

**ANALISIS DAYA DUKUNG FONDASI *BORED PILE* PADA
PROYEK GEDUNG MICE KAWASAN TANA MORI-NTT**

S K R I P S I



YENI ROHANI N

M1C119015

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

JURUSAN TEKNIK SIPIL, KIMIA DAN LINGKUNGAN

FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

UNIVERSITAS JAMBI

2023

SURAT PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi ini benar-benar karya sendiri. Sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang tertulis atau diterbitkan orang lain kecuali sebagai acuan atau kutipan dengan mengikuti tata penulisan karya ilmiah yang telah lazim.

Tanda tangan yang tertera dalam halaman pengesahan adalah asli. Jika tidak asli, saya siap menerima sanksi sesuai dengan perlakuan yang berlaku.

Jambi, Desember 2023

Yang menyatakan

YENI ROHANI N
M1C119015

ABSTRAK

Fondasi yaitu suatu bagian paling dasar dari konstruksi sebuah bangunan. Fondasi *bored pile* merupakan sebuah fondasi dalam yang berbentuk layaknya tabung panjang dan ditancapkan ke dalam tanah. Fondasi *bored pile* ini difungsikan untuk mengalirkan beban berat konstruksi ke dalam lapisan tanah yang lebih keras. Daya dukung adalah kekuatan tanah untuk menahan suatu beban yang bekerja pada bangunan yang biasanya disalurkan melalui fondasi. Terdapat 2 (dua) cara untuk menghitung nilai daya dukung yaitu dapat dilakukan dengan menggunakan metode statis dan metode dinamis. metode penelitian evaluasi (metode studi kasus), dimana peneliti melakukan analisis ulang terhadap daya dukung fondasi dan melihat dari hasil analisis daya dukung apakah fondasi mampu menahan beban struktur atas bangunan atau tidak setelah adanya penambahan ruangan pada bangunan. Adapun hasil dari perhitungan dari 3 (tiga) metode statis yang digunakan, didapatkan nilai daya dukung yang paling mendekati dengan hasil tes *Pile Driving Analyzer* (PDA) adalah metode Reese dan Wright dimana selisih perbandingan sebesar 69,56 kN. Nilai daya dukung izin 1 tiang berdasarkan metode Reese dan Wright didapat sebesar 102,48 kN dengan jumlah tiang fondasi sebanyak 136 maka daya dukung total fondasi yang didapatkan sebesar 13937,28 kN dapat disimpulkan bahwa nilai daya dukung fondasi dapat dikatakan aman serta mampu menahan beban struktur diatas bangunan yang bernilai 3348,6038 kN.

Kata Kunci : Fondasi; fondasi bored pile; daya dukung.

**ANALISIS DAYA DUKUNG FONDASI *BORED PILE* PADA
PROYEK GEDUNG MICE KAWASAN TANA MORI-NTT**

S K R I P S I

Diajukan sebagai salah satu syarat dalam melakukan penelitian dalam rangka
penulisan Skripsi pada Program Studi Teknik Sipil



**YENI ROHANI N
M1C119015**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
JURUSAN TEKNIK SIPIL, KIMIA DAN LINGKUNGAN**

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS JAMBI**

2023

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi dengan judul **ANALISIS DAYA DUKUNG FONDASI *BORED PILE* PADA PROYEK GEDUNG MICE KAWASAN TANA MORI-NTT** yang disusun oleh **YENI ROHANI N, NIM : M1C119015** telah dipertahankan didepan tim penguji pada tanggal 23 November 2023 dan dinyatakan lulus.

Susunan Tim Penguji

Ketua : Ir. Dila Oktarise Dwina, S.T., M.T.
Sekretaris : Ir. M. Nuklirullah, S.T., M.Eng.
Anggota : Ir. Ade Nurdin, S.T., M.T.
: Dr. Drs. Harmes, M.T.
: Dr. Ir. Fetty Febriasti Bahar, S.T., M.T.

Disetujui:

Pembimbing Utama

Pembimbing Pendamping

Ir. Dila Oktarise Dwina, S.T., M.T.
NIP. 198910212019032015

Ir. M. Nuklirullah, S.T., M.Eng.
NIP. 198906012019031012

Diketahui:

Dekan

Ketua Jurusan

Drs. Jefri Marzal, M.Sc., D.I.T.
NIP. 196806021993031004

Prof. Dr. Drs. Naswir, M.Si.
NIP. 196605031991021001

RIWAYAT HIDUP



Yeni Rohani N. Seorang perempuan yang lahir di Rantau Rasau, Kecamatan Rantau Rasau, Kabupaten Tanjung Jabung Timur, Provinsi Jambi pada tanggal 24 Juni 2001. Anak kelima dari enam bersaudara dari pasangan suami istri Anton Naibaho dan Rosiati Simbolon. Mengawali Pendidikan tingkat dasar SD Negeri 44/X Rantau Rasau Kecamatan Rantau Rasau pada tahun 2008. Kemudian melanjutkan Pendidikan tingkat pertama di SMP Negeri 9 Tanjung Jabung Timur pada tahun 2014. Serta melanjutkan Pendidikan tingkat atas di SMA Negeri 1 Tanjung Jabung Timur pada tahun 2017. Setelah lulus dari SMA melanjutkan ke Pendidikan Tinggi dan diterima menjadi mahasiswa/i pada Program Studi Teknik Sipil, Jurusan Teknik Sipil, Kimia, dan Lingkungan, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Jambi melalui Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN) pada tahun 2019.

Selama menempuh Pendidikan Strata 1 (S1) di Universitas Jambi, Penulis pernah menjabat sebagai Anggota Himpunan Mahasiswa Teknik Sipil pada tahun 2019 dan menjadi Badan Pengurus Himpunan Mahasiswa Teknik Sipil (HIMATESI) pada Periode 2021-2022.

Pada tahun 2022 Penulis melaksanakan Kerja Praktek pada Proyek Pembangunan dan Pengembangan MICE, Infrastruktur Kawasan Tana Mori Kabupaten Manggarai Barat, Provinsi Nusa Tenggara Timur, untuk persiapan acara KTT Asean Summit 2023 yang berlangsung di Labuan Bajo, Kabupaten Manggarai Barat. Akhir dari masa pendidikan, penulis mengajukan tugas akhir dibidang Geotek dengan Judul “**Analisis Daya Dukung Fondasi Bored Pile Pada Proyek Gedung MICE Kawasan Tana Mori-NTT**” dibawah bimbingan ibu Ir. Dila Oktaris Dwina, S.T., M.T. selaku pembimbing utama dan bapak Ir. M.Nuklirullah, S.T., M.Eng. selaku pembimbing pendamping. Penulis berhasil menyelesaikan Pendidikan Strata S1 dan dinyatakan lulus pada tanggal 23 November 2023.

PRAKATA

Segala puji dan syukur penulis panjatkan atas kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, yang selalu melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan Skripsi dengan baik. Skripsi yang berjudul **“Analisis Daya Dukung Fondasi Bored Pile pada Proyek Gedung MICE Kawasan Tana Mori-NTT”** ini merupakan salah satu syarat dalam menyelesaikan Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Jambi.

Penyusunan Skripsi ini tidak lepas dari bantuan, bimbingan dan arahan dari berbagai pihak sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua tercinta saya, Ayah Anton Naibaho dan Ibu Rosiati Simbolon serta saudara-saudari kandung saya Tomi Prianto Naibaho, Tika Defani Naibaho, Yana Rohana Naibaho dan Rona Wulan Kristina Naibaho yang selalu memberikan dukungan, semangat, motivasi, doa serta kasih sayang kepada saya untuk menyelesaikan perkuliahan ini.
2. Bapak Drs. Jefri Marzal, M.Sc., D.I.T. selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Jambi.
3. Bapak Prof. Dr. Drs. Naswir, M.Si. selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil, Kimia, dan Lingkungan.
4. Bapak Ir. Ade Nurdin, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Fakulras Sains dan Teknologi Universitas Jambi dan selaku penguji I.
5. Ibu Ir. Dila Oktaris Dwina, S.T., M.T. selaku pembimbing utama dan Bapak Ir. M. Nuklirullah, S.T., M.Eng. selaku pembimbing pendamping yang telah memberikan bimbingan dan arahan selama mengerjakan skripsi.
6. Bapak Dr. Drs. Harmes, M.T. selaku penguji II, dan Ibu Dr. Ir. Fetty Febriasti Bahar, S.T., M.T. selaku penguji III.
7. Bapak Ir. Dede Noviard, S.T., M.M.T., IPM selaku *Deputy Project Director* yang telah bersedia menerima saya dan teman seperjuangan untuk melakukan kerja praktek serta melakukan penelitian pada proyek yang bapak pimpin.
8. Bapak Ocky Dwi Saktian Kusuma, S.T. selaku Project Manager Kontraktor PT. Nindya-Lestari KSO yang telah memberikan banyak ilmu pengetahuan, wawasan serta pengalaman dalam bidang konstruksi yang sangat bermanfaat bagi penulis.
9. Bapak dan Ibu Dosen di Program Studi Teknik Sipil Universitas Jambi yang telah mendidik dan memberikan ilmu kepada saya selama menjalankan perkuliahan.

10. Renny Prahesti, Amirul Abdul Fatah dan Muhammad Akbar Guzwen selaku teman seperjuangan Skripsi Labuan Bajo kawasan Tana Mori yang selalu menemani dalam suka dan duka.
11. Vera Ayu Safitri selaku teman yang ada dari awal perkuliahan hingga selesai, membantu, mengajari dan kebersamaan serta tidak pernah meninggalkan dalam keadaan apapun.
12. Serta seluruh teman-teman Teknik Sipil Angkatan 2019 yang selalu memberikan semangat dan menjadi tempat keluh kesah selama berproses bersama-sama dari awal hingga akhir.

Penulis menyadari bahwa masih terdapat kekurangan dalam Skripsi ini. Oleh karena itu kritik serta saran yang membangun sangat penulis harapkan agar Skripsi ini dapat lebih baik lagi. Semoga Skripsi ini dapat bermanfaat dan menambah ilmu pengetahuan serta wawasan bagi penulis maupun pembaca.

Jambi, Desember 2023

Yeni Rohani N
M1C119015

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN PENGESAHAN.....	i
SURAT PERNYATAAN.....	ii
PRAKATA	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR.....	vii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR LAMPIRAN.....	x
 I. PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Tujuan Penelitian	2
1.4. Manfaat Penelitian	2
1.5. Batasan Masalah	3
 II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Tanah	4
2.2. Penyelidikan Tanah (<i>Soil Investigation</i>)	4
2.2.1. Pengeboran (<i>Drilling</i>)	5
2.2.2. Pengujian <i>Cone Penetration Test</i> (CPT).....	5
2.2.3. Pengujian <i>Standard Penetration Test</i> (SPT)	5
2.3. Fondasi	6
2.3.1. Fondasi Dangkal (<i>Shallow Foundation</i>).....	7
2.3.2. Fondasi Dalam (<i>Deep Foundation</i>)	8
2.4. Kapasitas Daya Dukung Izin Tiang	14
2.5. Kapasitas Daya Dukung Ultimit Tiang	14
2.6. Analisis Daya Dukung <i>Bored Pile</i> dari Hasil <i>Standard Penetration</i> <i>Test</i> (SPT)	14
2.7. Pengujian <i>Pile Driving Analyzer</i> (PDA)	18
2.8. Pembebanan.....	19
2.8.1. Beban mati (<i>dead load</i>)	19
2.8.2. Beban hidup (<i>live load</i>)	20
2.8.3. Beban angin (<i>wind load</i>)	20
2.8.4. Beban gempa.....	21
2.9. Kombinasi Pembebanan.....	21
2.10. Analisis Pembebanan Menggunakan Etabs V18	22
2.11. Penelitian Terdahulu.....	22
 III. METODOLOGI PENELITIAN	

3.1. Lokasi dan Waktu Penelitian.....	26
3.2. Metode Penelitian	26
3.3. Variabel Penelitian.....	26
3.4. Metode Pengumpulan Data	27
3.5. Tahapan Penelitian	28
3.6. Tahap Analisis Daya Dukung Fondasi.....	28
3.7. Tahap Analisis Menggunakan <i>Software</i> Etabs V18	29
3.8. Rencana Bagan Alir Penelitian	32
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1. Data Geoteknik.....	33
4.2. Analisis Daya Dukung	34
4.3. Perbandingan Nilai Daya Dukung Metode Statis Terhadap Hasil <i>Pile Driving Analyzer</i> (PDA)	38
4.4. Pembebanan.....	39
4.5. Beban Mati	39
4.6. Beban Hidup	46
4.7. Beban Angin	47
4.8. Beban Gempa	51
4.9. Kombinasi Pembebanan.....	52
4.10. Pembebanan Menggunakan Bantuan <i>Software</i> Etabs V18	53
4.11. Pembahasan	77
V. PENUTUP	
5.1. Kesimpulan	79
5.2. Saran	79
DAFTAR PUSTAKA	

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1. Fondasi Telapak/ <i>Footplat</i>	7
2.2. Fondasi Menerus.....	8
2.3. Fondasi Rakit/ <i>Raft</i>	8
2.4. Fondasi Tiang Pancang	9
2.5. Fondasi Tiang Pancang Kayu.....	9
2.6. Fondasi Tiang Pancang Baja.....	10
2.7. Fondasi Tiang Pancang Beton.....	10
2.8. Fondasi <i>Bored Pile</i>	11
2.9. Tahapan Pelaksanaan Fondasi <i>Bored Pile</i> Metode Kering	11
2.10. Tahapan Pelaksanaan Fondasi <i>Bored Pile</i> Metode Basah	12
2.11. Tahapan Pelaksanaan Fondasi <i>Bored Pile</i> Metode <i>Casing</i>	13
2.12. Contoh Grafik Hasil Pengujian <i>Pile Driving Analyzer</i> (PDA).....	18
3.1. Lokasi Penelitian	26
4.1. Fondasi <i>Bored Pile</i> pada Gedung MICE	33
4.2. <i>Grid System</i> Data	53
4.3. <i>Story</i> Data	54
4.4. <i>Material Property</i> Data untuk Beton	54
4.5. <i>Input</i> Mutu Beton	55
4.6. <i>Material Property</i> Data untuk Baja Tulangan Lentur.....	55
4.7. <i>Input</i> F_y dan F_u Baja Tulangan Lentur	56
4.8. <i>Material Property</i> Data untuk Baja Tulangan Sengkang	56
4.9. <i>Input</i> F_y dan F_u Baja Tulangan Sengkang.....	57
4.10. <i>Material Property</i> Data untuk Baja Tulangan Konvensional	57
4.11. <i>Input</i> F_y dan F_u Baja Tulangan Konvensional	58
4.12. <i>Property</i> Kolom 70 x 70	58
4.13. <i>Property</i> Kolom 70 x 90	59
4.14. <i>Property</i> Kolom 50 x 50	59
4.15. <i>Property</i> Balok 40 x 90	60
4.16. <i>Property</i> Balok 40 x 80	60
4.17. <i>Property</i> Balok 40 x 75	61
4.18. <i>Property</i> Baja SB1 WF 900x300x16x28.....	61
4.19. <i>Property</i> Baja SB2 WF 800x300x14x26.....	62
4.20. <i>Property</i> Baja SB3 WF 700x300x13x24.....	62
4.21. <i>Property</i> Baja SB4 WF 300x150x6,5x9.....	63
4.22. <i>Property</i> Baja SB5 WF 600x200x11x17.....	63

4.23.	<i>Property</i> Baja SB11 WF 500x200x10x16.....	64
4.24.	<i>Property</i> Baja SB12 UNP 100x50x5.....	64
4.25.	<i>Property</i> Pelat 120 mm	65
4.26.	<i>Property</i> Pelat 140 mm	65
4.27.	<i>Property</i> Pelat 150 mm	66
4.28.	Model Struktur 3D	66
4.29.	Beban Mati dan Beban Hidup Lantai 1 Sebelum Penambahan.....	67
4.30.	Beban Mati dan Beban Hidup Lantai <i>Mezanine</i> Sebelum Penambahan.....	68
4.31.	Beban Mati dan Beban Hidup <i>Observation Deck</i> Sebelum Penambahan.....	68
4.32.	Beban Mati dan Beban Hidup Lantai 1 Sesudah Penambahan.....	69
4.33.	Beban Mati dan Beban Hidup Lantai <i>Mezanine</i> Sesudah Penambahan.....	70
4.34.	Beban Mati dan Beban Hidup <i>Observation Deck</i> Sesudah Penambahan.....	70
4.35.	Beban Angin dengan Jarak 10 m.....	71
4.36.	Beban Angin dengan Jarak 7,5 m.....	71
4.37.	Beban Angin dengan Jarak 5 m.....	71
4.38.	Permodelan Diafragma	72
4.39.	Persamaan Beban Gempa Statis.....	72
4.40.	<i>Input</i> Beban Gempa Statis Arah Sumbu-X.....	73
4.41.	<i>Input</i> Beban Gempa Statis Arah Sumbu-Y	73
4.42.	<i>Input</i> Grafik Respons Spektrum.....	74
4.43.	<i>Input</i> Beban Gempa Dinamis Arah Sumbu-X.....	74
4.44.	<i>Input</i> Beban Gempa Dinamis Arah Sumbu-Y	75
4.45.	<i>Input</i> Kombinasi Pembebanan	75
4.46.	Kombinasi Pembebanan	76
4.47.	<i>Output</i> Sebelum Pembebanan.....	76
4.48.	<i>Output</i> Sesudah Pembebanan.....	77

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1. Nilai Koefisien Tanah (Decourt. L, 1987)	16
2.2. Koefisien Dasar Tiang α (Decourt & Quaresma, 1978).....	16
2.3. Koefisien Selimut Tiang β (Decourt & Quaresma, 1978)	16
2.4. Parameter pada Tes <i>Pile Driving Analyzer</i> (PDA)	19
2.5. Penelitian Terdahulu	23
3.1. NSPT dan Klasifikasi Jenis Tanah	27
4.1. NSPT BH DB 03	33
4.2. Hasil Nilai Daya Dukung Tiang Metode Reese dan Wright (1977)	34
4.3. Hasil Nilai Daya Dukung Tiang Metode Luciano Decourt (1982).....	35
4.4. Hasil Nilai Daya Dukung Tiang Metode Meyerhoff (1956)	36
4.5. Nilai Q_{ult} dan Q_a	37
4.6. Faktor Pembeda pada Metode Perhitungan Statis	37
4.7. Rekapitulasi Nilai Daya Dukung SPT Terhadap Hasil Uji PDA.....	38
4.8. Koefisien-Koefisien dalam Mencari Nilai Daya Dukung	39
4.9. Beban Mati Tambahan Sebelum Penambahan.....	40
4.10. Beban Mati Tambahan Sesudah Penambahan.....	40
4.11. Beban Mati Tambahan Akibat Beban Kolom.....	41
4.12. Beban Mati Tambahan Akibat Beban Balok.....	42
4.13. Beban Mati Tambahan pada Pelat Lantai	46
4.14. Beban Mati Tambahan pada Lantai Atap.....	46
4.15. Beban Angin pada Kolom	48
4.16. Nilai P desak dan P hisap dengan Jarak Antar Kolom 10 m	51
4.17. Nilai P desak dan P hisap dengan Jarak Antar Kolom 7,5 m	51
4.18. Nilai P desak dan P hisap dengan Jarak Antar Kolom 5 m	51

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Lampiran 1 Bagan Alir Penelitian.....	80
2. Lampiran 2 Bagan Alir Pembebanan Menggunakan Etabs V18	81
3. Lampiran 3 Perhitungan Nilai Daya Dukung Tiang	82
4. Lampiran 4 Data Hasil Penyelidikan Tanah	107
5. Lampiran 5 Data Hasil Tes PDA.....	119
6. Lampiran 6 <i>Shop Drawing</i> Struktur MICE.....	121

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Fondasi (struktur bawah) merupakan suatu pekerjaan konstruksi pembangunan yang dilaksanakan dan dikerjakan pertama kali di lapangan baru kemudian melaksanakan pekerjaan struktur atas. Pembangunan suatu gedung harus direncanakan dengan baik untuk mencegah terjadinya kegagalan-kegagalan pada bangunan gedung tersebut. Perencanaan itu meliputi perencanaan fondasi, kolom, balok, plat lantai dan juga rangka atap dari bangunan tersebut. Perencanaan tersebut juga tidak lepas dari beban-beban yang bekerja pada bangunan gedung, baik berupa beban mati, beban hidup, beban angin dan beban gempa. Beban-beban yang terjadi pada bangunan akan dipikul oleh struktur bangunan dan diteruskan ke fondasi untuk selanjutnya diteruskan ke tanah. Pekerjaan fondasi dikatakan benar apabila beban yang diteruskan fondasi ke tanah tidak melampaui kekuatan tanah yang bersangkutan. Apabila kekuatan tanah dilampaui, maka penurunan yang berlebihan dan keruntuhan dari tanah akan terjadi.

