (ρ_b)

$$\rho_b = \frac{0,85 \cdot \beta_1 \cdot f'_c}{f_y} \cdot \frac{600}{600 + f_y}$$

$$\rho_b = \frac{0,85 \cdot 0,85 \cdot 29,05}{400} \cdot \frac{600}{600 + 400}$$

$$\rho_b = 0,0315$$

Perhitungan rasio tulangan minimum (ρ_{min})

$$\rho_{min} = \frac{1,4}{f_y}$$

$$\rho_{min} = 0,0035$$

Perhitungan rasio tulangan maximum ($\rho_{\max}$)

$$\rho_{\max} = 0,75 \cdot \rho_b$$

$$\rho_{\max} = 0.0236$$

5) Perhitungan kebutuhan tulangan utama arah vertical

Momen ultimate (M_u)

$$M_u = 15557,72 \text{ kg.m} = 15,55 \cdot 10^7 \text{ N.mm}$$

Perhitungan momen nominal (M_n)

$$\begin{aligned} M_n &= M_u / \phi \\ &= 15,55 \cdot 10^7 \text{ N.mm} / 0,80 \\ &= 19,44 \cdot 10^7 \text{ N.mm} \end{aligned}$$

Perhitungan koefisien ketahanan (R_n)

$$\begin{aligned} R_n &= M_n / (b \cdot d^2) \\ &= 19,44 \cdot 10^7 \text{ N.mm} / (1000 \cdot 252^2) \\ &= 3,0623 \end{aligned}$$

Perhitungan (m)

$$\begin{aligned} m &= f_y / (0,85 \cdot f'_c) \\ &= 400 / (0,85 \cdot 29,05) \\ &= 16,20 \end{aligned}$$

Perhitungan rasio tulangan (ρ)

$$\begin{aligned} \rho &= \frac{1}{m} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right] \\ \rho &= \frac{1}{16,20} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 16,20 \cdot 3,0623}{400}} \right] \\ \rho &= 0,0082 \end{aligned}$$

Kontrol rasio tulangan $\rho_{\min} < \rho < \rho_{\max}$

$$0,0035 < 0,0082 < 0,0236 \dots \dots \dots \text{nilai } \rho \text{ dipakai}$$

Perhitungan luas tulangan utama arah vertical perlu ($A_s \text{ perlu}$)

$$\begin{aligned} A_s \text{ perlu} &= \rho \cdot b \cdot d \\ &= 0,0082 \cdot 1000 \cdot 252 \\ &= 2066,54 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Perhitungan luas penampang tulangan (A_s)

Tulangan yang digunakan 2D16 mm (atas bawah untuk $h \geq 250$ mm)

$$\begin{aligned} A_s &= 2 (\pi \cdot d^2) / 4 \\ &= 2 (3,142 \cdot 16^2) / 4 \\ &= 402,12 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Perhitungan jarak tulangan (s)

$$\begin{aligned} s &= (A_s \cdot b) / A_s \text{ perlu} \\ &= (402,12 \cdot 1000) / 2066,54 \\ &= 194,58 \text{ mm} \sim 190 \text{ mm} \end{aligned}$$

Kontrol luas tulangan ($A_s \text{ ada} > A_s \text{ perlu}$)

$$\begin{aligned} A_s \text{ ada} > A_s \text{ perlu} &= ((A_s \cdot b) / s) > (2066,54) \\ &= (402,12 \cdot 1000) / 190 \\ &= 2116,42 > 2066,54 \text{ (Memenuhi syarat)} \end{aligned}$$

6) Perhitungan luas tulangan pembagi arah horizontal

Tulangan pembagi horizontal berfungsi sebagai tulangan susut dan suhu, rasio tulangan susut pelat satu arah menurut SNI-03-2487-2002 Pasal 9.12 untuk mutu tulangan (f_y) 240 MPa adalah 0.0020.

Perhitungan luas tulangan arah horizontal perlu ($A_s \text{ perlu}$)

$$\begin{aligned} A_s \text{ perlu} &= \rho \cdot b \cdot d \\ &= 0.0020 \cdot 4500 \cdot 252 \\ &= 2268 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Perhitungan luas penampang tulangan (A_s)

Tulangan yang digunakan Φ 12 mm (atas bawah untuk $h \geq 250$ mm)

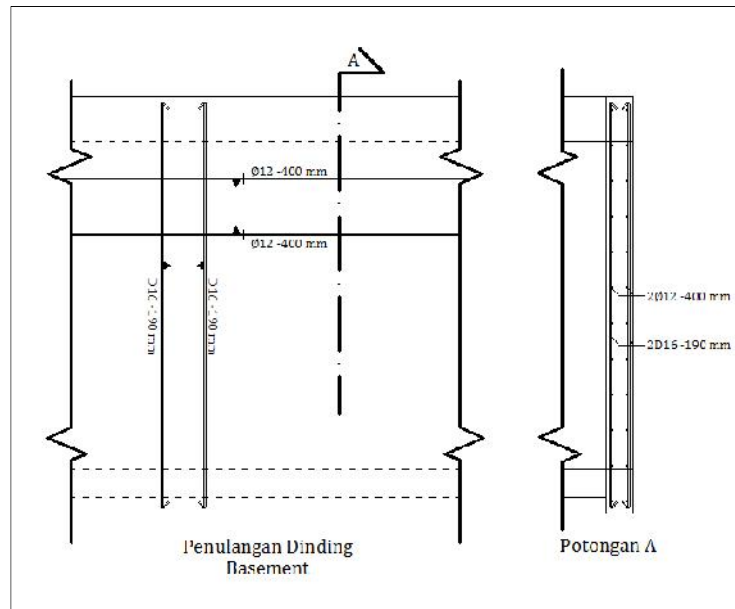
$$\begin{aligned} A_s &= 2 (\pi \cdot d^2) / 4 \\ &= 2 (3,142 \cdot 12^2) / 4 \\ &= 226,19 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Perhitungan jarak tulangan (s)

$$\begin{aligned} s &= (A_s \cdot b) / A_s \text{ perlu} \\ &= (226,19 \cdot 4500) / 2268 \\ &= 448,78 \text{ mm} \sim 400 \text{ mm} \end{aligned}$$

Kontrol luas tulangan ($A_s \text{ ada} > A_s \text{ perlu}$)

$$\begin{aligned}
 A_s \text{ ada} &= (A_s \cdot b) / s \\
 &= (226,19 \cdot 4500) / 400 \\
 &= 2544,63 \text{ mm}^2 > 2268 \text{ (Memenuhi syarat)}
 \end{aligned}$$



Gambar 3.4 Penulangan Dinding Basement

3.4 Kontrol Gaya-Gaya dalam Dinding penahan Tanah

Kontrol gaya-gaya dalam konstruksi dinding penahan tanah menggunakan bantuan software SAP 2000 V.16 dengan metode *plane strain* dimana penampang dinding penahan tanah dibagi menjadi pias-pias untuk ketelitian analisa. Pola pembebanan segitiga dari x,y,z *multiplier method*. Jenis beban yang digunakan *pore pressure* yang mendefinisikan beban tanah. Analisa yang digunakan yaitu analisa *plane frame*.

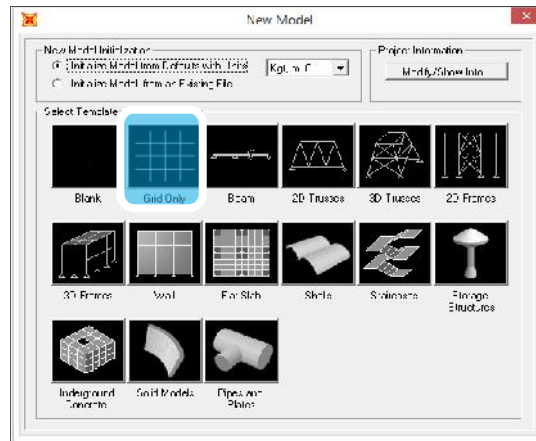
3.4.1 Kontrol Gaya-Gaya dalam Dinding Gravitasi

Langkah – langkah dalam pengontrolan gaya-gaya dalam dinding gravitasi dengan bantuan software SAP 2000 V.16 metode *plane strain* sebagai berikut :

- Membuat pemodelan penampang dinding gravitasi menggunakan model grid (*grid only*) dengan data input grid sebagai berikut :

Initialize model from defaults with units : kgf.m.C

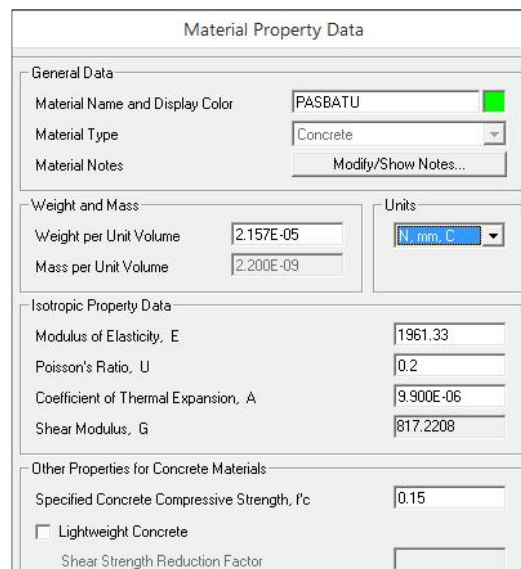
Number of grid line x : 9 (grid spacing 0,1)
 Number of grid line y : 1 (grid spacing 1)
 Number of grid line z : 26 (grid spacing 0,1)



Gambar 3.5 Kotak Dialog Inisial Model Baru

- b. Mendefinisikan material dinding gravitasi dengan spesifikasi material sebagai berikut :

Berat volume (w) : 0.00002157 Mpa
 Tegangan tekan ijin (f'_c) : 0.15 Mpa
 Modulus elastisitas (E) : 1961,33 MPa



Gambar 3.6 Definisi Material Dinding Gravitasi

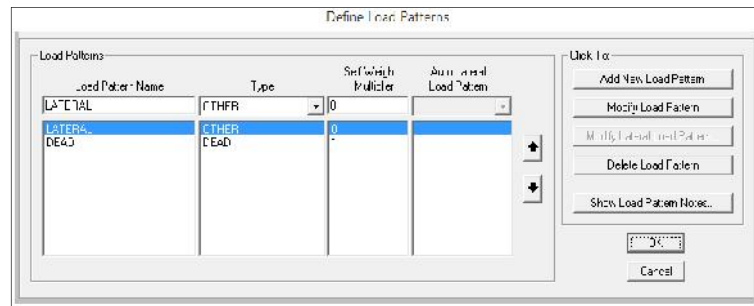
- c. Mendefinisikan penampang area dengan dengan tipe (*plane strain*) dengan ketebalan penampang (*thickness*) 1m.