Daya dukung adalah kekuatan tanah untuk menahan suatu beban yang bekerja pada bangunan yang biasanya disalurkan melalui fondasi. Terdapat 2 (dua) cara untuk menghitung nilai daya dukung yaitu dapat dilakukan dengan menggunakan metode statis dan metode dinamis. Untuk mengetahui nilai daya dukung dengan menggunakan metode statis dilakukan menurut teori mekanika tanah yaitu dengan mempelajari elemen dan sifat teknis tanah. Sedangkan untuk mengetahui nilai daya dukung dengan menggunakan metode dinamis dilakukan dengan menganalisis nilai daya dukung fondasi dengan data yang diperoleh dari pemancangan fondasi. Pada penelitian ini perhitungan nilai daya dukung dilakukan berdasarkan data *Standard Penetration Test* (SPT) sebagai metode statis yang kemudian diverifikasi dengan hasil tes *Pile Driving Analyzer* (PDA) sebagai metode dinamis untuk mengetahui nilai daya dukung dengan menggunakan metode statis yang paling mendekati dengan kondisi lapangan sebenarnya.

Pada pembangunan gedung *Meeting, Incentive, Convention and Exhibition* (MICE) menggunakan jenis fondasi *bored pile*, ditinjau berdasarkan hasil penyelidikan tanah, beban rencana pada struktur bangunan dan lingkungan sekitar proyek. Dalam pelaksanaan konstruksi pembangunan gedung *Meeting, Incentive, Convention and Exhibition* (MICE) terdapat penambahan ruangan pada zona *mezzanine* bagian selatan dimana penambahan ruangan tersebut terjadi dikarenakan permintaan langsung dari konsultan perencana. Analisis daya

dukung perlu dilakukan karena adanya penambahan ruangan yang terjadi dan bertujuan untuk mengetahui apakah nilai daya dukung fondasi sanggup atau tidak untuk menahan beban struktur atas bangunan.

Berdasarkan pemaparan di atas, penulis tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul **“Analisis Daya Dukung Fondasi *Bored Pile* pada Proyek Gedung MICE Kawasan Tana Mori-NTT”**.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah disusun di atas, maka dirumuskan permasalahan dalam penelitian ini yaitu:

1. Berapakah nilai daya dukung fondasi *bored pile* berdasarkan data *Standard Penetration Test* (SPT)?
2. Bagaimana perbandingan nilai daya dukung fondasi *bored pile* berdasarkan data *Standard Penetration Test* (SPT) terhadap hasil pengujian *Pile Driving Analyzer* (PDA), metode statis manakah yang hasilnya paling mendekati terhadap hasil pengujian *Pile Driving Analyzer* (PDA)?
3. Apakah fondasi pada gedung MICE sanggup menahan beban struktur atas bangunan?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah yang telah didapatkan, maka didapatkan tujuan penelitian yaitu sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui nilai daya dukung pada fondasi *bored pile* berdasarkan data *Standard Penetration Test* (SPT)?
2. Untuk mengetahui nilai daya dukung fondasi *bored pile* dengan menggunakan metode statis manakah yang hasilnya paling mendekati terhadap hasil pengujian *Pile Driving Analyzer* (PDA)?
3. Untuk mengetahui apakah fondasi sanggup menahan beban struktur atas bangunan?

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diharapkan dari penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Manfaat dari penelitian ini diharapkan dapat menambah pengetahuan, pemahaman dan referensi baik bagi penulis maupun bagi para pembaca terhadap ilmu pengetahuan tentang geoteknik.
2. Manfaat bagi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Jambi khususnya pada Program Studi Teknik Sipil adalah untuk menambah studi literatur pustaka penelitian dalam bidang geoteknik.

1.5 Batasan Masalah

Untuk memperjelas ruang lingkup permasalahan yang dibahas dalam penelitian ini dan untuk memudahkan penulis dalam menganalisa maka dibuat batasan masalah sebagai berikut perhitungan daya dukung fondasi berdasarkan data *Standard Penetration Test* (SPT) dengan menggunakan metode Reese dan Wright (1977), metode Luciano Decourt (1982) dan metode Meyerhoff (1956) dengan memperhitungkan struktur dan beban mati, beban hidup, beban angin dan beban gempa sesuai peraturan SNI 1726:2019 dan SNI 1727:2020.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanah

Tanah adalah lapisan permukaan bumi yang berasal dari material induk yang telah mengalami proses lanjut karena perubahan alami di bawah pengaruh air, udara dan macam-macam organisme baik yang masih hidup maupun yang telah mati. Ukuran dari partikel tanah adalah sangat beragam dengan variasi yang cukup besar, tanah umumnya dapat disebut sebagai kerikil (*gravel*), pasir (*sand*), lanau (*silt*) dan lempung (*clay*) tergantung pada ukuran partikel yang paling dominan pada tanah tersebut.

Tanah terdiri dari agregat (butiran) mineral-mineral padat yang tidak tersementasi (terikat secara kimia) satu sama lain dan dari bahan-bahan organik yang telah melapuk yang berpartikel padat disertai dengan zat cair dan gas yang mengisi ruang-ruang kosong di antara partikel-partikel padat tersebut. Pada perencanaan dan pelaksanaan dalam bidang konstruksi, tanah sangatlah perlu diperhatikan hal ini dikarenakan tanah berfungsi untuk mendukung beban yang ada di atasnya, maka dari itu tanah yang dijadikan sebagai fondasi utama haruslah dipersiapkan dan diperbaiki terlebih dahulu sebelum digunakan sebagai suatu lapisan.

2.2 Penyelidikan Tanah (*Soil Investigation*)

Penyelidikan tanah merupakan fase awal dalam desain konstruksi sipil dan hal yang wajib dilakukan ketika akan melakukan pekerjaan konstruksi berskala besar, seperti contohnya dalam perencanaan fondasi, pemadatan timbunan, bendungan maupun kestabilan lereng. Secara umum maksud dari pekerjaan penyelidikan tanah adalah untuk mendapatkan data teknis atau parameter tanah yang dapat mewakili kondisi tanah setempat untuk digunakan sebagai parameter desain.

Penyelidikan tanah adalah proses pengambilan contoh (*sample*) tanah yang bertujuan untuk menyelidiki karakteristik tanah tersebut. Dalam mendesain fondasi, penting bagi para *engineer* untuk mengetahui sifat setiap lapisan tanah seperti berat isi tanah, daya dukung ataupun daya rembes dan juga ketinggian muka air tanah. Oleh sebab itu, penyelidikan tanah adalah pekerjaan awal yang harus dilakukan sebelum memutuskan akan menggunakan jenis fondasi dangkal atau fondasi dalam.

Beberapa metode yang ada dalam penyelidikan tanah di lapangan antara lain sebagai berikut:

2.2.1 Pengeboran (*drilling*)

Pengeboran adalah suatu proses pembuatan lubang vertikal pada tanah dengan atau tanpa menggunakan alat atau mesin untuk keperluan deskripsi tanah, biasanya pengeboran dapat dilakukan bersamaan dengan uji penetrasi standar di lapangan dan pengambilan contoh tanah. Pengeboran dalam penyelidikan tanah sangat diperlukan guna mengetahui lapisan-lapisan tanah yang ada di bawah lokasi tempat didirikannya bangunan, melalui pengeboran ini juga dapat diketahui parameter tanah pada setiap lapisan yang selanjutnya akan diuji di laboratorium.

2.2.2 Pengujian Sondir atau *Cone Penetration Test* (CPT)

Cone Penetration Test (CPT) merupakan salah satu pengujian tanah yang berfungsi untuk mengetahui karakteristik tanah pada lokasi yang akan dilakukan pembangunan konstruksi. Sondir dibagi menjadi 2 (dua) macam, yang pertama adalah sondir ringan dengan kapasitas 0-250 kg/cm² dan yang kedua adalah sondir berat dengan kapasitas 0-600 kg/cm².

Pengujian sondir atau *Cone Penetration Test* (CPT) adalah pengujian dengan menggunakan alat sondir yang ujungnya kerucut dengan sudut 60° dan dengan luasan ujung 1,54 in² (10 cm²). Alat ini digunakan dengan cara ditekan ke dalam tanah terus menerus dengan kecepatan tetap 20 mm/detik, sementara itu besarnya perlawanan tanah terhadap kerucut penetrasi (q_c) juga terus diukur. Hasil dari pengujian sondir atau *Cone Penetration Test* (CPT) dapat dipakai untuk menentukan tipe atau jenis fondasi yang mau dipakai, untuk menghitung daya dukung tanah asli dan menentukan seberapa dalam fondasi harus diletakkan nantinya.

Keuntungan utama dari penggunaan alat sondir adalah tidak perlu dilakukannya pemboran tanah untuk penyelidikan. Tetapi tidak seperti *Standard Penetration Test* (SPT), dengan alat sondir sampel tanah tidak dapat digunakan untuk penyelidikan langsung ataupun untuk uji laboratorium. Tujuan dari pengujian sondir yaitu untuk mengetahui kedalaman lapisan tanah keras serta pada setiap kedalaman kita juga bisa mengetahui sifat daya dukung maupun daya lekat tanah tersebut. Selain itu pengujian sondir juga bertujuan untuk mengetahui perlawanan geser tanah dan penetrasi konus atau perlawanan dari bawah, dimana perlawanan geser tanah sendiri merupakan perlawanan geser tanah terhadap selubung bikonus dengan satuan gaya persatuan panjang.

2.2.3 Pengujian *Standard Penetration Test* (SPT)

Standard Penetration Test (SPT) adalah metode yang paling berguna untuk menentukan kondisi-kondisi tanah yang dilakukan dengan mengukur perlawanan akibat penurunan *standard sampler* pada waktu pengeboran.

Pengujian tanah dengan *Standard Penetration Test* (SPT) adalah cara yang paling populer dan ekonomis untuk mendapatkan informasi keadaan di bawah permukaan tanah. *Standard Penetration Test* (SPT) dapat digunakan untuk jenis tanah non-kohefif seperti *sand*, *sand clay* dan batuan (*gravel*).

Standard Penetration Test (SPT) adalah suatu metode uji yang dilaksanakan bersamaan dengan pengeboran untuk mengetahui perlawanan dinamik tanah maupun pengambilan contoh terganggu dengan teknik penumbukan.

Pengujian *Standard Penetration Test* (SPT) meliputi pemukulan tabung belah berdinding tebal ke dalam bersamaan dengan pengukuran jumlah pukulan, memasukkan tabung belah yang dijatuhkan sedalam 300 mm secara vertikal. Cara ini dilakukan dengan cara memukul tabung standar ke dalam lubang yang telah dibor 450 mm, kemudian menjatuhkan palu seberat 63,5 kg dari ketinggian 760 mm. Palu tersebut dijatuhkan berulang-ulang hingga didapatkan jumlah pukulan. Jumlah pukulan yang dihitung adalah saat melakukan penetrasi tanah sedalam 150 mm. Sedangkan jumlah pukulan yang dipakai adalah penetrasi tanah pada 300 mm terakhir. Saat melaksanakan pengeboran, mata bor akan dilepas bila telah mencapai tanah yang akan diuji, kemudian mata bor tersebut diganti dengan alat bernama *standard split barrel sampler* atau yang disebut tabung belah standar.

2.3 Fondasi

Fondasi yaitu suatu bagian paling dasar dari konstruksi sebuah bangunan. Fondasi berfungsi untuk meneruskan beban dari bagian atas struktur ke lapisan paling bawah. Fondasi bangunan sangat penting, karena berfungsi sebagai penopang beban bangunan. Fondasi bangunan menjadi unsur penting untuk menghasilkan bangunan yang kuat dan kokoh.

Fondasi adalah struktur bagian paling bawah dari suatu konstruksi (gedung, jembatan, jalan raya, tanggul, menara, terowongan, dinding penahan tanah dan lain-lain) yang mempunyai fungsi menyalurkan beban vertikal di atasnya (kolom) maupun beban horizontal ke tanah.

Perencanaan dalam pemilihan fondasi suatu bangunan ditentukan berdasarkan jenis tanah, kekuatan dan daya dukung tanah dan beban bangunan itu sendiri. Pada tanah yang memiliki daya dukung baik, maka fondasinya juga membutuhkan konstruksi yang sederhana. Jika tanahnya tidak stabil dan memiliki daya dukung yang buruk, maka penentuan fondasinya juga harus lebih teliti.

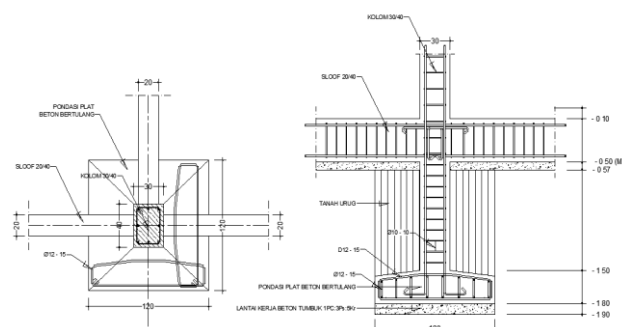
Fondasi harus diperhitungkan untuk dapat menjamin kestabilan bangunan terhadap berat sendiri, beban-beban bangunan, gaya-gaya luar seperti tekanan angin, gempa bumi dan lain-lain. Di samping itu, tidak boleh terjadi penurunan melebihi batas yang diizinkan. Agar kegagalan fungsi fondasi dapat dihindari, maka fondasi bangunan harus diletakkan pada lapisan tanah yang cukup keras, padat dan kuat mendukung beban bangunan tanpa menimbulkan penurunan yang berlebihan.

2.3.1 Fondasi dangkal (*shallow foundation*)

Fondasi dangkal adalah fondasi yang memindahkan beban secara langsung ke lapisan tanah. Dikatakan fondasi dangkal bila kedalaman fondasi dari muka tanah kurang atau sama dengan lebar fondasi ($D \leq B$). Fondasi dangkal digunakan untuk bangunan yang tidak terlalu tinggi serta mempunyai keadaan tanah yang keras untuk menahan beban bangunan yang akan ditopangnya. Penggunaan fondasi dangkal juga dipengaruhi oleh keadaan struktur tanah, tanah yang lembek serta tanah yang mempunyai daya dukung yang rendah tidak cocok digunakan untuk jenis fondasi dangkal. Berdasarkan bentuk konstruksinya fondasi dangkal dibedakan menjadi 3 (tiga) macam yaitu sebagai berikut:

1. Fondasi telapak/*footplat*.

Fondasi telapak adalah jenis fondasi yang terbuat dari bahan beton bertulang yang memiliki ciri khas bentuk layaknya telapak kaki. Ukuran fondasi telapak yang lebih besar dibagian bawah digunakan untuk meneruskan beban bangunan hingga ke dalam tanah dengan baik. Fondasi telapak/*footplat* sering digunakan untuk bangunan bertingkat karena dinilai lebih stabil dan mampu menahan berat.



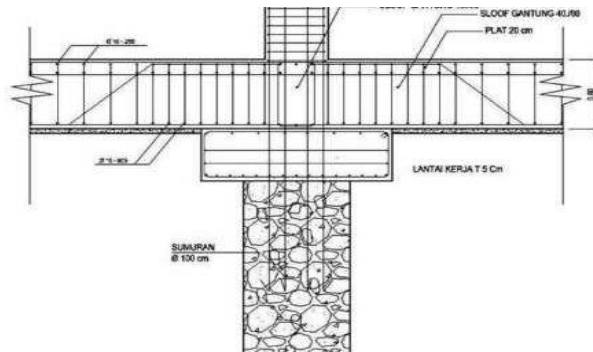
Gambar 2.1 Fondasi Telapak/*Footplat*

Sumber: Hardiyatmo H.C., 2010

2. Fondasi menerus.

Fondasi menerus adalah fondasi yang digunakan untuk mendukung beban memanjang atau beban garis, baik untuk mendukung beban dinding maupun beban kolom dimana penempatan kolom dalam jarak dekat. Fondasi

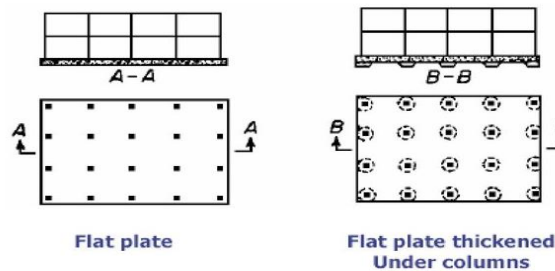
menerus dapat dibuat dalam bentuk memanjang dengan potongan trapesium atau persegi.



Gambar 2.2 Fondasi Menerus
Sumber: Hardiyatmo H.C., 2010

3. Fondasi rakit/*raft*.

Fondasi rakit adalah salah satu jenis fondasi yang dibuat dari plat beton bertulang dengan bentuknya yang mirip rakit. Fondasi rakit atau *raft* merupakan fondasi yang umumnya digunakan untuk memberikan dukungan ekstra pada sebuah struktur dengan beban yang ringan dan pada jenis tanah yang lunak.



Gambar 2.3 Fondasi Rakit/*Raft*
Sumber: Hardiyatmo H.C., 2010

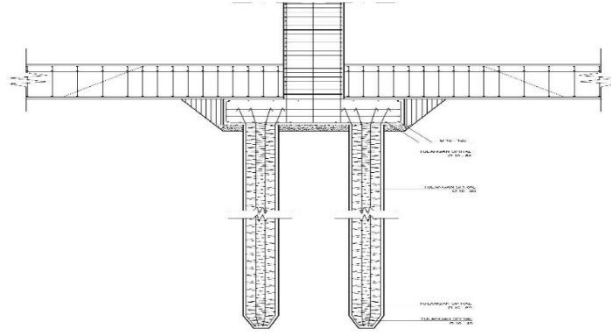
2.3.2 Fondasi dalam (*deep foundation*)

Fondasi dalam didefinisikan sebagai fondasi yang meneruskan beban struktur ke lapisan tanah dasar atau tanah keras yang terletak relatif jauh dari permukaan. Dikatakan fondasi dalam jika kedalaman suatu fondasi dari muka tanah adalah lebih dari lima kali lebar fondasi ($D > 5B$). Fondasi dalam digunakan apabila tanah dasar sebagai tempat perletakan fondasi tidak mempunyai daya dukung yang cukup untuk menahan beban yang bekerja di atas, atau apabila tanah dasar tersebut letaknya relatif jauh ke dalam. Fondasi dalam dibedakan menjadi 2 (dua) jenis yaitu sebagai berikut:

1. Fondasi tiang pancang (*pile foundation*).

Fondasi tiang pancang, digunakan bila tanah fondasi pada kedalaman yang normal dan tidak mampu mendukung beban struktur atas dan tanah

kerasnya terletak pada kedalaman yang sangat dalam. Fondasi tiang pancang umumnya digunakan apabila struktur tanah yang akan dibangun mempunyai kemungkinan untuk bergeser atau labil. Selain itu juga fondasi jenis ini biasa digunakan apabila terdapat sebuah drainase di bawah tanah.

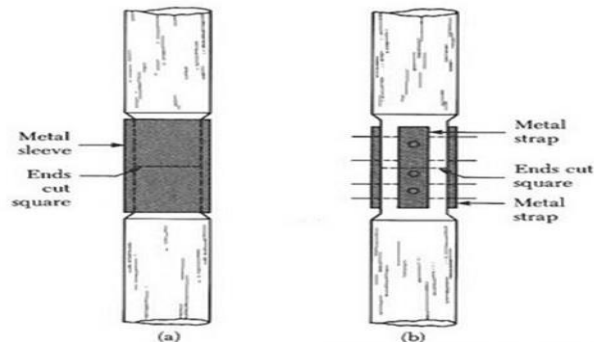


Gambar 2.4 Fondasi Tiang Pancang
Sumber: Hardiyatmo H.C., 2010

Berdasarkan material yang digunakan, fondasi tiang pancang dibedakan menjadi 3 (tiga) jenis yaitu sebagai berikut:

a. Fondasi tiang pancang kayu (*timber pile*)

Fondasi tiang pancang kayu biasanya digunakan sebagai penyangga rumah-rumah panggung. Selain itu fondasi tiang pancang kayu umumnya digunakan untuk rumah-rumah nelayan yang berada di pesisir laut atau sungai. Jenis kayu yang digunakan yaitu yang bersifat keras dan tahan terhadap pelapukan tanah, sehingga tidak rusak pada saat pemancangan dan dapat digunakan dalam jangka waktu yang lama.

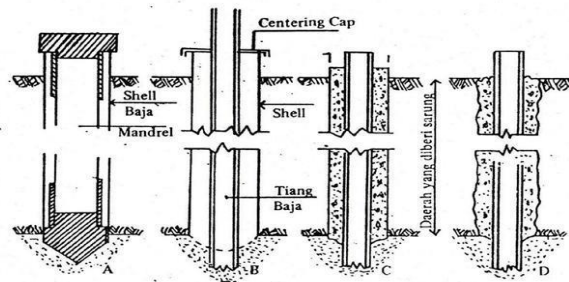


Gambar 2.5 Fondasi Tiang Pancang Kayu
Sumber: Hardiyatmo H.C., 2010

b. Fondasi tiang pancang baja (*steel pile*)

Tiang pancang baja termasuk tiang pancang dengan bahan yang dibuat dari baja profil. Tiang pancang baja mudah penangannya dan dapat mendukung beban pukulan yang besar ketika dipancang pada lapisan keras. Pemakaian tiang pancang baja berguna untuk tiang pancang panjang dengan nilai tahanan ujung besar. Tingkat ketahanan terhadap perkaratan tiang pancang berbeda-beda terhadap *texture* (susunan butir)

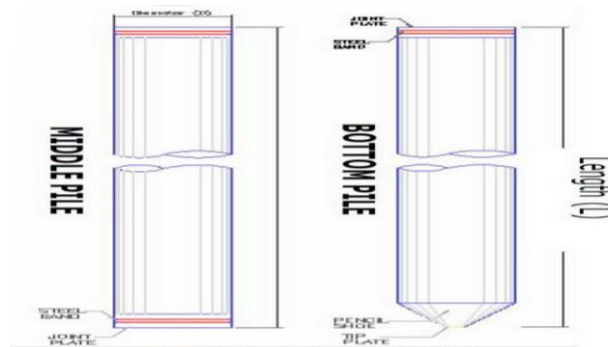
dari komposisi tanah, panjang tiang dalam tanah dan kelembaban tanah (*moisture content*).



Gambar 2.6 Fondasi Tiang Pancang Baja
Sumber: Hardiyatmo H.C., 2010

c. Fondasi tiang pancang beton (*concrete pile*)

Fondasi tiang pancang beton dibagi ke dalam dua kategori dasar yaitu tiang pracetak (*precast piles*) dan tiang dicor ditempat (*cast-in-situ piles*). Tiang pracetak dapat dibuat dengan menggunakan beton bertulang biasa, yang penampangnya bisa jadi bujursangkar atau segidelapan (*octagonal*). Penulangan diperlukan untuk memungkinkan tiang mampu melawan momen lentur ketika pengangkatan, beban vertikal dan momen lentur yang diakibatkan oleh beban lateral. Tiang dicetak dengan panjang yang diinginkan dan dirawat sampai sebelum dibawa ke tempat pemancangan.

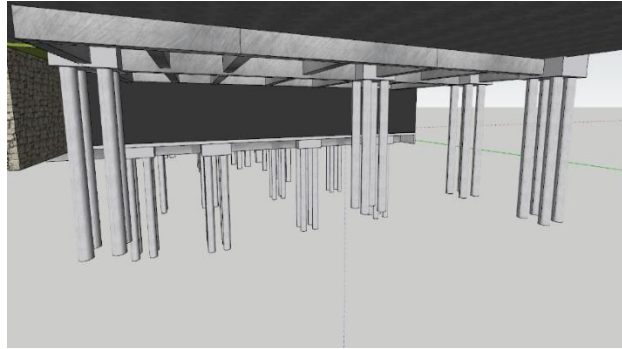


Gambar 2.7 Fondasi Tiang Pancang Beton
Sumber: Hardiyatmo H.C., 2010

2. Fondasi *bored pile* (tiang bor).

Fondasi *bored pile* merupakan sebuah fondasi dalam yang berbentuk layaknya tabung panjang dan ditancapkan ke dalam tanah. Fondasi *bored pile* ini difungsikan untuk mengalirkan beban berat konstruksi ke dalam lapisan tanah yang lebih keras. Fondasi *bored pile* ini digunakan jika struktur permukaan tanah tidak kuat untuk menahan keseluruhan beban bangunan yang akan didirikan. Metode pengeboran yang dipakai untuk menancapkan fondasi ini menggunakan metode pengeboran berulang dengan tingkat

getaran yang rendah. Biasanya fondasi ini digunakan untuk bangunan bertingkat ataupun menjaga kestabilan bangunan di daerah lereng. Dibandingkan dengan fondasi lainnya, fondasi *bored pile* cukup memungkinkan untuk menopang beban yang lebih berat dengan karakteristik yang dimiliki terlebih lagi jika proyek bangunan berada di area dengan kondisi tanah lempung atau mengandung air.

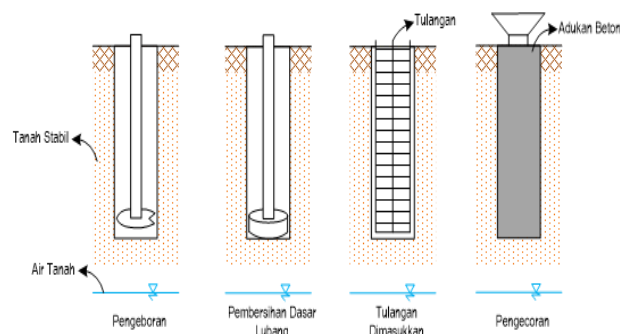


Gambar 2.8 Fondasi *Bored Pile*
Sumber: Data Umum Proyek, 2022

Metode pelaksanaan fondasi *bored pile* ada 3 (tiga) macam, yaitu sebagai berikut:

a. Metode kering

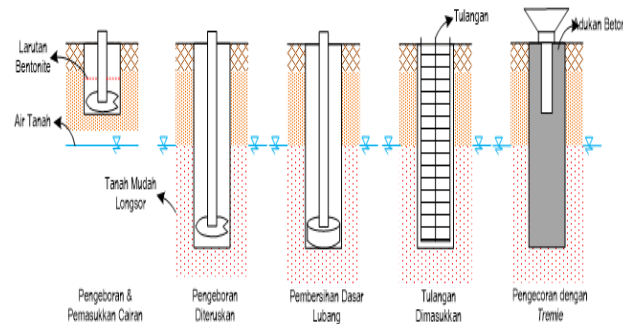
Metode kering cocok digunakan pada jenis tanah kohesif dan pada tanah di atas muka air tanah yang ketika di bor dinding lubangnya tidak longsor, seperti lempung kaku homogen. Metode kering dapat dilakukan pada tanah di bawah muka air tanah jika tanahnya mempunyai permeabilitas rendah, sehingga ketika dilakukan pengeboran air tidak masuk ke dalam lubang bor saat lubang masih terbuka. Pekerjaan fondasi *bored pile* menggunakan metode kering yang pertama kali dilakukan adalah membuat lubang/sumuran menggunakan mesin bor tanpa pipa pelindung/*casing*. Dasar lubang bor yang kotor oleh rontokan tanah dibersihkan, tulangan yang telah dirangkai dimasukkan ke dalam lubang bor kemudian dicor.



Gambar 2.9 Tahapan Pelaksanaan Fondasi *Bored Pile* Metode Kering
Sumber: Fleming, Weeltman, Randolph dan Elson, 2009

b. Metode basah

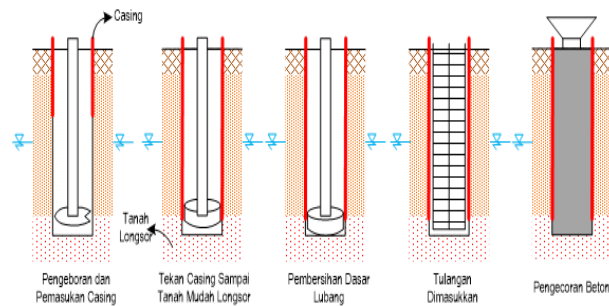
Metode basah umumnya dilakukan bila pengeboran melewati muka air tanah, sehingga lubang bor selalu longsor bila dindingnya tidak ditahan. Agar lubang tidak longsor di dalam lubang bor diisi dengan larutan tanah lempung atau larutan *bentonite* sehingga pengeboran dilakukan dalam larutan. Jika kedalaman yang diinginkan telah tercapai, lubang bor dibersihkan dan tulangan yang telah dirangkai dimasukkan ke dalam lubang bor yang masih berisi cairan *bentonite*. Adukan beton dimasukkan ke dalam lubang bor dengan pipa *tremie*. Larutan polimer akan terangkat ke atas oleh adukan beton, larutan yang keluar dari lubang bor ditampung dan dapat digunakan lagi untuk pengeboran di lokasi selanjutnya.



Gambar 2.10 Tahapan Pelaksanaan Fondasi *Bored Pile* Metode Basah
Sumber: Fleming, Weltman, Randolph dan Elson, 2009

c. Metode *casing*

Metode *casing* digunakan jika lubang bor sangat mudah longsor, misalnya tanah di lokasi adalah pasir bersih di bawah muka air. Untuk menahan agar lubang bor tidak longsor digunakan pipa selubung baja (*casing*). Pemasangan pipa selubung ke dalam lubang bor dilakukan dengan cara memancang, menggetarkan atau menekan pipa baja sampai kedalaman yang ditentukan. Tanah di dalam pipa selubung dikeluarkan saat penggalian atau setelah pipa selubung sampai kedalaman yang diinginkan, kemudian lubang bor dibersihkan setelah itu tulangan yang telah dirangkai dimasukkan ke dalam pipa selubung. Adukan beton dimasukkan ke dalam lubang, bila pembuatan lubang menggunakan larutan maka untuk pengecoran digunakan pipa *tremie*.



Gambar 2.11 Tahapan Pelaksanaan Fondasi *Bored Pile* Metode *Casing*
 Sumber: Fleming, Weltman, Randolph dan Elson, 2009

Ada beberapa keuntungan dalam pemakaian fondasi *bored pile*, yaitu sebagai berikut:

- Cocok dan aman digunakan pada kawasan yang sempit dan padat bangunan.
- Tidak menimbulkan getaran yang terlalu keras sehingga tidak mengganggu bangunan di sekitarnya.
- Diameter dan kedalaman tiang cukup bervariasi sesuai dengan jenis yang digunakan.
- Tidak menimbulkan pergeseran tiang ataupun gelombang pada tanah saat proses pengeboran.
- Fondasi *bored pile* dapat didirikan sebelum penyelesaian tahapan selanjutnya dan mempunyai ketahanan yang tinggi terhadap beban lateral.
- Permukaan di atas dasar *bored pile* didirikan dapat diperiksa secara langsung.
- Pada bagian dasar fondasi dapat dibuat lebih lebar untuk meningkatkan ketahanannya.

Ada beberapa kekurangan dalam pemakaian fondasi *bored pile*, yaitu sebagai berikut:

- Proses pengeboran sangat tergantung cuaca, keadaan cuaca yang kurang mendukung dapat mempersulit pengeboran dan pengecoran.
- Kepadatan tanah pada saat pengeboran akan mengalami penurunan.
- Pada tanah dengan komposisi pasir tinggi, tidak bisa dibuat pembesaran ujung fondasi.
- Bisa menimbulkan longsor jika proses pemasangan tidak menggunakan *casing*.
- Saat lubang bor dimasukkan air, maka kondisi tanah akan terganggu sehingga mengurangi kekuatan tanah dalam menahan tiang.

- f. Rentan terkena timbunan lumpur pada dasar lubang yang berakibat kedalamannya tidak maksimal.

2.4 Kapasitas Daya Dukung Izin Tiang

Kapasitas nilai daya dukung izin tiang didasarkan pada karakteristik tanah dasar dan dipertimbangkan terhadap kriteria penurunan dan stabilitas yang diisyaratkan, termasuk faktor aman terhadap keruntuhan. Secara umum analisis daya dukung izin ditentukan dari daya dukung ultimit dibagi faktor aman yang sesuai dan dilakukan dengan cara pendekatan empiris untuk memudahkan perhitungan.

$$q_a = \frac{q_{ult}}{SF} \quad (2.1)$$

Dimana:

q_a = Daya dukung izin (kN).

q_{ult} = Daya dukung ultimit (kN).

SF = Faktor keamanan (SF=3).

2.5 Kapasitas Daya Dukung Ultimit Tiang

Kapasitas atau daya dukung tanah ($q_u = q_{ult} = \text{ultimate bearing capacity}$) adalah tekanan maksimum yang dapat diterima oleh tanah akibat beban yang bekerja tanpa menimbulkan kelongsoran geser pada tanah pendukung tepat di bawah dan sekeliling fondasi. Dalam analisis daya dukung tanah, yang dipelajari adalah kemampuan tanah dalam mendukung beban fondasi yang bekerja di atasnya. Kapasitas daya dukung ultimit tiang (Q_u), adalah jumlah dari daya dukung ujung tiang (Q_p) dan daya dukung selimut tiang (Q_s) antara sisi tiang dan tanah di sekitarnya. Bila dinyatakan dalam persamaan dapat dirumuskan seperti di bawah ini:

$$Q_{ult} = Q_p + Q_s \quad (2.2)$$

Dimana:

Q_{ult} = Kapasitas daya dukung ultimit tiang (kN).

Q_p = Daya dukung ujung tiang (kN).

Q_s = Daya dukung selimut tiang (kN).

2.6 Analisis Daya Dukung Bored Pile dari Hasil Standard Penetration Test (SPT)

Metode statis yang digunakan untuk menghitung daya dukung fondasi menggunakan data *Standard Penetration Test* (SPT) dengan karakteristik tanah yang ada pada lokasi pekerjaan konstruksi memiliki jenis tanah lempung berbatu, maka metode statis yang digunakan untuk menganalisis daya dukung fondasi adalah sebagai berikut:

1. Metode Reese dan Wright (1977)

Kapasitas daya dukung fondasi *bored pile* metode Reese dan Wright (1977) dihitung berdasarkan daya dukung ujung tiang (Q_p) dan daya dukung selimut tiang (Q_s).

a. Daya dukung ujung tiang (Q_p)

Daya dukung ujung tiang untuk tanah non kohesif dapat dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$Q_p = 7 \times N_p \times A_p \quad (2.3)$$

Dimana:

Q_p = Daya dukung ujung tiang (kN).

N_p = Rata-rata NSPT dari 10D sampai 4D (kN/m²)

A_p = Luas penampang tiang (m²).

Daya dukung ujung tiang untuk tanah kohesif dapat dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$Q_p = 9 \times C_u \times A_p \quad (2.4)$$

$$C_u = N \times \frac{2}{3} \times 10 \quad (2.5)$$

Dimana:

Q_p = Daya dukung ujung tiang (kN).

C_u = Kohesi tanah (kN/m²).

A_p = Luas penampang (m²).

N = Nilai NSPT pada elevasi dasar tiang.

b. Daya dukung selimut tiang (Q_s)

Daya dukung selimut tiang untuk tanah non kohesif dapat dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$Q_s = 0,2 \times N_s \times P \times Li \quad (2.6)$$

Daya dukung selimut tiang untuk tanah kohesif dapat dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$Q_s = \alpha \times C_u \times P \times Li \quad (2.7)$$

Dimana:

Q_s = Daya dukung selimut tiang (kN).

α = Faktor adhesi, berdasarkan penelitian Reese dan Wright $\alpha = 0,55$.

C_u = Kohesi tanah (kN/m²).

P = Keliling tiang (m).

Li = Kedalaman lapisan tanah yang ditinjau (m).

N_s = Rata-rata NSPT sepanjang tiang tertanam (kN/m²).

2. Metode Luciano Decourt (1982)

Kapasitas daya dukung fondasi *bored pile* metode Luciano Decourt (1982) dihitung berdasarkan daya dukung ujung tiang (Q_p) dan daya dukung selimut tiang (Q_s).

a. Daya dukung ujung tiang (Q_p)

Daya dukung ujung tiang fondasi dapat dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$Q_p = \alpha \times A_p \times N_p \times K \quad (2.8)$$

Dimana:

Q_p = Daya dukung ujung tiang (kN).