Gambar 3.7 Definisi Penampang Area Tipe Plane Strain

- d. Mendefinisikan nama gabungan bagian (*joint pattern*) yaitu gabungan *pattern* yang ada untuk mendefinisikan pola pembebanan tanah berdasarkan gabungan *pattern*. Nama *pattern* yang digunakan yaitu lateral.

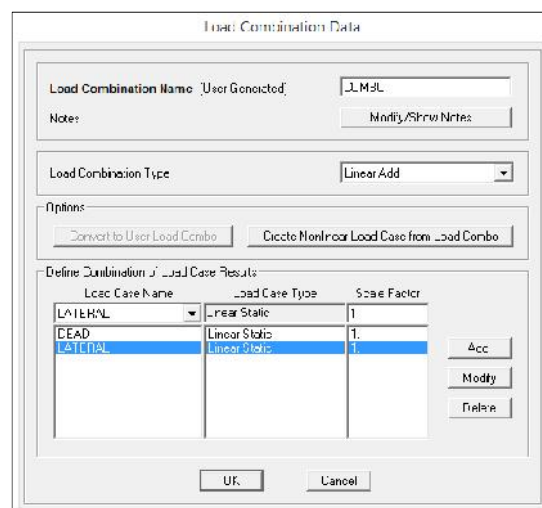
Gambar 3.8 Definisi Nama Pattern

- e. Mendefinisikan bagian-bagian beban (*load pattern*) yang ada yaitu beban mati dinding (*dead*) dengan (*selfweight multiplier*) 1, sedangkan beban tanah (*selfweight multiplier*) 0.



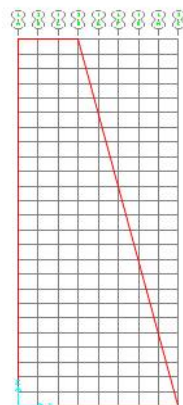
Gambar 3.9 Definisi Bagian Beban

- f. Mendefinisikan kombinasi pembebanan (*load combination*). Beban mati dan tanah masing-masing dengan skala factor 1.



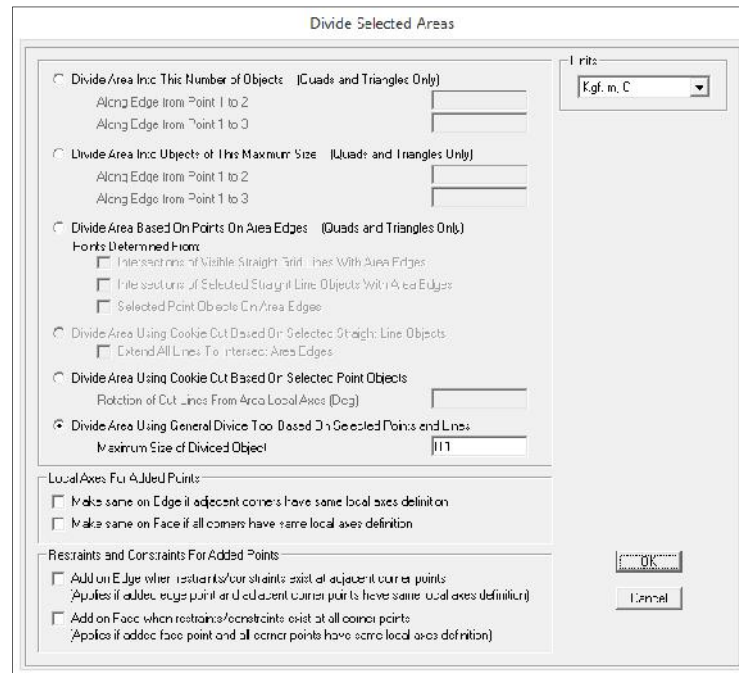
Gambar 3.10 Definisi Kombinasi Pembebanan

- g. Menggambar penampang trapesium dinding (*draw poly area*) sesuai dengan dimensi, bentuk dinding, jenis objek property yang telah didefinisikan sebelumnya.



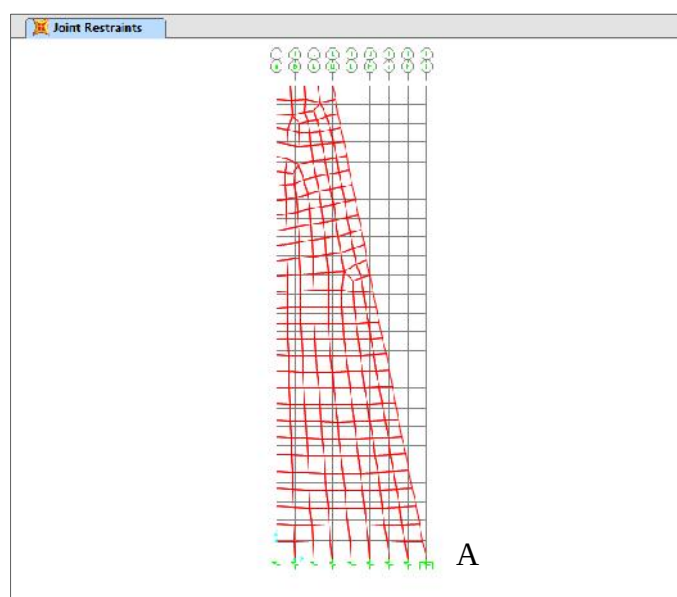
Gambar 3.11 Penampang Dinding Gravitasi

- h. Membagi area penampang (divided area) dengan pias sebesar 0.1 untuk ketelitian analisa.



Gambar 3.12 Pembagian Pias Area Penampang

- i. Menandai perletakan dinding gravitasi (*assign joint restraint*). jenis perletakan jepit ditempatkan dititik A, seluruh joint pada dasar tandai dengan *joint spring* yang mendefinisikan daya dukung tanah sebesar $4635,25 \text{ kg/m}^2$ pada translation 3 (arah sumbu koordinat Z)



Gambar 3.13 Area Penampang Pias 0.1 Dan Perletakan

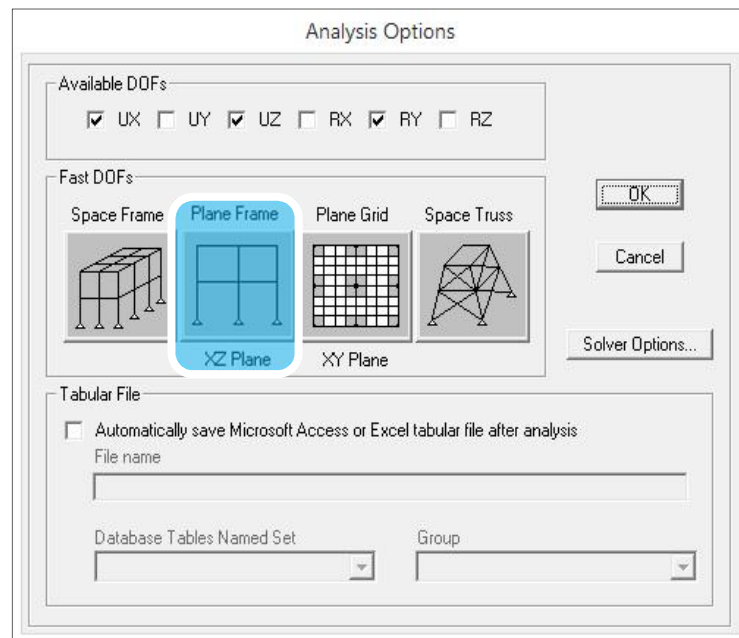
- j. Membuat pola pembebanan (*assign joint pattern*) pilih seluruh pertemuan (*joint*) yang berada disebelah kiri penampang karena permukaan dinding sebelah kiri menerima tekanan tanah. Input nilai *constant C* sebesar tekanan tanah arah horizontal $2085,53 / 2.50$ (2.50 adalah tinggi dinding) sedangkan *constant D* sebesar tekanan tanah arah horizontal 2085,53 kg.

Gambar 3.14 Pembebanan Segitiga Metode X,Y,Z Multiplier

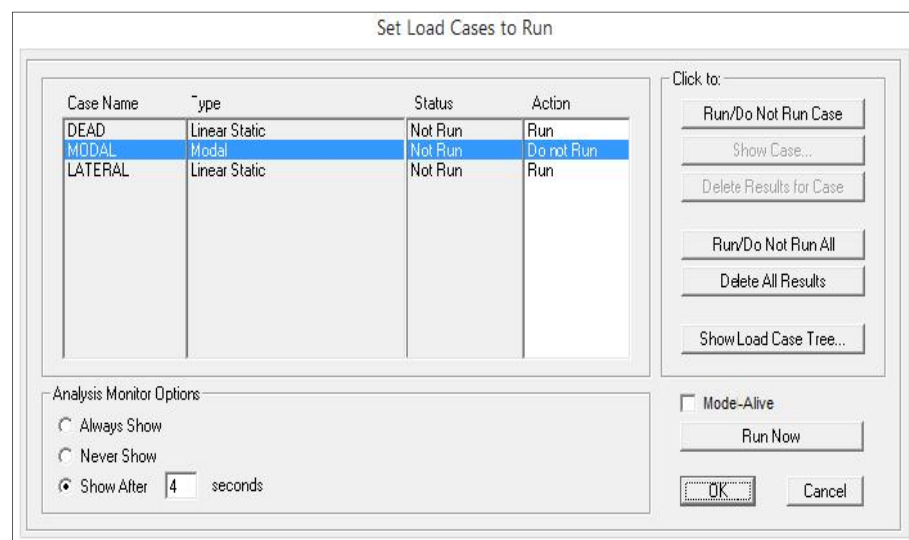
- k. Menandai beban pada area penampang (*assign area loads*) pada seluruh *element plane* bagian kiri dengan tipe *area pore pressure load* yang berasal dari *joint pattern* yang didefinisikan sebelumnya dengan factor pengali sebesar 1.

Gambar 3.15 Area Pore Pressure Load

1. Menentukan tipe analisa (*set analysis option*) dengan tipe *plane frame*. Setelah itu tentukan kasus beban yang dianalisa yaitu beban mati (dead) dan tekanan tanah (lateral). *Run analysis* untuk menganalisa.