- α = Koefisien dasar tiang.
 A_p = Luas penampang ujung tiang (m^2).
 $N_p = \frac{N_{p1} + N_{p2}}{2}$
 N_1 = Nilai rata-rata (NSPT) 4D di bawah ujung tiang.
 N_2 = Nilai rata-rata (NSPT) 4D di atas ujung tiang.
 K = Koefisien yang tergantung dari jenis tanah (kN/m^2).

Tabel 2.1 Nilai Koefisien Tanah (Decourt. L, 1987)

Jenis tanah	K (kN/m^2)
Lempung	12
Lanau lempung	20
Lanau berpasir	25
Pasir	40

(Sumber: Wardani, M. K dan Riza, A, 2016)

Tabel 2.2 Koefisien Dasar Tiang α (Decourt & Quaresma, 1978)

Soil/Pile	Driven Pile	Bored Pile	Bored Pile (Bentonite)	Cotinaous Hollow Anger	Root Piles	Injected Piles (High Pressure)
Clay	1,00	0,85	0,85	0,30	0,85	1,00
Intermediate Soils	1,00	0,60	0,60	0,30	0,60	1,00
Sands	1,00	0,50	0,50	0,30	0,50	1,00

(Sumber: Wardani, M. K dan Riza, A, 2016)

b. Daya dukung selimut tiang (Q_s)

Daya dukung selimut tiang fondasi dapat dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$Q_s = \beta \times A_s \times \left(\frac{N_s}{3} + 1 \right) \quad (2.9)$$

Dimana:

- Q_s = Daya dukung selimut tiang (kN).
 β = Koefisien selimut tiang.
 A_s = Luas selimut tiang (m^2). ($\pi \times D \times h$)
 N_s = Nilai NSPT rata-rata sepanjang tiang tertanam (kN/m^2).

Tabel 2.3 Koefisien Selimut Tiang β (Decourt & Quaresma, 1978)

Soil/Pile	Driven Pile	Bored Pile	Bored Pile (Bentonite)	Cotinaous Hollow Anger	Root Piles	Injected Piles (High Pressure)
Clay	1,00	0,50	0,90	1,00	1,50	3,00
Intermediate Soils	1,00	0,65	0,75	1,00	1,50	3,00
Sands	1,00	0,50	0,65	1,00	1,50	3,00

(Sumber: Wardani, M. K dan Riza, A, 2016)

3. Metode Meyerhoff (1956)

Kapasitas daya dukung fondasi *bored pile* metode Meyerhoff (1956) dihitung berdasarkan daya dukung ujung tiang (Q_p) dan daya dukung selimut tiang (Q_s).

a. Daya dukung ujung tiang (Q_p)

Daya dukung ujung tiang untuk tanah non kohesif dapat dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$Q_p = 4 \times A_p \times N_p \quad (2.10)$$

Dimana:

- Q_p = Daya dukung ujung tiang (kN).
 A_p = Luas penampang (m^2).

N_p = Rata-rata NSPT dari 8D sampai 4D (kN/m^2).

Daya dukung ujung tiang untuk tanah kohesif dapat dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$Q_p = 9 \times C_u \times A_p \quad (2.11)$$

$$C_u = 6 \times N \quad (2.12)$$

Dimana:

Q_p = Daya dukung ujung tiang (kN).

C_u = Kohesi tanah (kN/m^2).

A_p = Luas penampang (m^2).

N_p = Nilai NSPT pada elevasi dasar tiang.

b. Daya dukung selimut tiang (Q_s)

Daya dukung selimut tiang untuk tanah non kohesif dapat dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$Q_s = 0,2 \times N_s \times A_s \quad (2.13)$$

Daya dukung selimut tiang untuk tanah kohesif dapat dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$Q_s = 0,5 \times N_s \times A_s \quad (2.14)$$

Dimana:

Q_s = Daya dukung selimut tiang (kN).

A_s = Luas selimut tiang (m^2). ($\pi \times D \times h$)

N_s = Rata-rata NSPT sepanjang tiang tertanam (kN/m^2).

4. Metode Tomlinson (1977)

Kapasitas daya dukung fondasi *bored pile* metode Tomlinson (1977) dihitung berdasarkan daya dukung ujung tiang (Q_p) dan daya dukung selimut tiang (Q_s).

a. Daya dukung ujung tiang (Q_p)

Daya dukung ujung tiang fondasi dapat dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$Q_p = A_p \times N_p \times c \quad (2.15)$$

Dimana:

Q_p = Daya dukung ujung tiang (kN).

A_p = Luas penampang ujung tiang (m^2).

N_p = Nilai NSPT rata-rata.

b. Daya dukung selimut tiang (Q_s)

Daya dukung selimut tiang fondasi dapat dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$Q_s = C_u \times \alpha \times \pi \times D \times L \quad (2.16)$$

Dimana:

Q_s = Daya dukung selimut tiang (kN).

C_u = Kohesi tanah (kN/m^2).

α = Faktor adhesi.

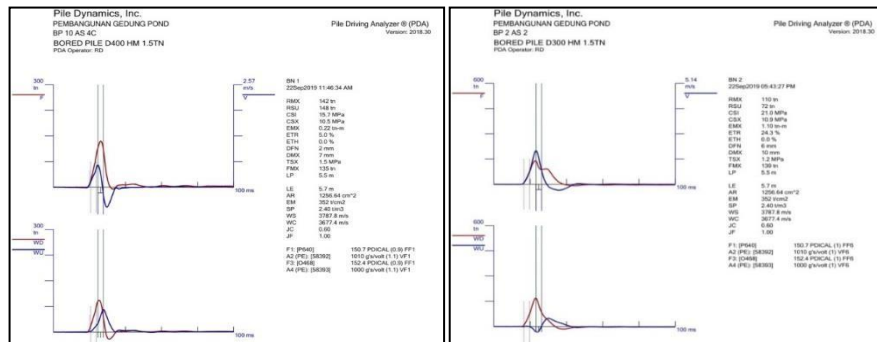
D = Diameter penampang tiang (m^2).

L = Kedalaman lapisan tanah (m^2).

2.7 Pengujian *Pile Driving Analyzer* (PDA)

Pile Driving Analyzer (PDA) merupakan pengujian dinamis dengan menggunakan metode analisis gelombang dan disebut dengan *re-strike test* dengan metode pemukulan ulang pada fondasi yang diuji. Analisis data *Pile Driving Analyzer* (PDA) dilakukan meliputi pengukuran data kecepatan (*velocity*) dan gaya (*force*) selama pengujian dan perhitungan variabel dinamik secara *real time* untuk mendapatkan gambaran daya dukung tiang tunggal.

Sistem tes *Pile Driving Analyzer* (PDA) ini menggunakan data digital komputer yang diperoleh dari *strain transducer* dan *accelerometer* untuk memperoleh kurva gaya dan kecepatan ketika tiang dipukul menggunakan palu/*hammer*. Pada pengujian fondasi menggunakan metode dinamis dilakukan dengan menempatkan 2 (dua) pasang sensor secara berlawanan. Satu pasang sensor terdiri dari pengukur regangan (*strain transducer*) dan pengukur percepatan (*accelerometer*) yang dipasang di bawah kepala tiang minimum jarak dari kepala tiang ke *strain transducer* 1,5D-2D sehingga ada jarak bebas pada saat tumbukan. Pengujian dengan metode *Pile Driving Analyzer* (PDA) dilaksanakan setelah tiang mempunyai kekuatan yang cukup untuk menahan tumbukan palu/*hammer* atau umur tiang telah mencapai 28 hari.



Gambar 2.12 Contoh Grafik Hasil Pengujian *Pile Driving Analyzer* (PDA)
Sumber: M. Gunawan., 2014

Berat *hammer* (W) yang digunakan untuk pengujian *Pile Driving Analyzer* (PDA) tergantung kapasitas ultimit tiang (Q_u) dengan ketinggian jatuhnya antara 0,25 m-1,5 m yaitu sebagai berikut:

1. $W/Q = 1\%$ untuk jenis tanah kohesif kaku atau bebatuan.
2. $W/Q = 1,5\%$ untuk jenis tiang friksi pada umumnya.
3. $W/Q = 2\%$ untuk fondasi tiang bor dengan jenis tanah daya dukung ujung fondasi tanah berbutir kasar (*grained coarse soils*).

Sebelum melaksanakan tes *Pile Driving Analyzer* (PDA), ada beberapa data atau informasi yang harus diberikan kepada pelaksana uji *Pile Driving Analyzer* (PDA), yaitu:

1. Nomor identifikasi fondasi tiang.

2. Tanggal pemancangan.
3. Bentuk dan dimensi penampang tiang.
4. Panjang tiang total.
5. Panjang tertanam tiang.
6. Konfigurasi sambungan (jika ada).
7. Data *hammer* yang digunakan untuk pelaksanaan pemancangan dan tes *Pile Driving Analyzer* (PDA) (*re-strike*).

Penghentian *re-strike* dan perekaman data dilakukan setelah *hammer* telah memberikan energi transfer maksimum yang mampu dilakukan dalam 10 pukulan. Hasil pengujian daya dukung tiang harus 200% dari beban rencana (*design load*). Data dan parameter pengujian tes *Pile Driving Analyzer* (PDA) ini dapat dilihat pada **Tabel 2.4** berikut:

Tabel 2.4 Parameter pada Tes *Pile Driving Analyzer* (PDA)

Kode	Keterangan
BN	Pukulan
RMX	Daya dukung tiang (ton)
FMX	Gaya tekan maksimum (ton)
CTN	Gaya tarik maksimum (ton)
EMX	Energi maksimum yang ditransfer (tonm)
DMX	Penurunan maksimum (mm)
DFN	Penurunan permanen (mm)
STK	Tinggi jatuh palu (m)
BPM	Pukulan per menit
BTA	Nilai keutuhan tiang (%)
LE	Panjang tiang di bawah instrumen (m)
LP	Panjang tiang tertanam (m)
AR	Luas penampang tiang (m ²)

(Sumber: Lauw Tjun Nji)

2.8 Pembebanan

Pada sistem struktur terdapat sejumlah gaya yang akan membebani sistem struktur tersebut. Beban dapat berasal dari struktur itu sendiri, beban yang terjadi akibat penggunaan maupun yang terjadi diakibatkan kejadian alami seperti beban angin dan beban gempa. Secara umum, struktur bangunan dikatakan aman dan stabil apabila mampu menahan beban-beban yang bekerja pada bangunan tersebut. Beban yang akan didefinisikan bekerja pada struktur mencakup beban mati (*dead load*), beban hidup (*live load*), beban angin (*wind load*) dan beban gempa.

2.8.1 Beban mati (*dead load*)

Beban mati dibedakan menjadi beban mati sendiri struktur dan beban mati tambahan. Beban mati sendiri struktur adalah berat seluruh komponen struktural bangunan yang terdiri dari kolom dan balok, sedangkan beban mati tambahan adalah berat komponen non struktural yang terdapat pada struktur bangunan seperti dinding dan plat. Dalam menentukan beban mati untuk

perancangan, harus digunakan berat bahan dan konstruksi yang sebenarnya, dengan ketentuan bahwa jika tidak ada informasi yang jelas, nilai yang harus digunakan adalah nilai yang disetujui oleh pihak yang berwenang.

2.8.2 Beban hidup (*live load*)

Beban hidup diakibatkan oleh pengguna dan penghuni bangunan gedung atau struktur lain yang tidak termasuk beban konstruksi dan beban lingkungan, seperti beban angin, beban gempa atau beban mati. Beban hidup selalu berubah-ubah dan sulit diperkirakan. Perubahan tersebut terjadi sepanjang waktu, baik untuk jangka pendek maupun jangka panjang. Beban hidup yang digunakan dalam perancangan bangunan gedung dan struktur lain harus merupakan beban maksimum yang diharapkan terjadi akibat penghunian dan penggunaan bangunan gedung, akan tetapi tidak boleh kurang dari beban merata minimum yang telah ditetapkan.

2.8.3 Beban angin (*wind load*)

Beban angin adalah semua beban yang bekerja pada gedung atau bagian gedung yang disebabkan oleh selisih dalam tekanan udara. Beban angin ditentukan dengan menganggap adanya tekanan positif (angin tekan) dan tekanan negatif (angin hisap) yang bekerja tegak lurus pada bidang-bidang yang ditinjau. Persyaratan umum kriteria penentuan beban angin meliputi:

1. Beban angin desain yang dipengaruhi oleh kecepatan angin dasar (V) dalam perancangan struktur gedung.
2. Kategori eksposur yang dipengaruhi oleh kekasaran permukaan tanah berdasarkan topografi alam, vegetasi dan fasilitas dibangun.
3. Faktor arah angin (K_d) yang dipengaruhi oleh tipe struktur gedung yang akan dibangun.
4. Faktor topografi (K_{zt}) yang dipengaruhi oleh perbedaan tinggi topografi.
5. Efek tiupan angin halmana jika suatu gedung yang dibangun adalah kaku, maka boleh diambil sebesar 0,85.
6. Faktor elevasi permukaan tanah (K_z) yang dipengaruhi oleh tinggi gedung di atas level tanah. Faktor elevasi permukaan tanah dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$K_z = 2,01 \left(\frac{z}{z_g} \right)^{2/a} \quad (2.17)$$

Dimana:

K_z = Faktor elevasi permukaan tanah.

z = Ketinggian gedung (m).

z_g = Tinggi lapisan batas atmosfer (m).

7. Tekanan velositas (q_z) dievaluasi pada ketinggian z . tekanan velositas dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$q_z = 0,613 \times K_z \times K_{zt} \times K_d \times (V^2) \quad (2.18)$$

Dimana:

q_z = Tekanan velositas (kN/m^2).

K_z = Faktor elevasi permukaan tanah.

K_{zt} = Faktor topografi.

K_d = Faktor arah angin.

V = Kecepatan angin dasar (m/s).

8. Tekanan angin P desak dan P hisap dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$P \text{ desak} = G \times q_z \times C_{pf} \quad (2.19)$$

Dimana:

$P \text{ desak}$ = Tekanan angin desak (kN/m^2).

G = Faktor pengaruh tiupan angin.

q_z = Tekanan velositas (kN/m^2).

C_{pf} = Koefisien tekanan eksternal.

$$P \text{ hisap} = G \times q_z \times C_{pi} \quad (2.20)$$

Dimana:

$P \text{ desak}$ = Tekanan angin desak (kN/m^2).

G = Faktor pengaruh tiupan angin.

q_z = Tekanan velositas (kN/m^2).

C_{pi} = Koefisien tekanan internal.

2.8.4 Beban gempa

Beban gempa yaitu beban yang bekerja pada suatu struktur akibat dari pergerakan tanah yang disebabkan karena adanya gempa bumi, baik itu gempa tektonik maupun gempa vulkanik yang mempengaruhi struktur tersebut. Gempa mengakibatkan beban pada struktur karena interaksi tanah dengan struktur dan karakteristik *respons spectrum*. Untuk menghitung dan menganalisis struktur terhadap beban gempa atau *respons spectrum* yang terjadi, harus disesuaikan dengan data yang berlaku, yaitu mengacu pada Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Nongedung (SNI 1726:2019). Analisis struktur terhadap beban gempa pada gedung dilakukan dengan metode analisis *respons spectrum* yang berlaku.

2.9 Kombinasi Pembebanan

Komponen elemen struktur atas maupun bawah harus didesain hingga kuat rencana atau bahkan melebihi dari pembebanan terfaktor dengan kombinasi-kombinasi yang sesuai, adapun jenis beban yang dipakai yaitu beban mati (*dead load*), beban hidup (*live load*), beban angin (*wind load*) dan beban gempa. Adapun kombinasi beban yang digunakan meliputi:

1. $1,4DL$
2. $1,2DL + 1,6LL + 0,5 (L_r \text{ atau } S \text{ atau } R)$
3. $1,2DL + 1,6 (L_r \text{ atau } S \text{ atau } R) + (L \text{ atau } 0,5W)$
4. $1,2DL + 1,0W + L + 0,5 (L_r \text{ atau } S \text{ atau } R)$
5. $1,2DL + 1,0E + L + 0,2S$
6. $0,9DL + 1,0W$

7. $0,9DL + 1,0E$

2.10 Analisis Pembebanan Menggunakan Etabs V18

Etabs merupakan salah satu program yang dimanfaatkan oleh *engineer* untuk melakukan analisis, merancang maupun memodelkan struktur gedung. Penggunaan program Etabs memiliki *interface* yang menarik dan memiliki *tools* yang mudah dipakai. Pemakaian Etabs dianggap relevan untuk mendesain struktur bangunan gedung bertingkat atau *high rise building* dengan perhitungan beban struktur maupun beban lainnya.

Analisis pembebanan pada pembangunan gedung *Meeting, Incentive, Convention and Exhibition* (MICE) dihitung menggunakan *software* Etabs V18 dimana hasil pembebanan pada *software* Etabs V18 digunakan untuk perhitungan daya dukung fondasi. Perhitungan beban struktur menggunakan *software* Etabs V18 sesuai dengan peraturan SNI 1727:2020 tentang beban desain minimum dan kriteria terkait untuk bangunan gedung dan struktur lain. Perhitungan beban gempa menggunakan *software* Etabs V18 sesuai dengan peraturan SNI 1726:2019 tentang cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan nongedung.

2.11 Penelitian Terdahulu

Penelitian ini mengacu pada beberapa penelitian sebelumnya yaitu mengenai analisa daya dukung fondasi *bored pile*. Namun meskipun dalam tema yang sama dengan penelitian-penelitian seperti yang tertera, penelitian ini terdapat perbedaan yaitu pada metode perhitungan daya dukung yang digunakan, lingkungan penelitian atau lokasi penelitian, jenis tanah dan lain sebagainya.

Tabel 2.5 Penelitian Terdahulu

No	Peneliti	Judul Penelitian	Metode Penelitian	Tujuan Penelitian	Hasil Penelitian
1.	Wardani, Mk, Dkk.	Analisis Kapasitas Daya Dukung Tiang pancang Berdasarkan Metode Statis, Metode Dinamis dan Kekuatan Bahan Berdasarkan Data N-SPT	1. Metode Meyerhoff. 2. Metode Luciano Decourt. 3. Metode Hiley. 4. Metode Modified ENR.	Membandingkan metode statis dan metode dinamis.	Perhitungan daya dukung secara statis dengan metode Luciano Decourt mendapatkan kapasitas daya dukung sebesar 134,71 ton, sedangkan daya dukung secara dinamis dengan metode ENR sebesar 97,068 ton. Dari analisis kekuatan beban diperoleh kekuatan sebesar 103,62 ton yang dibandingkan terhadap daya dukung statis, dimana dari hasil tersebut mencapai kekuatan 77% daya dukung statis.
2.	M. Gunawan (2014)	Rasio Hubungan Nilai Daya Dukung Tiang Pancang Berdasarkan Pengujian Sondir, Kalendering dan Tes PDA pada Jembatan Pelawa Kabupaten Parigi Moutong	1. Metode Meyerhoff. 2. Metode Aoki De Alencar. 3. Metode LCPC. 4. Metode Price dan Waldre. 5. Metode Schmertmann. 6. Metode Hiley. 7. Metode ENR. 8. Metode Janbu.	Membandingkan dengan menggunakan rasio antara nilai daya dukung dari hasil tes dengan berbagai metode dan membandingkannya dengan hasil tes PDA.	Nilai rasio antara uji sondir dan uji PDA yang paling dekat dengan nilai 1 adalah metode Meyerhoff dengan nilai rasio 0,983 sedangkan untuk uji kalendering yang terdekat dengan nilai 1 adalah rasio daya dukung antara metode Hiley dan uji PDA yaitu sebesar 1,660.
3.	Sulwan Permana	Evaluasi Pondasi <i>Bored Pile</i> pada Proyek Kolam <i>Ponds</i> dengan <i>Pile Driving Analyzer Test</i>	Metode Schertmann dan Nottingham.	1. Mengevaluasi daya dukung dan penurunan pondasi lalu dibandingkan dengan <i>result</i> PDA test. 2. Menganalisis faktor penyebab kerusakan pada tiang yang diuji.	Hasil dari perhitungan kapasitas daya dukung pondasi menggunakan metode Schertmann dan Nottingham 71,22 ton. Perbandingan daya dukung metode Schertmann dan Nottingham dengan <i>result</i> PDA sebesar 19,97%. Faktor penyebab kerusakan pada pondasi saat uji PDA yaitu proses pekerjaan konstruksi, pengaruh air tanah dan berat <i>hammer</i> .