Gambar 3.16 Penentuan Jenis Analisa Plane Frame



Gambar 3.17 Penentuan Analisa Kasus Beban

- m. Mengeluarkan hasil (*output*) analisa software SAP 2000 V.16 berupa deformasi (*display-show deformed shape*). Untuk menampilkan tegangan maximum (*display-show forces/stress-planes*)

Deformed Shape

Case/Combo

Case/Combo Name COMBO

Multivalued Options

☐ Envelope (Max or Min)

☒ Step 1

Scaling

☒ Auto

☐ Scale Factor

Area Contours

☐ Draw displacement contours on area objects

Options

☒ Wire Shadow

☒ Cubic Curve

OK Cancel

Gambar 3.18 Kotak Dialog Deformed Shape

Element Stress Contours for Planes

Case/Combo

Case/Combo Name COMBO

Multivalued Options

☐ Envelope Max ☐ Envelope Min

☒ Step 1

Component

☐ S11 ☒ SMAX

☐ S22 ☐ SMIN

☐ S33 ☐ SVM

☐ S12

Contour Range

Min 0. Max 0.

Stress Averaging

☐ None

☐ at All Joints

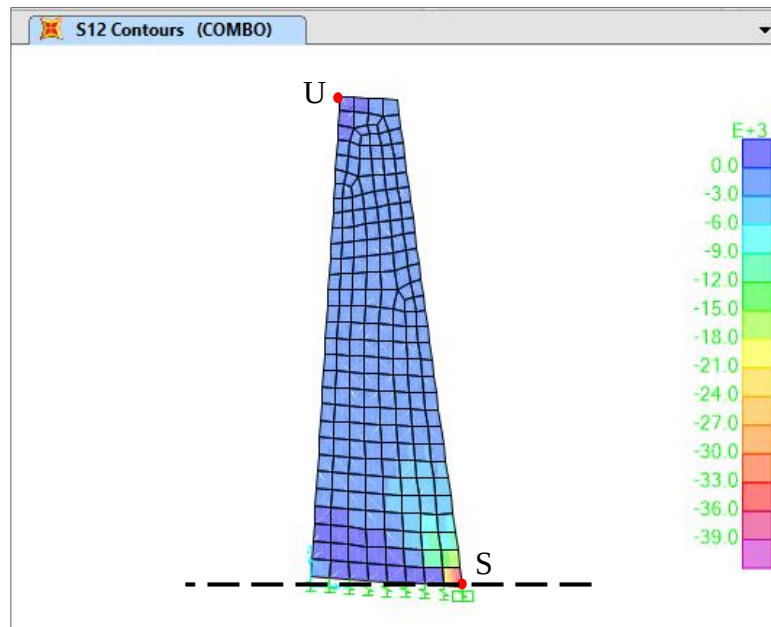
☒ over Objects & Groups Set Groups...

☒ Show Deformed Shape

☐ Show Continuous Contours

OK Cancel

Gambar 3.19 Kotak Dialog Element Stress



Gambar 3.20 Deformasi dan Tegangan Dinding Gravitasi

Dari hasil analisa output tegangan terbesar di area 280. Pada Gambar 3.21, Area label 280 terletak dasar pondasi paling kanan (titik S) dengan nilai -40342.83 kg/m^2 . Berdasarkan diagram tegangan pada Gambar 3.21, Sebagian besar penampang konstruksi dinding gravitasi aman dari kerusakan kecuali area label 280 yang mengalami tegangan terbesar dari beban kombinasi.

Dari hasil output displacement dapat diketahui perpindahan konstruksi yang di akibatkan beban kombinasi pada joint 259 (titik U) yaitu $U1 : 0.19 \text{ m}$ (arah x), dan $U3 : 0.06 \text{ m}$ (arah z). Berdasarkan hal ini, deformasi dinding gravitasi berupa rotasi guling sebesar $4^{\circ}20'32''$.

3.4.3 Kontrol Gaya-Gaya dalam Dinding Basement

Langkah – langkah dalam pengontrolan gaya-gaya dalam dinding basement dengan bantuan software SAP 2000 V.16 metode plane strain sebagai berikut :

- a. Membuat pemodelan penampang dinding basement menggunakan model grid (*grid only*) dengan data input grid sebagai berikut :

Initialize model from defaults with units : kgf.m.C

Number of grid line x : 2 (grid spacing 0,3)

Number of grid line y : 1 (grid spacing 1)

Number of grid line z : 2 (grid spacing 4,5)

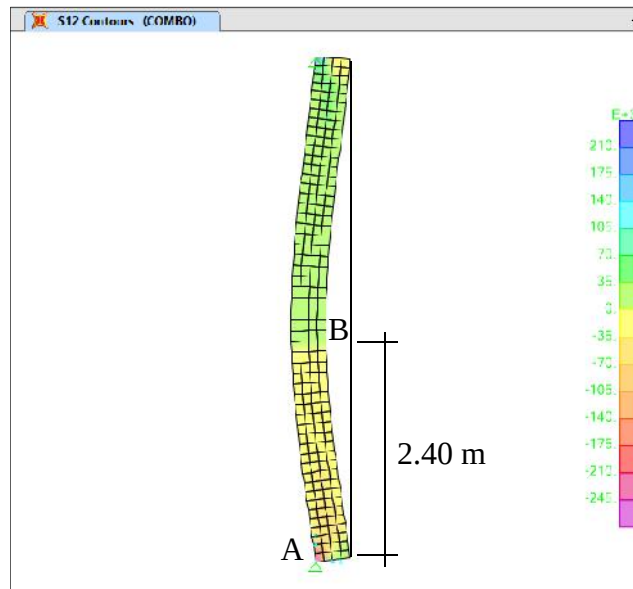
- b. Mendefinisikan material dinding basement dengan spesifikasi material sebagai berikut :

Berat volume (wc)	: 0.00002354 MPa
Mutu beton (f'c)	: 29,05 MPa
Modulus elastisitas (Ec)	: 25332.08 MPa
Poisson rasio (U)	: 0,2
Koefisien ekspansi panas (A)	: 0.0009900 MPa

Gambar 3.21 Definisi Material Dinding Basement

- c. Mendefinisikan penampang area dengan tipe (*plane strain*) dengan ketebalan penampang (*thickness*) 1m.
- d. Mendefinisikan nama gabungan bagian (*joint pattern*) yaitu gabungan *pattern* yang ada untuk mendefinisikan pola pembebanan tanah berdasarkan gabungan *pattern*. Pemberian nama joint pattern sebaiknya memakai nama yang sesuai dengan jenis bebannya. Nama *pattern* yang digunakan yaitu lateral.

- e. Mendefinisikan bagian-bagian beban (*load pattern*) yang ada yaitu beban mati dinding (*dead*) dengan (*selfweight multiplier*) 1, sedangkan beban tanah (*selfweight multiplier*) 0.
- f. Mendefinisikan kombinasi pembebanan (*load combination*). Menurut SNI-03-2847-2002 kuat perlu (U) jika beban tanah dilibatkan adalah $U = 0,9DL + 1,6H$ dimana DL adalah beban mati dan H adalah beban tanah.
- g. Menggambar penampang dinding basement (*draw poly area*) sesuai dengan dimensi, bentuk dinding, jenis objek property yang telah didefinisikan sebelumnya.
- h. Membagi area penampang (*divided area*) dengan pias sebesar 0,1 untuk ketelitian analisa.
- i. Menandai perletakan dinding basement (*assign joint restraint*). Jenis perletakan sendi ditandai pada point-point diatas dan bawah dinding.
- j. Membuat pola pembebanan (*assign joint pattern*) pilih seluruh pertemuan (*joint*) yang berada pada sisi kiri penampang arah sumbu vertical yang menerima tekanan tanah. Input nilai *constant* C sebesar tekanan tanah $W2 = 5871.16/4.50$ (4.50 adalah tinggi dinding) sedangkan *constant* D sebesar total tekanan tanah arah horizontal $W1+W2 = 414,40 + 5871.16 = 6285.56$
- k. Menandai beban pada area penampang (*assign area loads*) pada seluruh *element plane* bagian kiri dengan tipe *area pore pressure load* yang berasal dari *joint pattern* yang didefinisikan sebelumnya dengan factor pengali sebesar 1.
- l. Menentukan tipe analisa (*set analysis option*) dengan tipe *plane frame*. Setelah itu tentukan kasus beban yang dianalisa yaitu beban mati (*dead*) dan tekanan tanah (*lateral*). *Run analysis* untuk menganalisa.
- m. Mengeluarkan hasil (*output*) analisa software SAP 2000 V.16 berupa deformasi (*display-show deformed shape*) dengan skala factor deformasi 100 untuk memperjelas bentuk deformasi. Untuk menampilkan tegangan pada dinding *display-show forces/stress*, pilih kasus beban *combo*, centang S12 yaitu tegangan arah x dan z yaitu bidang penampang dinding.



Gambar 3.22 Deformasi dan Tegangan Dinding Basement

Dari hasil analisa output tegangan terbesar di Area 233. Pada Gambar 3.24, Area 233 (A) terletak pada tumpuan bawah dinding dengan nilai 220202.64 kg/m^2 . Dari hasil output displacement dapat diketahui perpindahan konstruksi yang di akibatkan beban kombinasi pada joint 87 (B) yaitu $U1 : -2.09 \text{ mm}$ (arah x), dan $U3 : 0.00\text{mm}$ (arah z). Berdasarkan hal ini, bentuk deformasi dinding basement berupa lendutan sebesar 2.09 mm pada joint 87 (B) pada bentang 2.40m dari taraf tumpuan dasar dinding (A). Berdasarkan diagram tegangan, area penampang konstruksi dinding basement aman dari kerusakan.

3.5. Metode Pelaksanaan Dinding Penahan Tanah

Metode pelaksanaan konstruksi dinding penahan yang akan dibahas yaitu dinding penahan tanah gravitasi dan dinding basement sesuai pengamatan observasi pada proyek tinjauan. Berdasarkan kondisi lapangan, dinding gravitasi difungsikan sebagai dinding penahan tanah sementara galian basement sekaligus pondasi pagar, sedangkan dinding basement difungsikan sebagai dinding penahan tanah permanent untuk ruang bawah tanah. Langkah-langkah pelaksanaan pekerjaan akan di uraikan sebagai berikut :

1. Persiapan dan pengukuran
2. Galian tanah
3. Pekerjaan dinding gravitasi

4. Pekerjaan dinding basement
5. Timbunan tanah kembali

3.5.1 Pekerjaan Persiapan

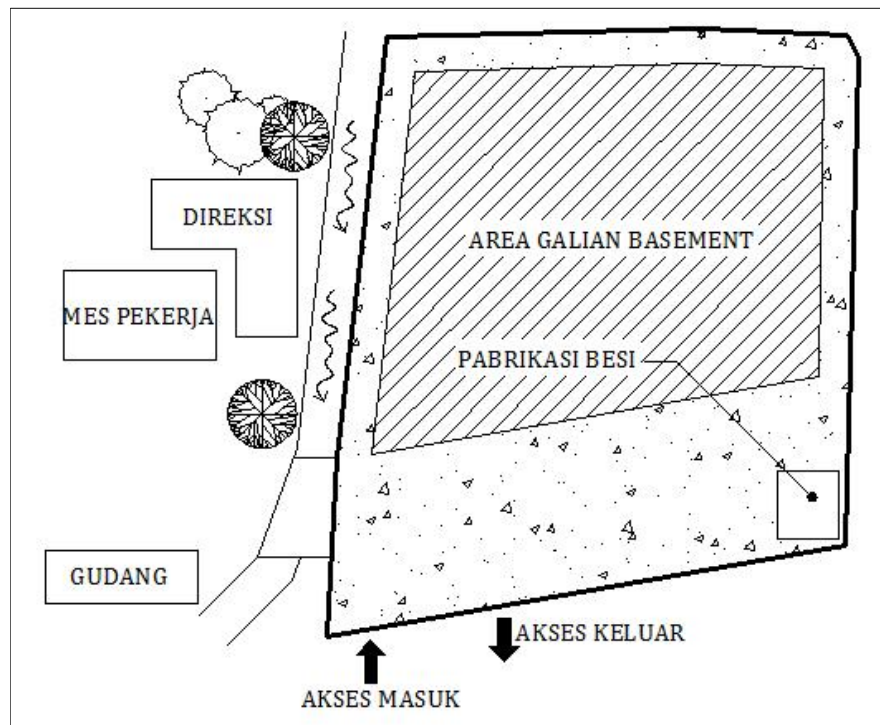
Persiapan pekerjaan yang dilaksanakan berupa pembersihan lokasi, mobilisasi peralatan, bahan, dan tenaga kerja. Uraian pekerjaan persiapan akan dibahas dan diperjelas sebagai berikut :

a) Pembersihan lokasi

Lokasi pembangunan Hotel Ibis Manado sebelumnya adalah bibir pantai yang ditimbun dengan tanah. Maka pembersihan lokasi proyek tidak memerlukan waktu yang lama. Pembersihan lokasi proyek dengan cara memindahkan material yang berbahaya bagi tenaga kerja, peralatan, maupun bahan.

b) Pemetaan Bangunan Direksi, Gudang, Pabrikasi

Seiring pembersihan lokasi, tenaga kerja lainnya mengerjakan bangunan direksi untuk keperluan administrasi, dan lain-lain. Letak bangunan direksi dekat dengan akses masuk proyek, dan diluar jangkauan alat berat yang dapat membahayakan. Posisi bangunan direksi dan lainnya dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 3.23 Layout Lokasi Pembangunan Gedung Hotel Ibis Manado

c) Mobilisasi peralatan

Mobilisasi dimaksudkan untuk mempermudah rencana kerja. Untuk mobilisasi peralatan, area manuver *excavator* dan *crane* diatur dan di beri tanda larangan untuk pekerja agar tidak memasuki area tersebut selain operator alat berat.

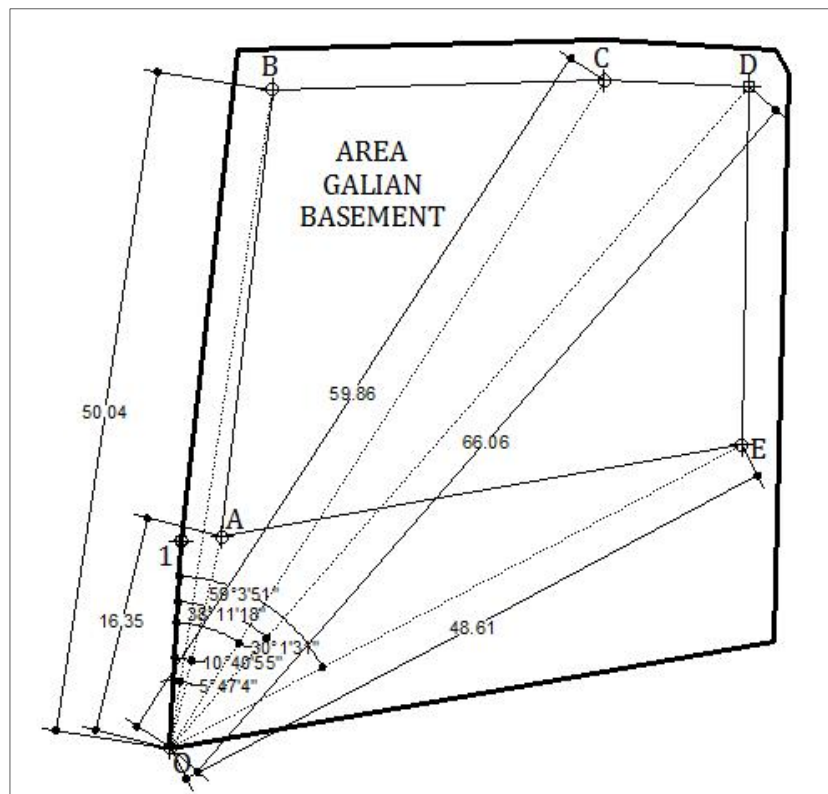
d) Mobilisasi material

Posisi gudang seperti pada gambar 3.23 dimaksudkan agar material yang didatangkan dekat dengan akses masuk, pembongkaran material dilakukan didepan gudang agar tidak mengganggu pekerjaan lainnya. Material khususnya besi disimpan pada bangunan pabrikasi besi.

3.5.2 Pemetaan dan Pengukuran

Setelah pembersihan area selesai, dilakukan pengukuran dan pemetaan patok terhadap tanah yang akan digali. Pengukuran menggunakan alat optic *theodolite*. Langkah-langkah pengukuran area galian tanah sebagai berikut :

- a) Alat optic *theodolite* diletakan tepat diatas titik O dan sudut horizontal alat 0° searah titik O-1.
- b) Penentuan sudut dan jarak titik A-E terhadap titik O dapat dilihat pada Gambar 3.24. Penentuan titik A dilakukan dengan cara memutarakan alat searah putaran jarum jam dari posisi 0° ke $5^{\circ}47'4''$. Operator lainnya memegang rambu ukur sambil bergerak mengikuti instruksi dari operator pemegang alat sampai rambu ukur berada tepat dalam bidikan alat optic. Kemudian operator lainnya mengukur jarak datar dari titik O-A dengan jarak 16,35m searah titik O-A yang telah ditentukan dengan rambu ukur sebelumnya.
- c) Untuk memastikan jarak datar yang di ukur tepat, yaitu membandingkan jarak optic dengan persamaan selisih benang atas atau benang bawah terhadap benang tengah pada rambu ukur dikali dengan kalibrasi alat optic yaitu 100. Jika masih terdapat selisih antara jarak datar manual menggunakan meter dan jarak datar alat optic maka titik yang dimetakan sebelumnya dikoreksi sesuai hasil alat optic dengan cara mengerakan rambu searah sumbu O-A sampai mendapatkan jarak yang tepat.
- d) Penentuan titik B-E dilakukan dengan cara yang sama seperti langkah penentuan titik A sebelumnya tapi dengan sudut dan jarak datar berbeda.



Gambar 3.24 Pengukuran dan Pemetaan Area Galian Basement

3.5.3 Pekerjaan Galian Tanah

Pekerjaan galian tanah menggunakan bantuan alat berat yaitu *excavator* dan *dump truck*. Galian tanah area basement menggunakan metode *back hoe* dimana tanah galian langsung dibuang ke dalam *bucket*. Galian basement mempunyai tiga tahapan. Penggalian tahap satu sampai kedalaman 2.50 m, galian tahap dua sampai kedalaman -4.00 m, galian tahap tiga sampai kedalaman -8.50 m. Galian tahap dua menggunakan dinding gravitasi sebagai dinding penahan tanah sementara. Untuk galian tahap tiga menggunakan dinding penahan tanah sementara dengan metode *braced excavation*. Pekerjaan basement sering terhambat karena area galian digenangi air. Hal ini disebabkan oleh curah hujan yang tinggi dan merembesnya air sungai kedalam area galian. Sebagai penanggulangan akan hal tersebut, dilakukan pekerjaan dewatering dengan metode *open pumping* yang sebenarnya dilakukan serentak selama pekerjaan galian dilakukan. Penjelasan mengenai pekerjaan galian tanah akan dibahas sebagai berikut :

- a) Galian tanah tahap satu dengan elevasi kedalaman galian -2.50m. tanah pada lokasi pembangunan adalah tanah berpasir. Galian dilakukan secara *one way*

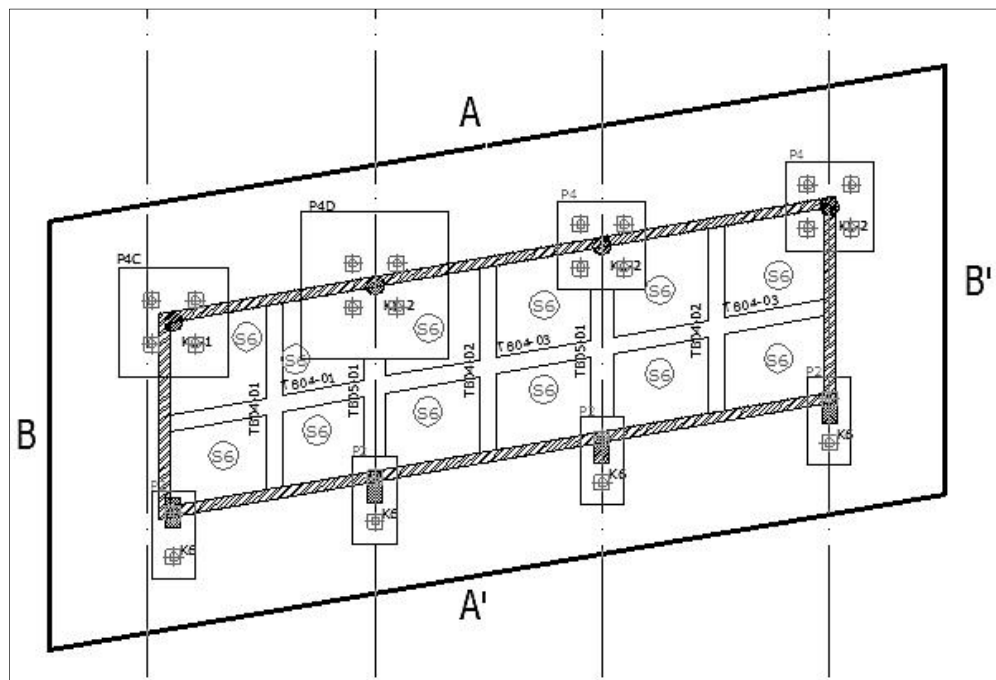
yaitu dimulai dari area belakang sampai depan. Metode yang digunakan adalah *back hoe*, dimana *excavator* sebagai alat gali dengan kapasitas *bucket* 1m^3 langsung menempatkan tanah galian ke dalam *dump truck*.