4.	Ulfa Jusi (2015)	Analisa Kuat Dukung Pondasi <i>Bored Pile</i> Berdasarkan Data Pengujian Lapangan (<i>Cone</i> dan <i>N-Standard Penetration Test</i>)	1. Metode Meyerhoff. 2. Metode Schertmann dan Nottingham.	Membandingkan hasil kuat dukung <i>bored pile</i> tunggal dengan metode penyelidikan dari data sondir dan SPT.	Dengan data sondir dan ukuran diameter tiang <i>bored pile</i> yang berbeda dengan menggunakan dua metode didapat perbandingan kuat dukung ultimit pondasi menggunakan metode Schertmann dan Nottingham lebih optimis $\pm 6,24\%$ dibanding dengan memakai metode Meyerhoff yang bersifat konservatif.
5.	Diana Lumban Tobing	Analisis Daya Dukung Pondasi <i>Bored Pile</i> pada Proyek Pembangunan Gedung Wahid Hasyim Apartemen Medan	1. Metode Reese dan Wright. 2. Metode Meyerhoff (1956).	Untuk mengetahui besarnya kapasitas daya dukung pondasi <i>bored pile</i> dari data <i>Standard Penetration Test</i> (SPT).	Hasil perhitungan daya dukung tiang tunggal (Q_{ijin}) tiang dengan menggunakan metode Meyerhoff (1956) diperoleh (Q_{ijin}) tiang sebesar 194,747 ton, sedangkan dengan menggunakan metode Reese dan Wright diperoleh (Q_{ijin}) tiang sebesar 163,95 ton.
6.	Nindy Mutiarasella	Analisis Daya Dukung dan Penurunan Fondasi Tiang Bor pada Gedung Masjid Hajjah Yuliana	1. Metode Meyerhoff. 2. Metode numerik (SAP2000). 3. Metode Poulos Davis (1980). 4. Metode Vesic.	1. Mengetahui nilai daya dukung dari fondasi eksisting (telapak) berdasarkan data laboratorium. 2. Mengetahui nilai daya dukung dari fondasi alternatif (tiang bor) berdasarkan data laboratorium. 3. Mengetahui perbandingan penurunan dari fondasi eksisting (telapak) dengan fondasi alternatif (tiang bor).	Fondasi eksisting (telapak) dan fondasi alternatif (tiang bor) secara keseluruhan telah memenuhi syarat penurunan pada fondasi menurut SNI 8460:2017.

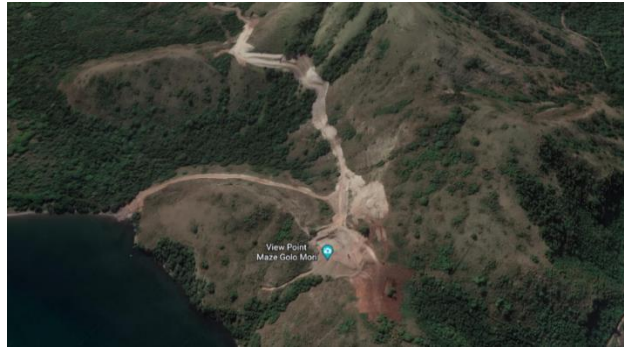
7.	Sri Kurniawati Panjaitan	Analisis Struktur Bangunan Bertingkat Menggunakan Etabs	Metode numerik (etabs).	1. Menghitung struktur bangunan dengan menggunakan program etabs v.18.1.1 berdasarkan SNI 2847:2019 dan kemudian membandingkan dengan yang ada di lapangan.	Hasil analisa dan perhitungan menggunakan <i>software</i> computer etabs v.18.1.1 yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan yaitu hasil perhitungan lebih besar yang didapatkan dari SNI 2847:2019 dibandingkan dengan hasil dari proyek yang menggunakan SNI 2847:2013.
8.	Lukman Mustika Atmaja	Perencanaan Fondasi Tiang Pancang pada Proyek Gedung MPP (Mall Pelayanan Publik) Kab. Grobongan Jawa Tengah	1. Metode Reese dan Wright. 2. Metode Mayerhoff. 3. Metode <i>U.S Army Corps</i> . 4. Metode <i>Broms</i> . 5. Metode Vesic.	1. Mengetahui beban aksial dan lateral struktur atas pada perencanaan fondasi tiang pancang proyek pembangunan gedung MPP (Mall Pelayanan Publik) menggunakan program SAP2000. 2. Mengetahui kapasitas daya dukung aksial tanah fondasi tiang pancang berdasarkan perhitungan manual. 3. Mengetahui kapasitas daya dukung lateral tanah fondasi tiang pancang berdasarkan perhitungan manual.	Beban aksial dan lateral struktur atas pada perencanaan fondasi tiang pancang proyek pembangunan gedung MPP (Mall Pelayanan Publik) menggunakan program SAP2000 yakni PC.1 dengan hasil 171,22 kN, PC.2 dengan hasil 1317,279 kN, PC.3 dengan hasil 1420,975 kN, PC.4 dengan hasil 1954,715 kN dengan keterangan aman. Untuk daya dukung aksial dan lateral tanah mendapatkan hasil yang berbeda pada setiap metodenya baik untuk nilai daya dukung ultimit dan daya dukung izin.

(Sumber: Jurnal Penelitian Terdahulu, 2022)

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian mengenai Analisis Daya Dukung Fondasi *Bored Pile* pada Proyek Gedung MICE Kawasan Tana Mori-NTT dilakukan pada proyek Pekerjaan Pengembangan dan Pembangunan MICE, Infrastruktur Kawasan Tana Mori yang lebih tepatnya terletak di Desa Golo Mori, Kecamatan Komodo, Kabupaten Manggarai Barat, Provinsi Nusa Tenggara Timur.



Gambar 3.1 Lokasi Penelitian

Sumber: Google Earth, 2022

3.2 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian tugas akhir ini adalah dengan menggunakan metode penelitian evaluasi (metode studi kasus), dimana peneliti melakukan analisis ulang terhadap daya dukung fondasi dan melihat dari hasil analisis daya dukung apakah fondasi mampu menahan beban struktur atas bangunan atau tidak setelah adanya penambahan ruangan pada bangunan.

3.3 Variabel Penelitian

Variabel penelitian merupakan segala sesuatu yang berbentuk apa saja yang ditetapkan oleh seorang peneliti dengan tujuan untuk dipelajari sehingga didapatkan informasi mengenai hal tersebut dan ditariklah sebuah kesimpulan. Secara garis besar ada dua macam variabel yaitu variabel yang mempengaruhi dan variabel yang dipengaruhi. Variabel yang mempengaruhi adalah variabel bebas dan variabel yang dipengaruhi adalah variabel terikat. Variabel yang digunakan pada penelitian mengenai Analisis Daya Dukung Fondasi *Bored Pile* pada Proyek Gedung MICE Kawasan Tana Mori-NTT yaitu sebagai berikut:

1. Perhitungan daya dukung fondasi *bored pile*.
2. Perhitungan struktur atas.

3.4 Metode Pengumpulan Data

Data yang digunakan pada penelitian ini berupa data sekunder. Data sekunder pada penelitian ini didapatkan dari mengumpulkan data dengan melakukan studi literatur terhadap jurnal, *text book* dan tugas akhir terdahulu terkait dengan penelitian yang akan dilakukan. Data sekunder yang diperoleh adalah sebagai berikut:

1. Data geoteknik

Data tanah yang digunakan berupa data *Standard Penetration Test* (SPT) pada titik BH DB 03. Berikut adalah tabel nilai NSPT dan klasifikasi jenis tanah yang dapat dilihat pada **Tabel 3.1**.

Tabel 3.1 NSPT dan Klasifikasi Jenis Tanah

Layer	Kedalaman (m)	Klasifikasi Jenis Tanah	NSPT
1	0,00 -1,55	Tufa kerikilan, berwarna coklat, keras	0
2	1,55-5,55	Kerikil pasiran sisipan boulder, berwarna abu-abu, sangat keras.	60
	5,55-7,00	Kerikil pasiran sisipan bongkahan batu pasir, berwarna coklat kemerahan, sangat keras.	60
	7,00-8,30	Pasir kerikilan sisipan boulder, berwarna abu-abu, sangat padat.	60
	8,30-11,00	Pasir kerikilan sisipan boulder, berwarna abu-abu, sangat padat.	60
3	11,00-12,00	Bongkahan breksi, berwarna abu-abu, sangat keras.	60
4	12,00-13,50	Pasir kerikilan sisipan boulder, berwarna coklat kemerahan, sangat padat.	60
5	13,50-14,30	Bongkahan breksi, berwarna abu-abu, sangat keras.	60
6	14,30-19,00	Pasir kerikilan sisipan boulder, berwarna coklat kemerahan, sangat padat.	60
	19,00-20,00	Pasir kerikilan sisipan boulder, berwarna coklat kemerahan, sangat padat.	60

(Sumber: Laporan Akhir Penyelidikan Tanah, 2022)

2. Data beban gedung

Data beban gedung yang diperoleh meliputi:

- a. Luas bangunan = 5.335,12 m²
- b. Fungsi bangunan = Gedung pertemuan
- c. Kolom = K1 500 mm x 500 mm, K2 700 mm x 700 mm, K3 700 mm x 900 mm
- d. Balok = B1 400 mm x 750 mm, B2 400 mm x 800 mm, B3 400 mm x 900 mm
- e. Mutu material
 - 1) Beton = f'c 25 MPa
 - 2) Baja = Baja tulangan lentur BjTS 420A, baja tulangan Sengkang BjTP 280, baja konvensional Bj 37.

3.5 Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian yang perlu dilakukan pada penelitian ini dibedakan menjadi beberapa tahapan yaitu sebagai berikut:

1. Tahapan pertama yang dilakukan, penulis melakukan studi literatur atau kajian pustaka dari buku maupun penelitian terdahulu terkait dengan penelitian yang akan dilakukan.
2. Pengumpulan data yang dibutuhkan untuk penelitian, data yang digunakan dalam penelitian berupa data sekunder yaitu data hasil penyelidikan tanah, data hasil uji PDA dan *shop drawing* struktur MICE.
3. Analisis dan pengolahan data, pada tahap ini akan dilakukan perhitungan daya dukung fondasi dan perhitungan beban struktur atas. Untuk menghitung daya dukung fondasi menggunakan metode Reese dan Wright (1977), metode Luciano Decourt (1982) dan metode Meyerhoff (1956) setelah mendapatkan nilai daya dukung dari ketiga metode setelah itu membandingkan nilai daya dukung dengan hasil PDA *test*, sedangkan untuk menghitung beban struktur atas menggunakan bantuan *software* Etabs V18.
4. Hasil dan pembahasan, pada tahap ini akan membahas hasil penelitian dan pengolahan data yang dilakukan oleh penulis.
5. Kesimpulan dan saran, pada tahap ini penulis membuat kesimpulan dari hasil penelitian yang telah dilakukan serta memberikan saran terkait dengan penelitian yang dilakukan.

3.6 Tahap Analisis Daya Dukung Fondasi

Menghitung daya dukung fondasi *bored pile* berdasarkan data di lapangan dengan menggunakan metode Reese dan Wright (1977), metode Luciano Decourt (1982) dan metode Meyerhoff (1956).

1. Metode Reese dan Wright (1977)
 - a. Menentukan kapasitas daya dukung izin tiang dinyatakan dalam **persamaan 2.1.**
 - b. Menentukan kapasitas daya dukung ultimit tiang dinyatakan dalam **persamaan 2.2.**
 - c. Menentukan kuat daya dukung ujung tiang untuk tanah non kohesif dinyatakan dalam **persamaan 2.3.**
 - d. Menentukan kuat daya dukung ujung tiang untuk tanah kohesif dinyatakan dalam **persamaan 2.4.**
 - e. Menentukan nilai kohesi tanah dinyatakan dalam **persamaan 2.5.**
 - f. Menentukan kuat daya dukung selimut tiang untuk tanah non kohesif dinyatakan dalam **persamaan 2.6.**

- g. Menentukan kuat daya dukung selimut tiang untuk tanah kohesif dinyatakan dalam **persamaan 2.7**.
- 2. Metode Luciano Decourt (1982)
 - a. Menentukan kapasitas daya dukung izin tiang dinyatakan dalam **persamaan 2.1**.
 - b. Menentukan kapasitas daya dukung ultimit tiang dinyatakan dalam **persamaan 2.2**.
 - c. Menentukan kapasitas daya dukung ujung tiang dinyatakan dalam **persamaan 2.8**.
 - d. Menentukan kapasitas daya dukung selimut tiang dinyatakan dalam **persamaan 2.9**.
- 3. Metode Meyerhoff (1956)
 - a. Menentukan kapasitas daya dukung izin tiang dinyatakan dalam **persamaan 2.1**.
 - b. Menentukan kapasitas daya dukung ultimit tiang dinyatakan dalam **persamaan 2.2**.
 - c. Menentukan kuat daya dukung ujung tiang untuk tanah non kohesif dinyatakan dalam **persamaan 2.10**.
 - d. Menentukan kuat daya dukung ujung tiang untuk tanah kohesif dinyatakan dalam **persamaan 2.11**.
 - e. Menentukan nilai kohesi tanah dinyatakan dalam **persamaan 2.12**.
 - f. Menentukan kuat daya dukung selimut tiang untuk tanah non kohesif dinyatakan dalam **persamaan 2.13**.
 - g. Menentukan kuat daya dukung selimut tiang untuk tanah kohesif dinyatakan dalam **persamaan 2.14**.

3.7 Tahap Analisis Menggunakan Software Etabs V18

Tahapan analisis beban struktur atas menggunakan Etabs V18 memiliki beberapa tahap yaitu:

- 1. Permodelan

Tahapan permodelan merupakan tahapan pembuatan *grid* dengan menggunakan garis bantu sesuai dengan geometri rencana desain bangunan. Dalam penggunaan *grid* diperhatikan untuk panjang dan lebar bangunan/ruang sesuai arah sumbu x dan y dan untuk tinggi bangunan/antar tingkat menggunakan *story* data.
- 2. Mendefinisikan material

Ada dua jenis material yang didefinisikan yaitu material beton dan baja tulangan sesuai dengan rencana. Adapun langkah-langkah yang harus dilakukan sebagai berikut:

- a. Beton pilih menu *Define* → *Material Properties* → *Add New Material* → *Concrete* → *User* dan mengisi data sesuai dengan material yang direncanakan.
 - b. Baja tulangan lentur pilih menu *Define* → *Material Properties* → *Add New Material* → *Rebar* → *User* dan mengisi data sesuai dengan material yang direncanakan.
 - c. Baja tulangan sengkang pilih menu *Define* → *Material Properties* → *Add New Material* → *Rebar* → *User* dan mengisi data sesuai dengan material yang direncanakan.
 - d. Baja konvensional pilih menu *Define* → *Material Properties* → *Add New Material* → *Rebar* → *User* dan mengisi data sesuai dengan material yang direncanakan.
3. Membuat penampang struktur
- Pada tahap ini dilakukan pembuatan penampang struktur seperti kolom, balok dan plat sesuai dengan material yang telah di input. Langkah membuat elemen struktur adalah sebagai berikut:
- a. Kolom, pembuatan penampang struktur kolom dilakukan dalam beberapa tahap yaitu sebagai berikut:
 - 1) Pada jendela yang muncul pilih menu *Frame Section* → *Add New Property* → *Frame Property Shape Type* → *Section Shape* → *Concrete Rectangular* → *Concrete* dan klik bentuk persegi panjang.
 - 2) Pada jendela *Frame Section Property Data*, untuk *Property Name* diganti sesuai dengan kode kolom. Material diisi sesuai dengan mutu beton yang direncanakan untuk kolom. *Section Dimensions* diisi dimensi kolom sesuai arah sumbu.
 - 3) Menginput efektifitas momen inersia penampang dari *frame* yang dibuat, pilih *Modify/Show Modifiers* → *Property/Stiffness Modification Factors* → *Ok*.
 - 4) Kemudian pilih *Modify/Show Rebar*, maka akan tampil kotak dialog dan dilakukan penginputan data.
 - b. Balok, pembuatan penampang struktur balok dilakukan dalam beberapa tahap yaitu sebagai berikut:
 - 1) Pada jendela yang muncul pilih menu *Frame Section* → *Add New Property* → *Frame Property Shape Type* → *Section Shape* → *Concrete Rectangular* → *Concrete* dan klik bentuk persegi panjang.

- 2) Pada jendela *Frame Section Property Data*, untuk *Property Name* diganti sesuai dengan kode balok. Material diisi sesuai dengan mutu beton yang direncanakan untuk balok. *Section Dimensions* diisi dimensi balok dimana *depth* untuk tinggi balok dan *width* untuk lebar balok.
 - 3) Menginput efektifitas momen inersia penampang dari *frame* yang dibuat, pilih *Modify/Show Modifiers* → *Property/Stiffness Modification Factors* → Ok.
 - 4) Kemudian pilih *Modify/Show Rebar*, maka akan tampil kotak dialog dan dilakukan penginputan data.
- c. Plat, pembuatan penampang struktur plat dilakukan dengan beberapa tahap yaitu sebagai berikut:
- 1) Pilih menu *Define* → *Section Properties* → *Slab Sections* → *Add New Property* → Input Data → Ok.
 - 2) Menginput efektifitas momen inersia penampang dari *frame* yang dibuat, pilih *Modify/Show Modifiers* → *Property/Stiffness Modification Factors* → Ok.
4. Input beban
- Penginputan beban dibedakan menjadi 2 (dua) yaitu penginputan beban pada *shell* dan penginputan beban pada *frame* dimana untuk penginputan beban memiliki tahapan yang berbeda.
- a. Penginputan beban pada *shell*, pilih menu *Select* → *Properties* → *Slab Section* → Pilih plat yang akan diberi beban → *Select* → *Close* → *Assign* → *Shell Loads* → *Uniform* → Input Beban → *Apply* → Ok.
 - b. Penginputan beban pada *frame*, pilih menu *Select* → *Frame Section* → Pilih *frame* yang diinginkan → *Select* → *Close* → *Assign* → *Frame Loads* → Input Beban → *Apply* → Ok.
 - c. Penginputan beban gempa, beban gempa yang diinput yaitu beban gempa dinamis dan beban gempa seismik.
 - 1) Penginputan beban gempa dinamis dapat dilakukan dengan cara pilih menu *Define* → *Functions* → *Respon Spectrum* → Input Data → Ok. Penginputan beban gempa dinamis pada respon spektrum. Setelah menginput data respon spektrum pada Etabs V18 selanjutnya melakukan penginputan beban dengan cara pilih *Define* → *Load Cases* → Input Skala Faktor → Ok.
 - 2) Penginputan beban gempa seismik dapat dilakukan dengan cara pilih menu *Define* → *Load Patterns* → *Add New Load* → Input Data → Ok.
5. Analisis dan Output

Setelah meng-*input* data yang diperlukan selesai selanjutnya melakukan analisis struktur dengan cara sebagai berikut:

- a. Klik menu *Analyze* pada *software* Etabs V18.
- b. Kemudian pilih *Run Analyze* dan tunggu beberapa saat untuk *software* Etabs menganalisis struktur.
- c. Setelah melakukan *Analyze*, kemudian klik menu *Display* pada *software* Etabs V18.
- d. Kemudian pilih *Show Tables* setelah itu melakukan pengeklisan pada *option* dan tunggu beberapa saat untuk *software* Etabs V18 menganalisis struktur.
- e. *Output* dari hasil analisis yang telah dilakukan dapat dilihat dalam bentuk tabel.