- b) Galian tanah tahap dua dengan elevasi kedalaman galian -4.00m . Galian tanah menggunakan bantuan alat berat yaitu *excavator* dan *bucket* dimana tanah galian yang telah digali dimuat dalam *bucket* yang digerakan oleh *crane*. Galian dilakukan secara satu arah dari belakang kedepan.



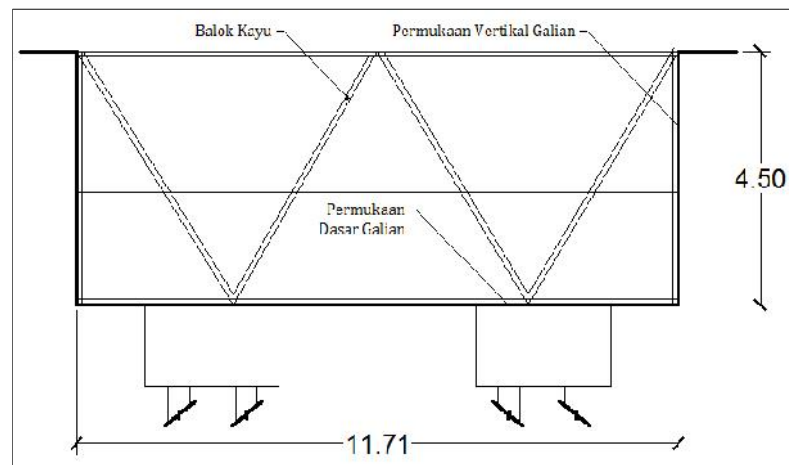
Gambar 3.25 Pelaksanaan Galian Tanah Tahap 2

- c) Galian tanah tahap 3 dengan elevasi kedalaman galian -8.50m dari permukaan tanah. Galian tahap tiga untuk ruangan *Ground water tank* (GWT) dan *Sawage treatment plant* (STP). Galian tanah menggunakan bantuan alat berat yaitu *excavator* dan *bucket* dimana tanah galian yang telah digali dimuat dalam *bucket* yang digerakan oleh *crane*. Galian dilakukan secara satu arah searah dengan panjang ruang. Area galian dapat dilihat seperti pada gambar 3.25 dimana garis tebal sebagai area galian. Area galian berjarak 2.50m dari dinding luar, hal ini dimaksudkan untuk pekerjaan *pile cap* dan tiang pancang, dan *tie beam*.



Gambar 3.26 Denah Ruangan GWT dan STP

- d) Setelah galian tahap tiga untuk ruang GWT dan STP selesai, kemudian permukaan vertikal tanah galian ditahan menggunakan dinding penahan tanah sementara dengan metode *braced excavation* dimana permukaan dinding A-A' ditahan menggunakan *multiplex* yang ditopang dengan balok-balok kayu diantara permukaan galian A-A' dan B-B' yang saling berhadapan. Metode ini digunakan untuk mempermudah pekerjaan *pile cap*, dan *tie beam*.
- e) Untuk daerah yang tidak dapat dijangkau oleh alat berat, tanah digali secara manual oleh pekerja karena volume tanahnya kecil dan, masih dapat dilakukan tanpa memakan waktu yang lama.

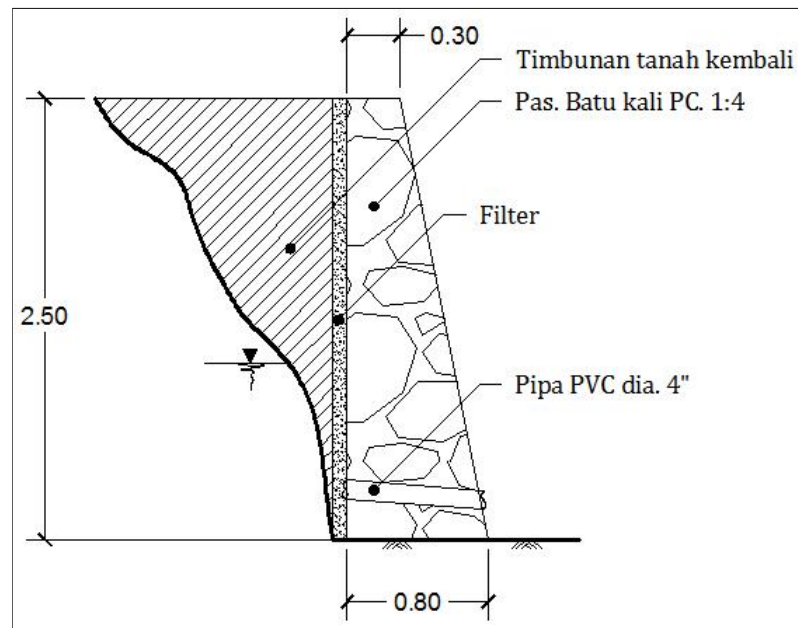


Gambar 3.27 Pemasangan Braced Excavation

3.5.3 Pekerjaan Dinding Gravitasi

Pekerjaan dinding gravitasi terbuat dari pasangan batu kali ukuran 20-30cm yang diikat dengan mortar dengan campuran PC 1:4. Dinding gravitasi berdimensi lebar bawah 80cm, lebar atas 30cm, tinggi dinding 250cm, dan panjang dinding mengikuti keliling batas area lokasi proyek. Langkah pekerjaan dinding gravitasi sebagai berikut :

- a) Dinding gravitasi dilakukan setelah pekerjaan galian tanah basement tahap 1 selesai. Pemetaan dinding dilapangan mengikuti patok batas lokasi.
- b) Penentuan elevasi dinding dengan mengambil patokan elevasi dari pengukuran titik-titik galian basement sebelumnya. Dari titik patokan awal, digunakan selang sebagai penyipat datar untuk menentukan level titik-titik lainnya untuk kedataran konstruksi dinding yang akan dibangun.
- c) Setelah level titik-titik ditentukan kemudian dihubungkan dengan senar plastic sebagai patokan, elevasi pekerjaan dinding gravitasi.
- d) Sebelum memulai pelaksanaan pekerjaan material, tenaga kerja, dan alat dipersiapkan. Batu direndam dengan air dalam *Bucket*, tenaga kerja lainnya mencampur mortar menggunakan bantuan molen. Campuran menggunakan takaran volume dengan perbandingan 1 zak semen berbanding 4 zak pasir. Yang pertama dimasukan dalam molen adalah air secukupnya, kemudian pasir dan semen serentak. Mortar diaduk selama kurang lebih 1-2 menit sampai merata. Diusahakan campuran tidak becek dan tidak terlalu kering.
- e) Dasar galian diberi mortar terlebih dahulu sebelum batu dipasang. Pipa ditanamkan secara horizontal agak miring sebagai pipa buangan air dari belakang dinding. Pasangan batu disusun secara rapi, beragam, dan tidak ada bagian yang kosong. Pasangan batu dilakukan secara satu arah mengikuti arah panjang dinding sesuai patokan senar plastic yang diukur sebelumnya.
- f) Pasangan batu yang telah selesai disusun dibiarkan mengering, bagian belakang dinding dipasang ijuk yang berfungsi sebagai filter. kemudian tanah ditimbun kembali dibelakang dinding hingga mencapai elevasi yang setara dengan bagian atas dinding gravitasi.



Gambar 3.28 Potongan Dinding Gravitasi

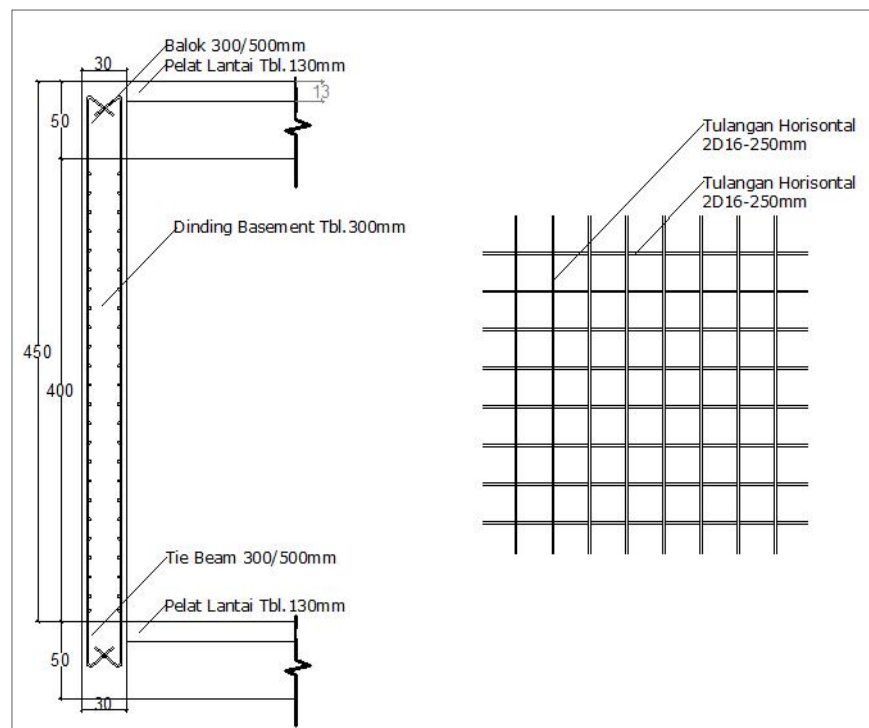
3.5.4 Pekerjaan Dinding Basement

Sebelum pekerjaan dinding basement dilaksanakan, dipastikan terlebih dahulu pile cap, tie beam telah selesai. Karena dalam perencanaannya dinding basement berdiri diatas *pile cap* dan *tie beam*. Dinding basement yang akan dibangun mempunyai dimensi yaitu tebal 30cm, tinggi 450cm. mutu beton 29.05 MPa, mutu baja tulangan ulir f_y 400 MPa sedangkan polos 240 MPa. Langkah-langkah pelaksanaan pekerjaan dinding basement adalah sebagai berikut :

- Braced excavation* yang digunakan sebagai dinding penahan tanah sementara pada galian ruang GWT dan STP dibongkar setelah pilecap dan tie beam selesai dicor dan mengering.
- Pertama dilakukan pekerjaan bekisting dinding basement menggunakan metode *multi propped wall* dimana dua bekisting didirikan secara tegak saling berhadapan (luar dan dalam) yang ditopang oleh beberapa pipa baja yang bertumpu di tanah. Bekisting bagian luar dipasang terlebih dahulu. Bekisting bagian dalam dipasang menyesuaikan ketebalan dinding yaitu 30cm.
- Tulangan dinding dirakit di pabrikasi besi dalam lokasi. Bengkokan tulangan dinding yang berhubungan dengan balok maupun tie beam sebesar 135°

dengan panjang bengkokan 20cm. Tulangan dinding dipasang menyerupai tulangan pelat. Tulangan arah horizontal atau tulangan susut dipasang dibawah tulangan vertical sebagai tulangan lentur utama.

- d) Setelah tulangan selesai dirakit, kemudian tulangan dipindahkan ke posisinya mengikuti gambar rencana konstruksi. Pemindahan tulangan menggunakan bantuan alat *crane*. Sebelum tulangan di sandarkan pada bekisting dipasang beton deck sebagai patokan selimut beton. Ujung bawah tulangan dihubungkan dengan tulangan *tie beam* sesuai gambar rencana.



Gambar 3.29 Detail Tulangan Dinding Basement

- e) Setelah itu dilaksanakan pemeriksaan tulangan sebelum dilakukan pengecoran untuk memastikan tulangan benar-benar sesuai dengan gambar dan syarat penyambungan agar tidak terjadi kegagalan struktur. Menentukan ketebalan bekisting dinding basement dipasangkan braced diantara permukaan bekisting. Pengecoran menggunakan beton *ready mix* yang didatangkan dengan *truck mixer*, proses pengecoran menggunakan *spray concrete* dimana adukan beton dari *truck mixer* disemprotkan melalui pipa. Setelah beton mengering bekisting dibongkar.



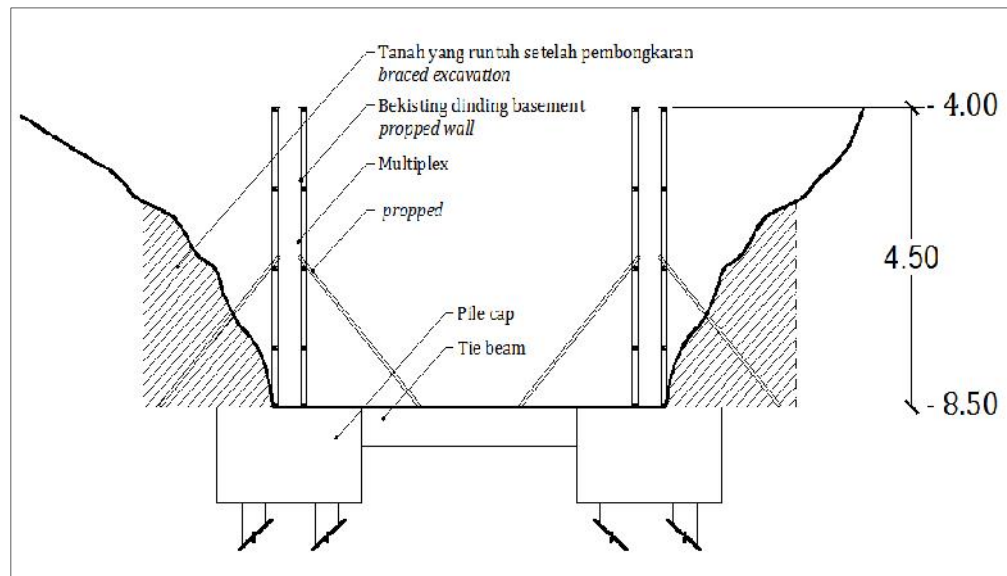
Gambar 3.30 Tampak Belakang Bekisting Propped Wall



Gambar 3.31 Pelaksanaan Bekisting Propped Wall



Gambar 3.32 Truck Mixer Beton Ready Mix Saat Pengecoran



Gambar 3.33 Potongan Melintang Bekisting Propped Wall

3.5.5 Timbunan Tanah Kembali

Pekerjaan timbunan tanah kembali dilakukan saat pekerjaan dinding basement selesai. Tanah timbunan menggunakan bahan setempat. Penjelasan mengenai pekerjaan timbunan tanah kembali akan dibahas sebagai berikut :

- Setelah dinding penahan tanah dan seluruh pekerjaan konstruksi bawah tanah selesai, galian tanah sebelumnya masih menyisakan ruang kosong dibalik dinding penahan tanah. Ruang kosong tersebut akan ditimbun kembali.
- Tanah bekas galian sebelumnya diangkut dari samping lokasi menggunakan *bucket* yang digerakan dari *crane* lalu ditimbunkan pada ruang kosong dibalik dinding basement.
- Setelah tanah timbunan selesai ditimbun, kemudian tanah tersebut dipadatkan dengan menggunakan *excavator* dengan cara *bucket* ditumbukan ke tanah timbunan sampai padat. Untuk pekerjaan pemadatan dengan volume kecil menggunakan tenaga manusia dan alat bantu *stamper*.

BAB IV

PENUTUP

4.1 Kesimpulan

Dari hasil pembahasan tentang tinjauan perencanaan dinding penahan tanah pada proyek pembangunan Hotel Ibis Manado dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut :

1. Dinding Gravitasi

Dimensi dan karakteristik dinding gravitasi pada proyek tersebut adalah lebar atas 30cm, lebar bawah 80cm, tinggi 2,50m, material pasangan batu, berat volume 2200 kg/m^3 . Setelah dilakukan peninjauan terhadap kondisi *existing* didapatkan hasil sebagai berikut :

- a. Stabilitas guling (*overtuning stability*)
SF geser : $0,97 \leq 1,5$ tidak stabil
- b. Stabilitas geser (*sliding stability*)
SF geser : $0,84 \leq 1,5$ tidak stabil
- c. Stabilitas daya dukung (*bearing stability*)
Stabilitas dukung : $4635,25 \geq 3781,35$ stabil
- d. Analisa gaya-gaya dalam dinding gravitasi dengan metode *plane strain* SAP 2000 V.16 menghasilkan tegangan maximum berada pada area 280 (titik A) sebesar 40342.83 kg/m^2 . Semakin kecil pias penampang maka semakin teliti hasil analisa
- e. Dari hasil output perpindahan (displacement) bentuk deformasi dinding berupa rotasi sebesar $4^{\circ}20'32''$ searah jarum jam terhadap titik tumpuan A

2. Dinding Basement

Parameter dinding basement pada proyek tersebut yaitu tebal 30cm, tinggi 4.50m, selimut beton 30mm, mutu beton ($f'c$) = 29.05MPa, tulangan vertikal dan horisontal 2D16–250mm. setelah dilakukan peninjauan didapatkan hasil sebagai berikut :

- a. Ketebalan dinding basement sebesar 30cm jika tidak ada control lendutan.

- b. Ketebalan selimut beton pelindung tulangan yang berhubungan dengan tanah dan cuaca sebesar 40mm
 - c. Tulangan dinding basement arah vertikal sebesar 2116,42 mm² dipasang tulangan 2D16-190
 - d. Tulangan dinding basement arah horizontal sebesar 2544,63 mm² dipasang tulangan 2 Φ 12-400
 - e. Analisa gaya-gaya dalam dinding basement dengan metode *plane strain* SAP 2000 V.16 menghasilkan tegangan maximum pada area label 233 sebesar 220202.64 kg/m²
3. Metode Pelaksanaan

Dari hasil pembahasan metode pelaksanaan pekerjaan dinding penahan tanah pada proyek tersebut yaitu keterlambatan pekerjaan dewatering yang menyebabkan galian tanah basement tergenang air akibat curah hujan, dan rembesan air sungai disamping lokasi.

4.2 Saran

Berdasarkan kesimpulan diatas, maka hal-hal yang disarankan sebagai berikut :

- a. Ketidak stabilan geser dan guling bisa diantisipasi dengan metode *propped wall* dimana perlawanan dinding terhadap geser dan guling diperkuat dengan balok-balok penyangkang yang ditanam pada tanah.
- b. Kebutuhan tulangan dinding basement arah vertical perlu diperbesar, sedangkan tulangan horizontal dapat diperkecil, sehingga kebutuhan tulangan dinding basement tidak terlalu boros.
- c. Perlunya pekerjaan *dewatering* yaitu dengan metode *open pumping* secara serentak dan teratur pada saat pekerjaan galian basement dilaksanakan. Hal tersebut dimaksudkan untuk menghindari tergenangnya galian basement yang dapat menyebabkan pekerjaan konstruksi bawah tanah terhambat.