3.8 Rencana Bagan Alir Penelitian

Bagan alir penelitian yaitu gambaran dari langkah-langkah penelitian atau juga bisa disebut proses dari awal sampai akhir penelitian. Proses yang akan dilakukan untuk menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul Analisis Daya Dukung Fondasi *Bored Pile* pada Proyek Gedung MICE Kawasan Tana Mori-NTT dapat dilihat pada **Lampiran 1** dan untuk tahapan perhitungan pembebanan struktur atas menggunakan *software* Etabs V18 dapat dilihat pada **Lampiran 2**.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Geoteknik

Fondasi yang digunakan pada pembangunan gedung *Meeting, Incentive, Convention and Exhibition* (MICE) yaitu fondasi tiang bor atau *bored pile* yang disatukan pada *pile cap*. Pada proses pemancangan kedalaman fondasi sesuai dengan perencanaan dimana panjang tiang yang digunakan seragam yaitu 9 m dengan panjang tiang tertanam sebesar 8,3 m dan sisanya berada di atas permukaan tanah sebagai penghubung dengan *pile cap*.



Gambar 4.1 Fondasi *Bored Pile* pada Gedung MICE
Sumber: Data Umum Proyek, 2022

Terdapat beberapa *input* perhitungan yang akan digunakan pada penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Diameter tiang yang akan digunakan adalah 80 cm atau 0,8 m.
2. Luas penampang ujung tiang (A_p) = $\frac{1}{4} \times \pi \times D^2 = 0,50 \text{ m}^2$.
3. Luas selimut tiang (A_s) = $\pi \times D \times h = 20,85 \text{ m}^2$.
4. Keliling tiang (P) = $\pi \times D = 2,51 \text{ m}$.
5. Kedalaman tiang tertanam yang digunakan 8,3 meter.
6. Jumlah fondasi tiang = 136 tiang.
7. Data tanah yang digunakan berupa data *Standard Penetration Test* (SPT) berdasarkan *Bor Log* BH DB 03. Nilai NSPT berdasarkan BH DB 03 dapat dilihat pada **Tabel 4.1** berikut:

Tabel 4.1 Nilai NSPT BH DB 03

Layer	Kedalaman (m)	Klasifikasi Jenis Tanah	NSPT
1	0,00 -1,55	Tufa kerikilan, berwarna coklat, keras	0
	1,55-5,55	Kerikil pasiran sisipan boulder, berwarna abu-abu, sangat keras.	60
2	5,55-7,00	Kerikil pasiran sisipan bongkahan batu pasir, berwarna coklat kemerahan, sangat keras.	60
	7,00-8,30	Pasir kerikilan sisipan boulder, berwarna abu-abu, sangat padat.	60
	8,30-11,00	Pasir kerikilan sisipan boulder, berwarna abu-abu, sangat padat.	60
3	11,00-12,00	Bongkahan breksi, berwarna abu-abu, sangat keras.	60
4	12,00-13,50	Pasir kerikilan sisipan boulder, berwarna coklat kemerahan, sangat padat.	60

5	13,50-14,30	Bongkahan breksi, berwarna abu-abu, sangat keras.	60
6	14,30-19,00	Pasir kerikilan sisipan boulder, berwarna coklat kemerahan, sangat padat.	60
	19,00-20,00	Pasir kerikilan sisipan boulder, berwarna coklat kemerahan, sangat padat.	60

(Sumber: Laporan Akhir Penyelidikan Tanah, 2022)

4.2 Analisis Daya Dukung

Dalam menganalisis daya dukung fondasi menggunakan 3 (tiga) metode yaitu dimana masing-masing metode memiliki koefisien perhitungan tersendiri, baik untuk menghitung daya dukung ujung dan daya dukung selimut.

1. Metode Reese dan Wright (1977)

Daya dukung ujung pada tanah non kohesif dapat dihitung menggunakan rumus $Q_p = 7 \times N_p \times A_p$. N_p merupakan nilai rata-rata NSPT pada titik 10D di atas tiang dan 4D di bawah tiang. Sedangkan untuk mencari nilai daya dukung selimut dapat dihitung menggunakan rumus $Q_s = 0,2 \times N_s \times P \times Li$. Tahapan perhitungan nilai daya dukung ujung dan daya dukung selimut dapat dilihat pada **Lampiran 3**. Pada **Tabel 4.2** dapat dilihat hasil nilai daya dukung tiang fondasi berdasarkan metode Reese dan Wright (1977).

Tabel 4.2 Hasil Nilai Daya Dukung Tiang Metode Reese dan Wright (1977)

Depth	Properti Tanah	Cu	α	N_s	Daya Dukung Ujung	Daya Dukung Selimut
(m)	Kategori	NSPT	(kN/m ²)		(kN)	(kN)
0-1,55	Sand gravel	0	-	-	0	0
1,55-5,55	Sand gravel	60	-	-	36,62	143,32
5,55-7,00	Sand gravel	60	-	-	38,35	143,32
7,00-8,30	Sand gravel	60	-	-	39,39	143,32
8,30-11,00	Sand gravel	60	-	-	40,77	143,32
11,00-12,00	Clay	60	400	0,55	41,12	1800
12,00-13,50	Sand gravel	60	-	-	41,55	143,32
13,50-14,30	Clay	60	400	0,55	41,75	1800
14,30-19,00	Sand gravel	60	-	-	42,55	143,32
19,00-20,00	Sand gravel	60	-	-	42,67	143,32

(Sumber: Hasil Penelitian, 2023)

Tabel 4.2 menunjukkan pada kedalaman 8,3 meter dikategorikan memiliki jenis tanah *sand gravel* atau pasir kerikilan, maka nilai N_s perlu dihitung dan didapatkan nilai N_s sebesar 39,39 serta didapatkan nilai daya dukung ujung sebesar 143,32 kN dan daya dukung selimut sebesar 164,12 kN. Adapun proses perhitungannya dapat dijabarkan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 N_s &= \frac{N_{s1} + N_{s2}}{2} \\
 &= \frac{30 + 48,79}{2}
 \end{aligned}$$

$$= 39,39$$

Daya dukung

$$\begin{aligned} \text{ujung tiang } (Q_p) &= 7 \times N_p \times A_p \\ &= 7 \times 40,95 \times 0,50 \\ &= 143,32 \text{ kN} \end{aligned}$$

Daya dukung

$$\begin{aligned} \text{selimut tiang } (Q_s) &= 0,2 \times N_s \times P \times L_i \\ &= 0,2 \times 39,39 \times 2,51 \times 8,30 \\ &= 164,12 \text{ kN} \end{aligned}$$

2. Metode Luciano Decourt (1982)

Daya dukung ujung berdasarkan metode Luciano Decourt dapat dihitung dengan menggunakan rumus $Q_p = \alpha \times A_p \times N_p \times K$. N_p merupakan nilai rata-rata NSPT pada titik 4D di bawah tiang dan 4D di atas tiang. Untuk menghitung daya dukung selimut dapat dihitung dengan menggunakan rumus $Q_s = \beta \times A_s \times \left(\frac{N_s}{3} + 1\right)$. Tahapan perhitungan daya dukung ujung dan daya dukung selimut dapat dilihat pada **Lampiran 3**. Pada **Tabel 4.3** dapat dilihat hasil nilai daya dukung tiang fondasi berdasarkan metode Luciano Decourt (1982).

Tabel 4.3 Hasil Nilai Daya Dukung Tiang Metode Luciano Decourt (1982)

<i>Depth</i>	Properti Tanah		α	β	N_s	Daya Dukung Ujung	Daya Dukung Selimut
(m)	Kategori	NSPT				(kN)	(kN)
0-1,55	<i>Sand gravel</i>	0	0,50	0,50	0	0	0
1,55-5,55	<i>Sand gravel</i>	60	0,50	0,50	36,62	600	137,68
5,55-7,00	<i>Sand gravel</i>	60	0,50	0,50	38,35	600	143,69
7,00-8,30	<i>Sand gravel</i>	60	0,50	0,50	39,39	600	147,30
8,30-11,00	<i>Sand gravel</i>	60	0,50	0,50	40,77	600	152,10
11,00-12,00	<i>Clay</i>	60	0,85	0,50	41,12	306	153,32
12,00-13,50	<i>Sand gravel</i>	60	0,50	0,50	41,55	600	154,81
13,50-14,30	<i>Clay</i>	60	0,85	0,50	41,75	306	155,51
14,30-19,00	<i>Sand gravel</i>	60	0,50	0,50	42,55	600	158,29
19,00-20,00	<i>Sand gravel</i>	60	0,50	0,50	42,67	600	158,70

(Sumber: Hasil Penelitian, 2023)

Berdasarkan **Tabel 4.3** dapat dilihat pada kedalaman 8,3 meter dikategorikan memiliki jenis tanah *sand gravel*. Untuk nilai α dan β yang digunakan yaitu 0,50. Adapun proses perhitungannya dijabarkan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} N_s &= \frac{N_{s1} + N_{s2}}{2} \\ &= \frac{30 + 48,79}{2} \end{aligned}$$

$$= 39,39$$

Daya dukung

$$\begin{aligned} \text{ujung tiang } (Q_p) &= \alpha \times A_p \times N_p \times K \\ &= 0,50 \times 0,50 \times 60 \times 40 \\ &= 600 \text{ kN} \end{aligned}$$

Daya dukung

$$\begin{aligned} \text{selimut tiang } (Q_s) &= \beta \times A_s \times \left(\frac{N_s}{3} + 1\right) \\ &= 0,50 \times 20,85 \times \left(\frac{39,39}{3} + 1\right) \\ &= 147,30 \text{ kN} \end{aligned}$$

3. Metode Meyerhoff (1956)

Daya dukung ujung pada tanah non kohesif dapat dihitung menggunakan rumus $Q_p = 4 \times A_p \times N_p$. N_p merupakan nilai rata-rata NSPT pada titik 8D di atas tiang dan 4D di bawah tiang. Sedangkan untuk mencari nilai daya dukung selimut dapat dihitung menggunakan rumus $Q_s = 0,2 \times N_s \times A_s$. Tahapan perhitungan nilai daya dukung ujung dan daya dukung selimut dapat dilihat pada **Lampiran 3**. Pada **Tabel 4.4** dapat dilihat hasil nilai daya dukung tiang fondasi berdasarkan metode Meyerhoff (1956).

Tabel 4.4 Hasil Nilai Daya Dukung Tiang Metode Meyerhoff (1956)

<i>Depth</i>	Properti Tanah		N_s	Daya Dukung Ujung	Daya Dukung Selimut
(m)	Kategori	NSPT		(kN)	(kN)
0-1,55	<i>Sand gravel</i>	0	0	0	0
1,55-5,55	<i>Sand gravel</i>	60	36,62	120	152,70
5,55-7,00	<i>Sand gravel</i>	60	38,35	120	159,92
7,00-8,30	<i>Sand gravel</i>	60	39,39	120	164,26
8,30-11,00	<i>Sand gravel</i>	60	40,77	120	170,01
11,00-12,00	<i>Clay</i>	60	41,12	1620	428,68
12,00-13,50	<i>Sand gravel</i>	60	41,55	120	173,26
13,50-14,30	<i>Clay</i>	60	41,75	1620	435,24
14,30-19,00	<i>Sand gravel</i>	60	42,55	120	177,43
19,00-20,00	<i>Sand gravel</i>	60	42,67	120	177,93

(Sumber: Hasil Penelitian, 2023)

Tabel 4.4 menunjukkan pada kedalaman 8,3 meter dikategorikan memiliki jenis tanah *sand gravel*, maka nilai N_s perlu dihitung dan didapatkan nilai N_s sebesar 39,39 serta didapatkan nilai daya dukung ujung sebesar 120 kN dan daya dukung selimut sebesar 164,26 kN. Adapun proses perhitungannya dapat dijabarkan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} N_s &= \frac{N_{s1} + N_{s2}}{2} \\ &= \frac{30 + 48,79}{2} \\ &= 39,39 \end{aligned}$$

Daya dukung

$$\text{ujung tiang } (Q_p) = 4 \times N_p \times A_p$$

$$= 4 \times 60 \times 0,50$$

$$= 120 \text{ kN}$$

Daya dukung

$$\text{selimut tiang } (Q_s) = 0,2 \times N_s \times A_s$$

$$0,2 \times 39,39 \times 20,85$$

$$= 164,26 \text{ kN}$$

Setelah memperoleh nilai daya dukung ujung tiang (Q_p) dan nilai daya dukung selimut tiang (Q_s) pada setiap kedalaman, selanjutnya menghitung nilai daya dukung ultimit tiang (Q_{ult}) dan daya dukung izin (Q_a). Tahapan perhitungan daya dukung ultimit dan daya dukung izin dapat dilihat pada **Lampiran 3**. Berikut hasil perhitungan daya dukung ultimit dan daya dukung izin yang disajikan pada **Tabel 4.5**.

Tabel 4.5 Nilai Q_{ult} dan Q_a

Depth (m)	Reese dan Wright		Luciano Decourt		Meyerhoff	
	Q_{ult} (kN)	Q_a (kN)	Q_{ult} (kN)	Q_a (kN)	Q_{ult} (kN)	Q_a (kN)
0-1,55	0	0	0	0	0	0
1,55-5,55	245,35	81,78	737,68	245,89	272,70	90,9
5,55-7,00	278,08	92,69	743,69	247,90	279,92	93,31
7,00-8,30	307,44	102,48	747,30	249,10	284,26	94,75
8,30-11,00	368,45	122,82	752,1	250,7	290,01	96,67
11,00-12,00	7824	2608	459,32	153,11	2048,68	682,89
12,00-13,50	424,9	141,63	754,81	251,60	293,26	97,75
13,50-14,30	9696,46	3232,15	461,51	153,84	2055,24	685,08
14,30-19,00	589,75	196,58	758,29	252,76	297,43	99,14
19,00-20,00	571,73	190,57	758,70	252,90	297,93	99,31

(Sumber: Hasil Penelitian, 2023)

Pada **Tabel 4.5** dapat dilihat perbedaan antara hasil nilai daya dukung ultimit dan daya dukung izin pada metode Reese dan Wright dan metode Meyerhoff tidak terlalu jauh karena pada setiap metode hanya dibedakan dengan nilai koefisien baik berdasarkan jenis tanah pada setiap lapisan fondasi, sedangkan perhitungan daya dukung ultimit dan daya dukung izin berdasarkan metode Luciano Decourt mendapatkan hasil yang lebih besar dibandingkan metode Reese dan Wright dan metode Meyerhoff.

Tabel 4.6 Faktor Pembeda pada Metode Perhitungan Statis

Reese dan Wright (1977)	Luciano Decourt (1982)	Meyerhoff (1956)
Nilai NSPT rata-rata yang digunakan dari 10D sampai 4D.	Nilai NSPT rata-rata yang digunakan dari 4D sampai 4D.	Nilai NSPT rata-rata yang digunakan dari 8D sampai 4D.
Kohesi tanah (C_u) didapat dari persamaan $N_p \times \frac{2}{3} \times 10$.	Mengabaikan kohesi tanah (C_u).	Kohesi tanah (C_u) didapat dari persamaan $N_p \times 6$.
Daya dukung selimut dipengaruhi oleh kedalaman lapisan tanah yang ditinjau, keliling tiang, faktor adhesi dan kohesi tanah.	Daya dukung selimut dipengaruhi oleh luas selimut tiang tertanam.	Daya dukung selimut dipengaruhi oleh kedalaman lapisan tanah yang ditinjau dan luas selimut tiang tertanam.

(Sumber: Hasil Penelitian, 2023)

Perbedaan pada hasil perhitungan kapasitas dukung fondasi berdasarkan data SPT ini disebabkan adanya perbedaan tertentu pada langkah dan variabel perhitungannya. Pada **Tabel 4.6** dapat dilihat faktor penyebab perbedaan hasil perhitungan pada ketiga metode statis kapasitas daya dukung tiang tunggal.

4.3 Perbandingan Nilai Daya Dukung Metode Statis Terhadap Hasil *Pile Driving Analyzer* (PDA)

Berdasarkan berbagai metode statis yang digunakan untuk menghitung nilai daya dukung fondasi *bored pile* tentu memiliki hasil yang berbeda-beda. Perbedaan tersebut dipengaruhi oleh persamaan pada metode yang digunakan, baik dari koefisien yang mempengaruhi serta model tinjauan untuk kedalaman yang beragam pada tiap metode yang ada.

Penyelidikan tanah juga berpengaruh terhadap akuratnya hasil uji yang mana memperlihatkan besaran nilai dan lapisan pada keadaan tanah di lapangan. Hal ini didasarkan dengan adanya kondisi lapisan-lapisan tanah di lapangan yang tentunya tidak seragam sehingga berpengaruh pada hasil daya dukung fondasi tiang yang akan diperoleh. Nilai daya dukung diperoleh sebagai perbandingan terhadap hasil uji *Pile Driving Analyzer* (PDA) dimana perbandingan tersebut bertujuan untuk mengetahui hasil perhitungan menggunakan metode statis yang hasil paling mendekati dengan kondisi lapangan sebenarnya.

Pengujian *Pile Driving Analyzer* (PDA) pada proyek pembangunan gedung *Meeting, Incentive, Convention and Exhibition* (MICE) dilakukan pada 6 (enam) tiang fondasi *bored pile* yaitu pada tiang BP-9, BP-63, BP-93, BP-110, BP-114 dan BP-126. Untuk hasil uji *Pile Driving Analyzer* (PDA) yang digunakan diambil hasil yang paling tinggi yaitu pada nomor tiang BP-9. Berikut adalah rekapitulasi perbandingan nilai daya dukung dengan menggunakan data *Standard Penetration Test* (SPT) terhadap hasil uji *Pile Driving Analyzer* (PDA).