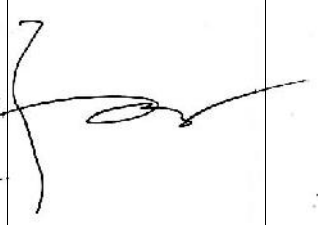
Daftar Pustaka

- Bowles, J. E. (1986) *“Desain dan Analisa Pondasi”*. Erlangga, Jakarta.
- Computers and Structure, Inc. (2000). *“SAP : Structural Analysis Program 2000 Contents and Index”*. California, Berkeley.
- Hardiyatmo, H. C, 2007, *“Mekanika Tanah II”*, Edisi Keempat, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- <http://pdf-search-engine.com> diakses 2010
- <https://ronymedia.wordpress.com/2011/02/21/metode-galian-tanah-basement/> diakses 2015
- PPIURG 1987. (1987). *“Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Rumah dan Gedung”*. Departemen Pekerjaan Umum.
- SNI-03-2847-2002. (2002). *“Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung”*. Departemen Pemukiman dan Prasarana Wilayah.
- SNI-03-1726-2002. (2002). *“Standar Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung”*. Departemen Pemukiman dan Prasarana Wilayah.
- Sunggono, V. (1984). *“Buku Teknik Sipil”*. Nova, Bandung.
- Suryolelono, K. B, & Dip, H. E, 1994, *“Teknik Pondasi Bagian I (Pondasi Telapak dan Dinding Penahan Tanah)”*, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
POLITEKNIK NEGERI MANADO
JURUSAN TEKNIK SIPIL
PROGRAM STUDI DIPLOMA-IV KONSTRUKSI BANGUNAN GEDUNG

Formulir Asistensi Tugas Akhir

Nama : Christian Robbynson Lakada
NIM : 11 012 008
Judul : Tinjauan Perencanaan Dan Metode Pelaksanaan Dinding Penahan Tanah Pada Proyek Pembangunan Hotel Ibis Manado

NO.	TANGGAL	URAIAN	PARAF
1	22/6/2015	- Lanjutkan dgn analisis dasar tanah & tanah, tdk paku, daya geser & SAP 2000 - Penelitian angket formasi	
2	13/7/2015	- Perbaikan plot. tek. tanah - Lanjutkan	
3	19/8/2015	- perbaikan Abstrak dan bab dgn data existing. - perbaikan kesimpulan & gambar - Sign asistensi - revisi dgn D. Pangemanan	

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II



Ir. Jeanelly Rangkang, M.Eng, Sc
NIP. 196211151993032002



Daisy D. G. Pangemanan, ST., MT, M.Si
NIP. 197912032003122001

KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
POLITEKNIK NEGERI MANADO
JURUSAN TEKNIK SIPIL
PROGRAM STUDI DIPLOMA-IV KONSTRUKSI BANGUNAN GEDUNG

Formulir Asistensi Tugas Akhir

Nama : Christian Robbynson Lakada
NIM : 11 012 008
Judul : Tinjauan Perencanaan Dan Metode Pelaksanaan Dinding Penahan Tanah Pada Proyek Pembangunan Hotel Ibis Manado

NO.	TANGGAL	URAIAN	PARAF
4.	12-08-2015	- perbaiki Abstrak - pembatasan minimal & selisihan lagi, lebih banyak - ada juga pembatasan 75 akan - diteliti oleh penulis. - Daftar pustaka sesuai Abjad. - ada hal 7, ada koreksi dan - daftar pustaka - tabel 2.2 & projekas (tabel). - penulisan foto menggunakan - catatan kaki. cekrasi dan - format / penulisan penulisan. - ada hal 45. Perbaiki - hal 49, perbaiki ini penulisan - koreksi penulisan koreksi.	

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II



Ir. Jeanelly Rangkang, M.Eng, Sc
NIP. 196211151993032002



Daisy D. G. Pangemanan, ST., MT, M.Si
NIP. 197912032003122001

KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
POLITEKNIK NEGERI MANADO
JURUSAN TEKNIK SIPIL
PROGRAM STUDI DIPLOMA-IV KONSTRUKSI BANGUNAN GEDUNG

Formulir Asistensi Tugas Akhir

Nama : Christian Robbynson Lakada
NIM : 11 012 008
Judul : Tinjauan Perencanaan Dan Metode Pelaksanaan Dinding Penahan
Tanah Pada Proyek Pembangunan Hotel Ibis Manado

NO.	TANGGAL	URAIAN	PARAF
5.	25-8-2015	Selesai Mtd	} Dany.
6.	5/8/2015	plati dan tukat dalam - Sisa di plati - Sisa. Sisa	} 

Dosen Pembimbing I



Ir. Jeanelly Rangkang, M.Eng, Sc
NIP. 196211151993032002

Dosen Pembimbing II



Daisy D. G. Pangemanan, ST., MT, M.Si
NIP. 197912032003122001



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
POLITEKNIK NEGERI MANADO

Alamat Kantor : Kampus Politeknik, Jl. Raya Politeknik Ds. Buha Manado PO BOX 1256
Tel : (0431) 815212, 815217 Fax: (0431) 811568, 815192, 815144
Website : www.polimdo.ac.id

LEMBAR ASISTENSI REVISI TUGAS AKHIR

Nama : Christian Robbynson Leleadu
NIM : 11-012-008
Program Studi : Diploma IV
Judul : Tinjauan perencanaan dan Metode pelaksanaan
dinding penahan tanah pada proyek
Kembangan Gedung Hotel Ibis Manado
Dosen Penguji : Ir. Barakati K. Manginsih, MT

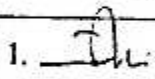
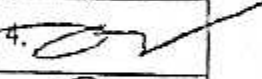
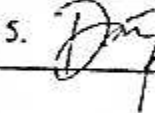
No.	Tanggal	Uraian	Paraf Dosen
1.	17-09-'15	telah selesai perbaikan Tulisan	
..			

Manado, 18/09/ 2015
Ketua Panitia Penguji Tugas Akhir

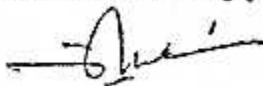
Ir. Barakati K. Manginsih, MT
NIP. 196210231993031001

BUKTI SELESAI KONSULTASI PERBAIKAN TUGAS AKHIR

Nama : Christian Robbynson Lakeada
NIM : 11 012 008
Program Studi : Diploma IV Konstruksi Bangunan Gedung
Judul : Tinjauan perencanaan dan metode pelaksanaan dinding penahan tanah pada proyek pembangunan Gedung Hotel Ibis Manado

No	Nama	Jabatan	Tgl. Selesai Konsultasi	Tanda Tangan
1	Ir. Barakati K. Manginsih, MT	Ketua/Penguji	18/09/2015	1. 
2	Esterlita V.Y. Wanev, ST, MEg, Mgmt	Anggota/Penguji	12/9/2015	2. 
3	—	Anggota/Penguji	—	3. —
4	Ir. Jazaely Rangley, MEg, Sc	Anggota/Penguji/Pembimbing	21/9/2015	4. 
5	Daisy D. G. Pangemaran, ST, MT, MS	Anggota/Penguji/Pembimbing	18/09/2015	5. 

Manado, 18/09/ 2015
Ketua Panitia Penguji Tugas Akhir,



Ir. Barakati K. Manginsih, MT
NIP. 196210231993031001

KEPUTUSAN
DIREKTUR POLITEKNIK NEGERI MANADO
NOMOR : 3113/PL.12/AK/2015

Tentang

PENETAPAN PANITIA SEMINAR UJIAN TUGAS AKHIR MAHASISWA
PROGRAM STUDI D-IV KONSTRUKSI BANGUNAN GEDUNG JURUSAN TEKNIK SIPIL
POLITEKNIK NEGERI MANADO
TAHUN AKADEMIK 2014/2015

DIREKTUR POLITEKNIK NEGERI MANADO

- Menimbang :**
- a. Bahwa Christian R. Lakada NIM : 11012008 adalah Mahasiswa Program Studi D-IV Konstruksi Bangunan Gedung Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Manado telah memenuhi persyaratan menyelesaikan Tugas Akhir ;
 - b. Bahwa sehubungan dengan hal tersebut di atas, perlu menetapkan Panitia Seminar Ujian Tugas Akhir Mahasiswa Program Studi D-IV Konstruksi Bangunan Gedung Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Manado dan menetapkan Anggota Panitia/Penguji;
 - c. Bahwa sehubungan dengan hal tersebut pada butir (a) dan (b) di atas perlu diterbitkan Keputusan Direktur;
- Mengingat :**
- 1 Undang – Undang Nomor 20 Tahun 2003;
 - 2 Undang – Undang Nomor 12 Tahun 2012;
 - 3 Undang – Undang Nomor 5 Tahun 2014;
 - 4 Kepmendiknas Nomor 139/0/2002;
 - 5 Permendiknas Nomor 21 Tahun 2005;
 - 6 Kepmendikbud Nomor 184/MPK.A4/KP/2012;

MEMUTUSKAN

- Menetapkan :**
- PERTAMA :** Menetapkan personalia di bawah ini sbb :
- Pengarah :** Ir. Jemmy J. Rangan, MT
- Ketua / Penguji :** Ir. Barakati K. Manginsishi, MT
- Anggota / Penguji :** Estrelita V. Y. Waney, ST., M.Eng Mgmt
- Anggota / Pembimbing :** Ir. Jeanely Rangkang, M.Eng Sc
- Anggota / Pembimbing :** Daisy G. Pangemanan, ST., MT., M.Si
- Sebagai Panitia Seminar Ujian Tugas Akhir Program Studi D-IV Konstruksi Bangunan Gedung Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Manado Tahun Akademik 2014/2015.
- KEDUA :** Nama-nama sebagaimana yang tersebut pada dictum pertama dalam keputusan ini bertugas melaksanakan pengujian atas Tugas Akhir kepada mahasiswa yang tersebut dibawah ini :
- N a m a :** Christian Lakada
- N I M :** 11012008
- Sesuai judul Tugas Akhir :** Tinjauan Perencanaan Dan Metode Pelaksanaan Dinding Penahan Tanah Pada Proyek Pembangunan Hotel IBIS Manado
- KETIGA :** Melaporkan penyelenggaraan kegiatan yang terkait, kepada Direktur Politeknik Negeri Manado melalui Ketua Jurusan Teknik Sipil.
- KEEMPAT :** Semua biaya yang dikeluarkan sebagai akibat dari Keputusan ini dibebankan pada anggaran yang tersedia untuk itu.
- KELIMA :** Keputusan ini berlaku sejak tanggal ditetapkan dengan ketentuan akan diadakan perubahan seperlunya apabila ternyata dikemudian hari terdapat kekeliruan dalam penetapan ini.

Keputusan ini disampaikan kepada yang bersangkutan untuk diketahui dan dipergunakan sebagaimana mestinya.

Ditetapkan di : Manado
Pada tanggal : 02 September 2015


DIREKTUR,

JEMMY JULES RANGAN
NIP. 19570604 198903 1 001

Tembusan:

1. Pembantu Direktur I, II, III & IV
2. Ketua Jurusan Teknik Sipil
3. Kepala - Kepala Bagian
4. Yang bersangkutan untuk diketahui dan dilaksanakan
5. Arsip

KEPUTUSAN
DIREKTUR POLITEKNIK NEGERI MANADO
NOMOR : 2721/PL12/AK/2014

TENTANG

PENETAPAN
DOSEN PEMBIMBING TUGAS AKHIR MAHASISWA
PROGRAM STUDI D-IV KONSTRUKSI BANGUNAN GEDUNG JURUSAN TEKNIK SIPIL
POLITEKNIK NEGERI MANADO
TAHUN AKADEMIK 2014/2015

DIREKTUR POLITEKNIK NEGERI MANADO

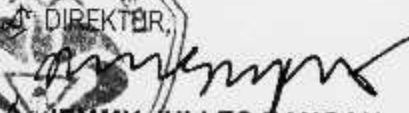
- Membaca : Surat Ketua Jurusan Teknik Sipil Nomor : 368/PL12.3/AK/2015 tanggal 11 Mei 2015 perihal Surat Penunjukan Dosen Pembimbing Tugas Akhir Mahasiswa Program Studi D-IV Konstruksi Bangunan Gedung Teknik Sipil Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Manado Tahun Akademik 2014/2015;
- Menimbang : a. Bahwa untuk kelancaran pelaksanaan penyusunan Tugas Akhir Mahasiswa Program Studi D-IV Konstruksi Bangunan Gedung Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Manado Tahun Akademik 2014/2015 perlu ditetapkan Dosen Pembimbing;
b. Bahwa mereka yang nama-namanya tercantum dalam lampiran Keputusan ini dinilai memenuhi syarat sebagai Dosen Pembimbing Tugas Akhir Mahasiswa Program Studi D-IV Konstruksi Bangunan Gedung Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Manado Tahun Akademik 2014/2015 ;
c. Bahwa sehubungan dengan hal tersebut pada butir (a) dan (b) diatas perlu diterbitkan Keputusan Direktur ;
- Mengingat : 1 Undang – Undang Nomor 20 Tahun 2003;
2 Undang – Undang Nomor 12 Tahun 2012;
3 Undang – Undang Nomor 5 Tahun 2014;
4 Kepmendiknas Nomor 139/O/2002;
5 Permendiknas Nomor 21 Tahun 2005;
6 Kepmendikbud Nomor 184/MPK.A4/KP/2012;

MEMUTUSKAN

- Menetapkan :
Pertama : Nama-nama sebagaimana yang tercantum dalam lampiran Keputusan ini ditetapkan sebagai pembimbing Tugas Akhir bagi Mahasiswa Program Studi D-IV Konstruksi Bangunan Gedung Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Manado Tahun Akademik 2014/2015.
- Kedua : Dosen Pembimbing bertugas :
1. Melaksanakan kegiatan pembimbingan kepada mahasiswa selama proses penyusunan Tugas Akhir berlangsung sampai dengan penyusunan laporan serta evaluasi;
2. Melakukan koordinasi dengan Panitia Pelaksana Tugas Akhir Mahasiswa
3. Melaporkan hasil pelaksanaan Tugas Akhir Mahasiswa kepada Ketua Jurusan Teknik Sipil.
- Ketiga : Semua biaya yang dikeluarkan sebagai akibat dari Keputusan ini dibebankan pada anggaran yang tersedia untuk itu.
- Keempat : Keputusan ini berlaku sejak tanggal ditetapkan dengan ketentuan akan diadakan perubahan seperlunya apabila ternyata dikemudian hari terdapat kekeliruan dalam penetapan ini.

Keputusan ini disampaikan kepada yang bersangkutan untuk diketahui dan dipergunakan sebagaimana mestinya.

Ditetapkan di : Manado
Pada tanggal : 04 Agustus 2015

DIREKTUR,

JEMMY JULES RANGAN
NIE 19570604 198903 1 001

Tembusan:

1. Pembantu Direktur I, II, III, & IV
2. Ketua Jurusan Teknik Sipil
3. Kepala – Kepala Bagian
4. Yang bersangkutan untuk diketahui dan dilaksanakan
5. Arsip.

SEMESTER VIII A

NO.	NAMA MAHASISWA	NIM	DOSEN PEMBIMBING
1	Triwinata Maryadi	11012001	Noldie E. Kondo, ST., MT
			Joseph Sumajouw, ST., MT
2	Norina Gombo	11012003	Dr. Debby Willar, ST., M.Eng.Sc
			Mytle Wala, ST., MT
3	Vindy Prisilya Kiriw	11012005	Mario Moningka, ST., MT
			Ir. Charles Sulangi, MT
4	Christian Lakada	11012008	Ir. Jeanely Rangkang, M.Eng.Sc
			Daisy D.G. Pangemanan, ST., MT, M.Si
5	Sulistyo Damopolii	11012009	Ir. Jemmy J. Rangan, MT
			Sudarno, ST., MT
6	Dewi S. Bolantinuhe	11012011	Ir. Ever N. Slat, MT
			Ir. Syuultje Dowa, MT
7	Ronald Hai Kareth	11012013	Ir. Franky R. Tombokan, M.Eng
			Ir. Dirk J. Ombuh, MT
8	Ferdo N. Makaudis	11012015	Ir. Syuultje Dowa, MT
			Ir. Jeanely Rangkang, M.Eng.Sc
9	Stevi E. Makahanap	11012016	Ir. Donny R. Taju, MT
			Mytle Wala, ST., MT
10	Jery Mamaghe	11012018	Estrelita V. Y. Waney, ST., M.Eng, Mgmt
			Helen G. Mantiri, SST., MT
11	Wibowo P. Mokodompit	11012020	Ir. Chris Hombokau, MT
			Dr. Tampanatu P. F. Sompie, ST., M.Eng Mgmt
12	Rio Christian David	11012024	Ir. Ever N. Slat, MT
			Olivia Moningka, ST., M.Ars
13	Charlie R.R. Derek	11012030	Joseph Sumajouw, ST., MT
			Ir. Charles Sulangi, MT
14	Richard Sinco Tenau	11012032	Sherley Runtunuwu, ST., MT
			Djoige Onibala, ST., MT
15	Justitia Pontolowokang	11012033	Rudolf E.G. Mait, ST., MT
			Syanne Pangemanan, ST., M.Eng
16	Andika Blongkot	11012037	Estrelita V. Y. Waney, ST., M.Eng, Mgmt
			Pendekar T. Lonan, ST., MT
17	Brian Valentino Ombuh	11012044	Ir. Julius E. Tenda, MT
			Helen G. Mantiri, SST., MT
18	Erham Bin Muhammad	11012052	Ir. Enteng J. Saerang, MT
			Geertje E. Kandiyoh, ST., M.Eng
19	Christian D. Nimot	11012053	Ir. Enteng J. Saerang, MT
			Ir. Chris Hombokau, MT
20	Lucky Tamapedung	9012020	Dr. Rilya Rumbayan, ST., M.Eng
			Nixon S. Mantiri, ST., MT

SEMESTER VIII B

NO.	NAMA MAHASISWA	NIM	DOSEN PEMBIMBING
1	Muhamad Nur Kholis	11012002	Noldie E. Kondo, ST., MT
			Pendekar T. Lonan, ST., MT
2	Ahmad Malo	11012004	Dr. Debby Willar, ST., M.Eng.Sc
			Ir. Bambang P. Widodo, MT

3	Priangga Pantow	11012006	Sherley Runtunuwu, ST., MT Noldie E. Kondo, ST., MT
4	Cicilia Mantiri	11012007	Ir. Jeanelly Rangkang, M.Eng, Sc Ir. Enteng J. Saerang, MT
5	Brenda Kandijoh	11012010	Seska Nicolaas, ST., MT Hendrie J. Palar, ST., MT
6	Syahreza Haruna	11012014	Ir. Dirk J. Ombuh, MT Deyke Mandang, ST
7	Alfian Arundaa	11012017	Ir. Syuultje Dowa, MT Syanne Pangemanan, ST., M.Eng
8	Iga Djenethe Mandagi	11012019	Rudolf E.G. Mait, ST., MT Dr. Tampanatu P. F. Sompie, ST., M.Eng, Mgmt
9	Marselius L. Aloo	11012021	Ir. Ever N. Slat, MT Daisy D.G. Pangemanan, ST., MT, M.Si
10	Kumiawan Adam	11012022	Geertje E. Kandiyoh, ST., M.Eng Ir. Dirk J. Ombuh, MT
11	Edward Z. Halibu	11012023	Sudarno, ST., MT Nixon S. Mantiri, ST., MT
12	Ardi Longdong	11012025	Dr. Rilya Rumbayan, ST., M.Eng Ahmad Y. Abas, ST., MT
13	Farly Reiner Naray	11012026	Mario Moningka, ST., MT Daisy D.G. Pangemanan, ST., MT, M.Si
14	Rio Rocki Botto	11012028	Ir. Enteng J. Saerang, MT Dr. Debby Willar, ST., M.Eng, Sc
15	Juli	11012034	Ir. Julius E. Tenda, MT Syanne Pangemanan, ST., M.Eng
16	Silvester O. Gedoan	11012036	Rudolf E.G. Mait, ST., MT Ir. Franky R. Tombokan, M.Eng
17	Rahmat H. Patingki	11012038	Sandry Sengkey, ST., MT Ir. Barakati K. Manginsihi, MT
18	Rendy S. Makalalag	11012040	Ir. Donny R. Taju, MT Estrelita V. Y. Waney, ST., M.Eng, Mgmt
19	Jendry I Budiman	11012043	Ir. Julius E. Tenda, MT Shirley Runtunuwu, ST., MT
20	Claudio B. Irot	11012045	Ir. Julius E. Tenda, MT Rudolf E.G. Mait, ST., MT
21	Hesly E. Linuh	11012046	Dr. Rilya Rumbayan, ST., M.Eng Ahmad Y. Abas, ST., MT
22	Maya Malina	11012048	Sudarno, ST., MT Ir. Barakati K. Manginsihi, MT
23	Febrian Bill Baureh	11012051	Mario Moningka, ST., MT Ir. Bambang P. Widodo, MT
24	Vain Podungge	11012054	Seska Nicolaas, ST., MT Ir. Charles Sulangi, MT
25	Briankly Tengku	10012054	Sandry Sengkey, ST., MT Ir. Chris Hombokau, MT



JEMMY JULLES RANGAN

NIP. 19570604 198903 1001