Tabel 4.7 Rekapitulasi Nilai Daya Dukung SPT Terhadap Hasil Uji PDA

Metode Reese dan Wright		Metode Luciano Decourt		Metode Meyerhoff		PDA	
Q_{ult} (kN)	Q_a (kN)	Q_{ult} (kN)	Q_a (kN)	Q_{ult} (kN)	Q_a (kN)	Q_{ult} (kN)	Q_a (kN)
307,44	102,48	747,30	249,10	284,26	94,75	377	125,67

(Sumber: Hasil Penelitian, 2023)

Berdasarkan **Tabel 4.7** dapat dilihat hasil rekapitulasi nilai daya dukung *Standard Penetration Test* (SPT) terhadap hasil uji *Pile Driving Analyzer* (PDA), perhitungan nilai daya dukung dengan menggunakan metode Reese dan Wright memiliki hasil yang paling mendekati yaitu 307,44 kN, dikarenakan perhitungan daya dukung menggunakan metode Reese dan Wright memiliki koefisien yang hamper sama dengan *Pile Driving Analyzer* (PDA) dimana dalam perhitungannya

sama-sama meninjau nilai luas penampang dan kedalaman lapisan tanah yang ditinjau atau panjang tiang tertanam. Koefisien-koefisien yang digunakan dalam mencari nilai daya dukung fondasi berdasarkan 4 (empat) metode yang digunakan dapat dilihat pada **Tabel 4.8**.

Tabel 4.8 Koefisien-Koefisien dalam Mencari Nilai Daya Dukung

	Metode Reese dan Wright	Metode Luciano Decourt	Metode Meyerhoff	PDA
Daya dukung ujung tiang	Rata-rata NSPT, luas penampang dan kohesi tanah.	Koefisien dasar tiang, luas penampang ujung tiang dan rata-rata NSPT,	Luas penampang dan rata-rata NSPT.	Diameter tiang, luas penampang, panjang tiang total, panjang tiang tertanam dan berat <i>hammer</i> yang digunakan.
Daya dukung selimut tiang	Faktor adhesi, kohesi tanah, keliling tiang, kedalaman lapisan tanah yang ditinjau dan rata-rata NSPT sepanjang tiang tertanam.	Koefisien selimut tiang, luas selimut tiang dan rata-rata NSPT sepanjang tiang tertanam.	Luas selimut tiang dan rata-rata NSPT sepanjang tiang tertanam.	

(Sumber: Hasil Penelitian, 2023)

4.4 Pembebanan

Pembebanan dalam gedung terdiri dari perhitungan beban mati, beban hidup, beban angin dan beban gempa. Peraturan pembebanan yang digunakan sebagai acuan dalam perhitungan beban struktur atas adalah sebagai berikut:

1. SNI 1727:2020 tentang Beban Desain Minimum dan Kriteria Terkait untuk Bangunan Gedung dan Struktur Lain.
2. SNI 1726:2019 tentang Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Nongedung.

4.5 Beban Mati

Beban mati adalah beban yang berasal dari berat bangunan itu sendiri yang bersifat tetap,, beban mati yang bekerja pada gedung *Meeting, Incentive, Convention and Exhibition* (MICE) meliputi:

1. Beban mati (*dead load*)

Beban mati ditentukan berdasarkan berat sendiri struktur dan beban mati tambahan. Beban mati sendiri struktur adalah berat seluruh komponen elemen struktural bangunan sedangkan beban mati tambahan merupakan berat elemen non struktural yang secara permanen membebani struktur. Beban mati yang bekerja pada gedung MICE meliputi:

- a. Beban mati sendiri struktur

- 1) Beton

$$\begin{aligned} \text{a) Berat/volume} &= 2400 \text{ kg/m}^3 \\ &= 1 \text{ kg/m}^3 = 0,0098066359 \text{ kN/m}^3 \end{aligned}$$

- $= 2400 \text{ kg/m}^3 = 23,536 \text{ kN/m}^3$
- b) Mutu beton $= 25 \text{ MPa}$
- c) Modulus elastisitas $= 4700\sqrt{f_c} = 23500 \text{ MPa}$
- 2) Baja
- a) Berat/volume $= 7850 \text{ kg/m}^3$
 $= 1 \text{ kg/m}^3 = 0,0098066359 \text{ kN/m}^3$
 $= 7850 \text{ kg/m}^3 = 76,982 \text{ kN/m}^3$
- b) Kuat leleh (f_y) $= 420 \text{ MPa}$
- c) Kuat tarik (f_u) $= 525 \text{ MPa}$
- d) Modulus elastisitas $= 200000 \text{ MPa}$
- b. Beban mati tambahan akibat dinding hebel

1) Sebelum penambahan

Beban mati tambahan akibat dinding hebel pada gedung sebelum adanya penambahan ruangan dapat dilihat pada **Tabel 4.9**.

Tabel 4.9 Beban Mati Tambahan Sebelum Penambahan

	Berat Dinding Hebel (kN/m^2)	Tinggi Lantai (m)	Panjang Dinding Hebel (m)	Beban Dinding Hebel (kN)
Lantai 1	1	4	352,05	1408,2
Lantai Mezanine	1	4	349,05	1396,2
Total beban mati tambahan sebelum penambahan				2804,4

(Sumber: Hasil Penelitian, 2023)

2) Sesudah penambahan

Beban mati tambahan akibat dinding hebel pada gedung sesudah adanya penambahan ruangan dapat dilihat pada **Tabel 4.10**.

Tabel 4.10 Beban Mati Tambahan Sesudah Penambahan

	Berat Dinding Hebel (kN/m^2)	Tinggi Lantai (m)	Panjang Dinding Hebel (m)	Beban Dinding Hebel (kN)
Lantai 1	1	4	352,05	1408,2
Lantai Mezanine	1	4	385,275	1541,1
Total beban mati tambahan sesudah penambahan				2949,3

(Sumber: Hasil Penelitian, 2023)

c. Beban mati tambahan akibat beban kolom

Untuk menghitung beban mati tambahan akibat beban kolom dengan tinggi 4 meter yaitu sebagai berikut:

1) K1 500 mm x 500 mm

- a) Luas penampang $= 0,5 \text{ m} \times 0,5 \text{ m} \times 4 \text{ m}$
 $= 1 \text{ m}^3$
- b) Banyak kolom $= 52$
- c) Beban sendiri kolom $= 1 \text{ m}^3 \times 52 \times 23,536 \text{ kN/m}^3$
 $= 1223,872 \text{ kN}$

2) K2 700 mm x 700 mm

- a) Luas penampang = $0,7 \text{ m} \times 0,7 \text{ m} \times 4 \text{ m}$
= $1,96 \text{ m}^3$
- b) Banyak kolom = 16
- c) Berat sendiri kolom = $1,96 \text{ m}^3 \times 16 \times 23,536 \text{ kN/m}^3$
= $738,096 \text{ kN}$
- 3) K3 700 mm x 900 mm
- a) Luas penampang = $0,7 \text{ m} \times 0,9 \text{ m} \times 4 \text{ m}$
= $2,52 \text{ m}^3$
- b) Banyak kolom = 32
- c) Berat sendiri kolom = $2,52 \text{ m}^3 \times 32 \times 23,536 \text{ kN/m}^3$
= $1897,952 \text{ kN}$

Untuk lebih jelasnya beban mati tambahan akibat beban kolom pada gedung dapat dilihat pada **Tabel 4.11**.

Tabel 4.11 Berat Mati Tambahan Akibat Beban Kolom

Ukuran Kolom (m)	Volume Beton (kN/m ³)	Luas penampang (m ³)	Banyak Kolom	Berat Sendiri Kolom (kN)
0,5 x 0,5	23,536	1	52	1223,872
0,7 x 0,7	23,536	1,96	16	738,096
0,7 x 0,9	23,536	2,52	32	1897,952
Total berat sendiri kolom pada gedung				3859,92

(Sumber: Hasil Penelitian, 2023)

- d. Beban mati tambahan akibat beban balok

Untuk menghitung beban mati tambahan akibat beban balok memerlukan berat sendiri beton yaitu sebesar $23,536 \text{ kN/m}^3$.

- 1) B1 400 mm x 750 mm
- a) Luas penampang = $0,4 \text{ m} \times 0,75 \text{ m} \times 1 \text{ m}$
= $0,3 \text{ m}^3$
- b) Banyak balok = 34
- c) Berat sendiri balok = $0,3 \text{ m}^3 \times 34 \times 23,536 \text{ kN/m}^3$
= $233,013 \text{ kN}$
- 2) B2 400 mm x 800 mm
- a) Luas penampang = $0,4 \text{ m} \times 0,8 \text{ m} \times 1 \text{ m}$
= $0,32 \text{ m}^3$
- b) Banyak balok = 28
- c) Berat sendiri balok = $0,32 \text{ m}^3 \times 28 \times 23,536 \text{ kN/m}^3$
= $210,868 \text{ kN}$
- 3) B3 400 mm x 900 mm
- a) Luas penampang = $0,4 \text{ m} \times 0,9 \text{ m} \times 1 \text{ m}$
= $0,36 \text{ m}^3$
- b) Banyak balok = 48
- c) Berat sendiri balok = $0,36 \text{ m}^3 \times 48 \times 23,536 \text{ kN/m}^3$

$$= 406,704 \text{ kN}$$

Untuk lebih jelasnya beban mati tambahan akibat beban balok pada gedung dapat dilihat pada **Tabel 4.12**.

Tabel 4.12 Berat Mati Tambahan Akibat Beban Balok

Ukuran balok (m)	Volume beton (kN/m ³)	Luas penampang (m ³)	Banyak Balok	Berat Sendiri Balok (kN)
0,4 x 0,75	23,536	0,3	34	233,013
0,4 x 0,8	23,536	0,32	28	210,868
0,4 x 0,9	23,536	0,36	48	406,704
Total berat sendiri balok pada gedung				850,585

(Sumber: Hasil penelitian, 2023)

e. Beban mati tambahan akibat beban baja

Proses perhitungan beban mati tambahan akibat beban baja yang digunakan sebagai balok dapat dijabarkan sebagai berikut:

1) SB1 WF 900x300x16x28

Diketahui:

$$h = 900 \text{ mm} = 0,9 \text{ m}$$

$$bf = 300 \text{ mm} = 0,3 \text{ m}$$

$$tw = 16 \text{ mm} = 0,016 \text{ m}$$

$$tf = 28 \text{ mm} = 0,028 \text{ m}$$

a) Luas *flens* (sayap)

$$L_1 \text{ dan } L_3$$

$$= bf \times tf$$

$$= 0,3 \text{ m} \times 0,028 \text{ m}$$

$$= 0,008 \text{ m}^2$$

b) Luas *web* (badan)

$$= h - tf - tf$$

$$= 0,9 \text{ m} - 0,028 \text{ m} - 0,028 \text{ m}$$

$$= 0,844 \text{ m}$$

$$L_2$$

$$= 0,844 \text{ m} \times tw$$

$$= 0,844 \text{ m} \times 0,016 \text{ m}$$

$$= 0,013 \text{ m}^2$$

c) L_{total}

$$= L_1 + L_2 + L_3$$

$$= 0,008 \text{ m}^2 + 0,013 \text{ m}^2 + 0,008 \text{ m}^2$$

$$= 0,029 \text{ m}^2$$

d) Volume baja

$$= L_{total} \times \text{bentang}$$

$$= 0,029 \text{ m}^2 \times 10 \text{ m}$$

$$= 0,29 \text{ m}^3$$

e) Berat baja

$$= 76,982 \text{ kN/m}^3 \times 0,29 \text{ m}^3$$

$$= 22,325 \text{ kN}$$

2) SB2 WF 800x300x14x26

Diketahui:

$$h = 800 \text{ mm} = 0,8 \text{ m}$$

$$\begin{aligned}bf &= 300 \text{ mm} = 0,3 \text{ m} \\tw &= 14 \text{ mm} = 0,014 \text{ m} \\tf &= 26 \text{ mm} = 0,026 \text{ m}\end{aligned}$$

a) Luas *flens* (sayap)

$$\begin{aligned}L_1 \text{ dan } L_3 &= bf \times tf \\&= 0,3 \text{ m} \times 0,026 \text{ m} \\&= 0,008 \text{ m}^2\end{aligned}$$

b) Luas *web* (badan)

$$\begin{aligned}&= h - tf - tf \\&= 0,8 \text{ m} - 0,026 \text{ m} - 0,026 \text{ m} \\&= 0,748 \text{ m} \\L_2 &= 0,748 \text{ m} \times tw \\&= 0,748 \text{ m} \times 0,014 \text{ m} \\&= 0,01 \text{ m}^2\end{aligned}$$

c) L_{total}

$$\begin{aligned}&= L_1 + L_2 + L_3 \\&= 0,008 \text{ m}^2 + 0,01 \text{ m}^2 + 0,008 \text{ m}^2 \\&= 0,026 \text{ m}^2\end{aligned}$$

d) Volume baja

$$\begin{aligned}&= L_{total} \times \text{bentang} \\&= 0,026 \text{ m}^2 \times 10 \text{ m} \\&= 0,26 \text{ m}^3\end{aligned}$$

e) Berat baja

$$\begin{aligned}&= 76,982 \text{ kN/m}^3 \times 0,26 \text{ m}^3 \\&= 20,015 \text{ kN}\end{aligned}$$

3) SB3 WF 700x300x13x24

Diketahui;

$$\begin{aligned}h &= 700 \text{ mm} = 0,7 \text{ m} \\bf &= 300 \text{ mm} = 0,3 \text{ m} \\tw &= 13 \text{ mm} = 0,013 \text{ m} \\tf &= 24 \text{ mm} = 0,024 \text{ m}\end{aligned}$$

a) Luas *flens* (sayap)

$$\begin{aligned}L_1 \text{ dan } L_3 &= bf \times tf \\&= 0,3 \text{ m} \times 0,024 \text{ m} \\&= 0,007 \text{ m}^2\end{aligned}$$

b) Luas *web* (badan)

$$\begin{aligned}&= h - tf - tf \\&= 0,7 \text{ m} - 0,024 \text{ m} - 0,024 \text{ m} \\&= 0,652 \text{ m} \\L_2 &= 0,652 \text{ m} \times tw \\&= 0,652 \text{ m} \times 0,013 \text{ m} \\&= 0,008 \text{ m}^2\end{aligned}$$

c) L_{total}

$$= L_1 + L_2 + L_3$$

$$\begin{aligned}
&= 0,007 \text{ m}^2 + 0,008 \text{ m}^2 + 0,007 \text{ m}^2 \\
&= 0,022 \text{ m}^2 \\
\text{d) Volume baja} &= L_{\text{total}} \times \text{bentang} \\
&= 0,022 \text{ m}^2 \times 10 \text{ m} \\
&= 0,22 \text{ m}^3 \\
\text{e) Berat baja} &= 76,982 \text{ kN/m}^3 \times 0,22 \text{ m}^3 \\
&= 16,936 \text{ kN}
\end{aligned}$$

4) SB4 WF 300x150x6,5x9

Diketahui:

$$\begin{aligned}
h &= 300 \text{ mm} = 0,3 \text{ m} \\
bf &= 150 \text{ mm} = 0,15 \text{ m} \\
tw &= 6,5 \text{ mm} = 0,006 \text{ m} \\
tf &= 9 \text{ mm} = 0,009 \text{ m}
\end{aligned}$$

a) Luas *flens* (sayap)

$$\begin{aligned}
L_1 \text{ dan } L_3 &= bf \times tf \\
&= 0,15 \text{ m} \times 0,009 \text{ m} \\
&= 0,001 \text{ m}^2
\end{aligned}$$

b) Luas *web* (badan)

$$\begin{aligned}
L_2 &= h - tf - tf \\
&= 0,3 \text{ m} - 0,009 \text{ m} - 0,009 \text{ m} \\
&= 0,282 \text{ m} \\
&= 0,282 \text{ m} \times tw \\
&= 0,282 \text{ m} \times 0,006 \text{ m} \\
&= 0,002 \text{ m}^2
\end{aligned}$$

c) L_{total}

$$\begin{aligned}
&= L_1 + L_2 + L_3 \\
&= 0,001 \text{ m}^2 + 0,002 \text{ m}^2 + 0,001 \text{ m}^2 \\
&= 0,004 \text{ m}^2
\end{aligned}$$

d) Volume baja

$$\begin{aligned}
&= L_{\text{total}} \times \text{bentang} \\
&= 0,004 \text{ m}^2 \times 10 \text{ m} \\
&= 0,04 \text{ m}^3
\end{aligned}$$

e) Berat baja

$$\begin{aligned}
&= 76,982 \text{ kN/m}^3 \times 0,04 \text{ m}^3 \\
&= 3,08 \text{ kN}
\end{aligned}$$

5) SB5 WF 600x200x11x17

Diketahui:

$$\begin{aligned}
h &= 600 \text{ mm} = 0,6 \text{ m} \\
bf &= 200 \text{ mm} = 0,2 \text{ m} \\
tw &= 11 \text{ mm} = 0,011 \text{ m} \\
tf &= 17 \text{ mm} = 0,017 \text{ m}
\end{aligned}$$

a) Luas *flens* (sayap)

L_1 dan L_3	$= bf \times tf$ $= 0,2 \text{ m} \times 0,017 \text{ m}$ $= 0,003 \text{ m}^2$
b) Luas <i>web</i> (badan)	$= h - tf - tf$ $= 0,6 \text{ m} - 0,017 \text{ m} - 0,017 \text{ m}$ $= 0,566 \text{ m}$
L_2	$= 0,566 \text{ m} \times tw$ $= 0,566 \text{ m} \times 0,011 \text{ m}$ $= 0,006 \text{ m}^2$
c) L_{total}	$= L_1 + L_2 + L_3$ $= 0,003 \text{ m}^2 + 0,006 \text{ m}^2 + 0,003 \text{ m}^2$ $= 0,012 \text{ m}^2$
d) Volume baja	$= L_{total} \times \text{bentang}$ $= 0,012 \text{ m}^2 \times 10 \text{ m}$ $= 0,12 \text{ m}^3$
e) Berat baja	$= 76,982 \text{ kN/m}^3 \times 0,12 \text{ m}^3$ $= 9,238 \text{ kN}$
6) SB11 WF 500x200x10x16	
Diketahui:	
$h = 500 \text{ mm} = 0,5 \text{ m}$	
$bf = 200 \text{ mm} = 0,2 \text{ m}$	
$tw = 10 \text{ mm} = 0,01 \text{ m}$	
$tf = 16 \text{ mm} = 0,016 \text{ m}$	
a) Luas <i>flens</i> (sayap)	
L_1 dan L_3	$= bf \times tf$ $= 0,2 \text{ m} \times 0,016 \text{ m}$ $= 0,003 \text{ m}^2$
b) Luas <i>web</i> (badan)	$= h - tf - tf$ $= 0,5 \text{ m} - 0,016 \text{ m} - 0,016 \text{ m}$ $= 0,468 \text{ m}$
L_2	$= 0,468 \text{ m} \times tw$ $= 0,468 \text{ m} \times 0,01 \text{ m}$ $= 0,005 \text{ m}^2$
c) L_{total}	$= L_1 + L_2 + L_3$ $= 0,003 \text{ m}^2 + 0,005 \text{ m}^2 + 0,003 \text{ m}^2$ $= 0,011 \text{ m}^2$
d) Volume baja	$= L_{total} \times \text{bentang}$ $= 0,011 \text{ m}^2 \times 10 \text{ m}$

$$\begin{aligned}
 &= 0,11 \text{ m}^3 \\
 \text{e) Berat baja} &= 76,982 \text{ kN/m}^3 \times 0,11 \text{ m}^3 \\
 &= 8,468 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

7) SB12 UNP 100x50x5

Diketahui:

$$h = 100 \text{ mm} = 0,1 \text{ m}$$

$$bf = 50 \text{ mm} = 0,05 \text{ m}$$

$$t = 5 \text{ mm} = 0,005 \text{ m}$$

$$\begin{aligned}
 \text{a) } L_{\text{total}} &= (h + (2bf)) \times t \\
 &= (0,1 + (2 \times 0,05)) \times 0,005 \\
 &= 0,001 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{b) Volume baja} &= L_{\text{total}} \times \text{bentang} \\
 &= 0,001 \text{ m}^2 \times 10 \text{ m} \\
 &= 0,01 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{c) Berat baja} &= 76,982 \text{ kN/m}^3 \times 0,01 \text{ m}^3 \\
 &= 0,77 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

f. Beban mati tambahan pada pelat lantai

Beban mati tambahan yang bekerja pada pelat lantai meliputi:

Tabel 4.13 Beban Mati Tambahan pada Pelat Lantai

No	Komponen Beban	Tebal (cm)	Berat Volume (kN/m ³)	Beban (kN/m ²)
1	Spesi	2	21	0,42
2	Keramik	1	22	0,22
3	Plafon dan penggantung	-	-	0,20
4	Instalasi MEP	-	-	0,25
Total beban mati pada pelat lantai				1,09

(Sumber: Hasil penelitian, 2023)

g. Beban mati tambahan pada lantai atap

Beban mati yang bekerja pada lantai atap meliputi:

Tabel 4.14 Beban Mati pada Lantai Atap

No	Komponen Beban	Beban (kN/m ²)
1	Waterproofing	0,28
2	Plafon dan penggantung	0,20
3	Instalasi MEP	0,25
Total beban mati pada lantai atap		0,73

(Sumber: Hasil penelitian, 2023)

4.6 Beban Hidup

Beban hidup ditentukan sesuai dengan SNI 1727:2020 tentang Beban Desain Minimum dan Kriteria Terkait untuk Bangunan Gedung dan Struktur Lain. Beban hidup yang ditinjau sesuai dengan fungsi ruangan yaitu sebagai berikut:

1. Ruang medis/ruang perawatan = 1,92 kN/m²
2. Koridor diatas lantai pertama = 3,83 kN/m²
3. Ruang penyimpanan = 3,83 kN/m²

4. Ruang <i>engineering</i>	= 4,79 kN/m ²
5. Ruang santai VVIP	= 4,79 kN/m ²
6. Ruang sholat	= 4,79 kN/m ²
7. Ruang kendali	= 1,92 kN/m ²
8. Lobi utama	= 4,79 kN/m ²
9. Koridor	= 4,79 kN/m ²
10. Dapur	= 7,18 kN/m ²
11. Toilet	= 2,87 kN/m ²
12. Atap	= 4,79 kN/m ²

4.7 Beban Angin

Beban angin merupakan beban yang ditimbulkan oleh terpaan angin dimana terdapat 2 (dua) jenis yaitu angin desak dan angin hisap yang dianggap sebagai beban merata. Beban angin yang bekerja pada gedung *Meeting, Incentive, Convention and Exhibition* (MICE) meliputi:

1. Kecepatan angin dasar (V)	= 40 m/s
2. Kategori eksposur	= C
3. Faktor arah angin (K_d)	= 0,85
4. Faktor topografi (K_{zt})	= 1
5. Faktor pengaruh tiupan angin (G)	= 0,85
6. Tinggi lapisan batas atmosfer (Z_g)	= 274,32 m
7. Lebar zona koefisien tekan (a)	= 9,5
8. Koefisien tekanan eksternal (C_{pf})	= 0,8
9. Koefisien tekanan internal (C_{pi})	= -0,55

Untuk beban angin pada kolom untuk pada setiap lantai memiliki faktor elevasi permukaan tanah (K_z) dan nilai tekanan velositas (q_z) yang berbeda pada setiap lantainya. Adapun proses perhitungan faktor elevasi permukaan tanah (K_z) pada setiap lantainya dapat dijabarkan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 K_z \text{ pada lantai 1} &= 2,01 \left(\frac{z}{z_g}\right)^{2/a} \\
 &= 2,01 \left(\frac{0}{274,32}\right)^{2/9,50} \\
 &= 0
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 K_z \text{ pada lantai } mezzanine &= 2,01 \left(\frac{z}{z_g}\right)^{2/a} \\
 &= 2,01 \left(\frac{4}{274,32}\right)^{2/9,50} \\
 &= 0,82
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 K_z \text{ pada } observation \text{ deck} &= 2,01 \left(\frac{z}{z_g}\right)^{2/a} \\
 &= 2,01 \left(\frac{8}{274,32}\right)^{2/9,50}
 \end{aligned}$$

$$= 0,95$$

Untuk mendapatkan nilai tekanan velositas (q_z) pada setiap lantai perhitungannya dapat dijabarkan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} q_z \text{ pada lantai 1} &= 0,613 \times K_z \times K_{zt} \times K_d \times (V^2) \\ &= 0,613 \times 0 \times 1 \times 0,85 \times (40^2) \\ &= 0 \text{ N/m}^2 = 0 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} q_z \text{ pada lantai } mezzanine &= 0,613 \times K_z \times K_{zt} \times K_d \times (V^2) \\ &= 0,613 \times 0,82 \times 1 \times 0,85 \times (40^2) \\ &= 683,618 \text{ N/m}^2 = 0,684 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} q_z \text{ pada } observation \text{ deck} &= 0,613 \times K_z \times K_{zt} \times K_d \times (V^2) \\ &= 0,613 \times 0,95 \times 1 \times 0,85 \times (40^2) \\ &= 791,996 \text{ N/m}^2 = 0,792 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

Untuk lebih jelasnya nilai faktor elevasi permukaan tanah (K_z) dan nilai tekanan velositas (q_z) pada setiap lantai dapat dilihat pada **Tabel 4.15**.

Tabel 4.15 Beban Angin pada Kolom

Lantai	z (m)	a	Z_g (m)	K_z	K_d	V	q_z (N/m ²)	q_z (kN/m ²)
Observation deck	8	9,50	274,32	0,95	0,85	40	791,996	0,792
Mezzanine	4	9,50	274,32	0,82	0,85	40	683,618	0,684
Lantai 1	0	9,50	274,32	0	0,85	40	0	0

(Sumber: Hasil Penelitian, 2023)

Beban angin pada dinding untuk disetiap lantai dihitung berdasarkan jarak antar kolom dimana beban angin pada dinding dibedakan menjadi beban angin desak dan beban angin hisap. Adapun proses perhitungannya dapat dijabarkan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} P \text{ desak pada lantai 1} &= G \times q_z \times C_{pf} \\ &= 0,85 \times 0 \times 0,8 \\ &= 0 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P \text{ desak pada lantai } mezzanine &= G \times q_z \times C_{pf} \\ &= 0,85 \times 0,684 \times 0,8 \\ &= 0,46 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P \text{ desak pada } observation \text{ deck} &= G \times q_z \times C_{pf} \\ &= 0,85 \times 0,792 \times 0,8 \\ &= 0,54 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P \text{ hisap pada lantai 1} &= G \times q_z \times C_{pi} \\ &= 0,85 \times 0 \times (-0,55) \\ &= 0 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P \text{ hisap pada lantai } mezzanine &= G \times q_z \times C_{pi} \\ &= 0,85 \times 0,684 \times (-0,55) \\ &= -0,32 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P \text{ hisap pada } observation \text{ deck} &= G \times q_z \times C_{pi} \\
 &= 0,85 \times 0,792 \times (-0,55) \\
 &= -0,37 \text{ kN/m}^2
 \end{aligned}$$

Setelah mendapatkan nilai P desak dan P hisap pada setiap lantai selanjutnya menghitung P desak dan P hisap berdasarkan jarak antar kolom. Adapun proses perhitungannya dapat dijabarkan sebagai berikut:

P desak pada lantai 1 dengan

$$\begin{aligned}
 \text{jarak antar kolom 10 meter} &= P \text{ desak} \times \text{Jarak antar kolom} \\
 &= 0 \times 10 \\
 &= 0 \text{ kN/m}
 \end{aligned}$$

P desak pada *mezzanine* dengan

$$\begin{aligned}
 \text{jarak antar kolom 10 meter} &= P \text{ desak} \times \text{Jarak antar kolom} \\
 &= 0,46 \times 10 \\
 &= 4,6 \text{ kN/m}
 \end{aligned}$$

P desak pada *observation deck* dengan

$$\begin{aligned}
 \text{jarak antar kolom 10 meter} &= P \text{ desak} \times \text{Jarak antar kolom} \\
 &= 0,56 \times 10 \\
 &= 5,6 \text{ kN/m}
 \end{aligned}$$

P hisap pada lantai 1 dengan

$$\begin{aligned}
 \text{jarak antar kolom 10 meter} &= P \text{ hisap} \times \text{Jarak antar kolom} \\
 &= 0 \times 10 \\
 &= 0 \text{ kN/m}
 \end{aligned}$$

P hisap pada *mezzanine* dengan

$$\begin{aligned}
 \text{jarak antar kolom 10 meter} &= P \text{ hisap} \times \text{Jarak antar kolom} \\
 &= -0,32 \times 10 \\
 &= -3,2 \text{ kN/m}
 \end{aligned}$$

P hisap pada *observation deck* dengan

$$\begin{aligned}
 \text{jarak antar kolom 10 meter} &= P \text{ hisap} \times \text{Jarak antar kolom} \\
 &= -0,37 \times 10 \\
 &= -3,7 \text{ kN/m}
 \end{aligned}$$

P desak pada lantai 1 dengan

$$\begin{aligned}
 \text{jarak antar kolom 7,5 meter} &= P \text{ desak} \times \text{Jarak antar kolom} \\
 &= 0 \times 7,5 \\
 &= 0 \text{ kN/m}
 \end{aligned}$$

P desak pada *mezzanine* dengan

$$\begin{aligned}
 \text{jarak antar kolom 7,5 meter} &= P \text{ desak} \times \text{Jarak antar kolom} \\
 &= 0,46 \times 7,5 \\
 &= 3,45 \text{ kN/m}
 \end{aligned}$$

P desak pada *observation deck* dengan

$$\begin{aligned}\text{jarak antar kolom 7,5 meter} &= P \text{ desak} \times \text{Jarak antar kolom} \\ &= 0,56 \times 7,5 \\ &= 4,05 \text{ kN/m}\end{aligned}$$

P hisap pada lantai 1 dengan

$$\begin{aligned}\text{jarak antar kolom 7,5 meter} &= P \text{ hisap} \times \text{Jarak antar kolom} \\ &= 0 \times 7,5 \\ &= 0 \text{ kN/m}\end{aligned}$$

P hisap pada *mezzanine* dengan

$$\begin{aligned}\text{jarak antar kolom 7,5 meter} &= P \text{ hisap} \times \text{Jarak antar kolom} \\ &= -0,32 \times 7,5 \\ &= -2,4 \text{ kN/m}\end{aligned}$$

P hisap pada *observation deck* dengan

$$\begin{aligned}\text{jarak antar kolom 7,5 meter} &= P \text{ hisap} \times \text{Jarak antar kolom} \\ &= -0,37 \times 7,5 \\ &= -2,77 \text{ kN/m}\end{aligned}$$

P desak pada lantai 1 dengan

$$\begin{aligned}\text{jarak antar kolom 5 meter} &= P \text{ desak} \times \text{Jarak antar kolom} \\ &= 0 \times 5 \\ &= 0 \text{ kN/m}\end{aligned}$$

P desak pada *mezzanine* dengan

$$\begin{aligned}\text{jarak antar kolom 5 meter} &= P \text{ desak} \times \text{Jarak antar kolom} \\ &= 0,46 \times 5 \\ &= 2,3 \text{ kN/m}\end{aligned}$$

P desak pada *observation deck* dengan

$$\begin{aligned}\text{jarak antar kolom 5 meter} &= P \text{ desak} \times \text{Jarak antar kolom} \\ &= 0,56 \times 5 \\ &= 2,7 \text{ kN/m}\end{aligned}$$

P hisap pada lantai 1 dengan

$$\begin{aligned}\text{jarak antar kolom 5 meter} &= P \text{ hisap} \times \text{Jarak antar kolom} \\ &= 0 \times 5 \\ &= 0 \text{ kN/m}\end{aligned}$$

P hisap pada *mezzanine* dengan

$$\begin{aligned}\text{jarak antar kolom 5 meter} &= P \text{ hisap} \times \text{Jarak antar kolom} \\ &= -0,32 \times 5 \\ &= -1,6 \text{ kN/m}\end{aligned}$$

P hisap pada *observation deck* dengan

$$\begin{aligned}\text{jarak antar kolom 5 meter} &= P \text{ hisap} \times \text{Jarak antar kolom}\end{aligned}$$

$$= -0,37 \times 5$$

$$= -1,85 \text{ kN/m}$$

Untuk lebih jelasnya nilai P desak dan P hisap pada setiap lantai dengan jarak antar kolom yang berbeda dapat dilihat pada **Tabel 4.16**, **Tabel 4.17** dan **Tabel 4.18**.

Tabel 4.16 Nilai P desak dan P hisap dengan Jarak Antar Kolom 10 m

Lantai	$q_z \text{ (kN/m}^2\text{)}$	P Desak (kN/m ²)	P Hisap (kN/m ²)	P Desak (kN/m)	P Hisap (kN/m)
Observation deck	0,792	0,54	-0,37	5,4	-3,7
Mezanine	0,684	0,46	-0,32	4,6	-3,2
Lantai 1	0	0	0	0	0

(Sumber: Hasil Penelitian, 2023)

Tabel 4.17 Nilai P desak dan P hisap dengan Jarak Antar Kolom 7,5 m

Lantai	$q_z \text{ (kN/m}^2\text{)}$	P Desak (kN/m ²)	P Hisap (kN/m ²)	P Desak (kN/m)	P Hisap (kN/m)
Observation deck	0,792	0,54	-0,37	4,05	-2,77
Mezanine	0,684	0,46	-0,32	3,45	-2,4
Lantai 1	0	0	0	0	0

(Sumber: Hasil Penelitian, 2023)

Tabel 4.18 Nilai P desak dan P hisap dengan Jarak Antar Kolom 5 m

Lantai	$q_z \text{ (kN/m}^2\text{)}$	P Desak (kN/m ²)	P Hisap (kN/m ²)	P Desak (kN/m)	P Hisap (kN/m)
Observation deck	0,792	0,54	-0,37	2,7	-1,85
Mezanine	0,684	0,46	-0,32	2,3	-1,6
Lantai 1	0	0	0	0	0

(Sumber: Hasil Penelitian, 2023)

4.8 Beban Gempa

Pembangunan gedung *Meeting, Incentive, Convention and Exhibition* (MICE) terletak di Desa Golo Mori, Kecamatan Komodo, Kabupaten Manggarai Barat, Provinsi Nusa Tenggara Timur difungsikan sebagai gedung pertemuan dan memiliki kelas situs SC (tanah keras, sangat padat dan batuan lunak). Data-data yang dibutuhkan untuk menghitung beban gempa yaitu sebagai berikut:

1. Kategori resiko bangunan gedung = III
2. Faktor keutamaan gempa (I_e) = 1,25
3. Parameter dasar S_s dan S_l = S_s (0,969) dan S_l (0,387)
4. Koefisien situs F_a dan F_v = F_a (1,012) dan F_v (1,413)
5. Kategori desain seismik
berdasarkan nilai S_{DS} = D
6. Kategori desain seismik
berdasarkan nilai S_{DI} = D
7. Sistem struktur = Dinding geser, baja dan beton komposit khusus
8. Koefisien modifikasi respons (R^a) = 7
9. Faktor kuat lebih system (Ω_0^b) = $2^{1/2}$

10. Faktor pembesaran defleksi (C_d^e) = 6

Data-data yang diperoleh mengacu pada SNI 1726:2019 dan didapat dari hasil penginputan lokasi pembangunan gedung pada puskim.pu.go.id dengan menggunakan data-data yang telah tersedia selanjutnya mencari nilai parameter respon spektra percepatan S_{MS} dan S_{M1} . Setelah mendapatkan nilai parameter respon spektra percepatan selanjutnya mencari nilai parameter percepatan spektra desain S_{DS} dan S_{D1} . Adapun untuk perhitungannya yaitu sebagai berikut:

1. Parameter Respon Spektra Percepatan

$$\begin{aligned} \text{a. } S_{MS} &= F_a \times S_s \\ &= 1,012 \times 0,969 \\ &= 0,981 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{b. } S_{M1} &= F_a \times S_1 \\ &= 1,012 \times 0,387 \\ &= 0,392 \end{aligned}$$

2. Parameter Percepatan Spektra Desain

$$\begin{aligned} \text{a. } S_{DS} &= \frac{2}{3} \times S_{MS} \\ &= \frac{2}{3} \times 0,981 \\ &= 0,654 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{b. } S_{D1} &= \frac{2}{3} \times S_{M1} \\ &= \frac{2}{3} \times 0,392 \\ &= 0,261 \end{aligned}$$

4.9 Kombinasi Pembebanan

Kombinasi pembebanan yang digunakan mengikuti persyaratan SNI 1727:2020, adapun jenis beban yang dipakai yaitu beban mati (DL), beban hidup (LL), beban hidup atap (L_r), beban angin arah-X (W_x), beban angin arah-Y (W_y) dan beban gempa arah-X (E_{qdx}) serta beban gempa arah-Y (E_{qdy}). Dari 6 kombinasi beban dilakukan pemecahan kombinasi menjadi 25 kombinasi meliputi:

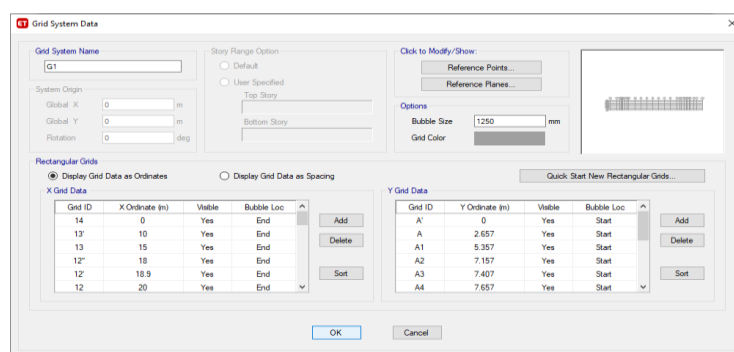
1. $1,4DL$
2. $1,2DL + 1,6LL + 0,5L_r$
3. $1,2DL + 1,6L_r + 1LL$
4. $1,2DL + 1,6L_r + 0,5W_x$
5. $1,2DL + 1,6L_r + 0,5W_y$
6. $1,2DL + 1W_x + 1LL + 0,5L_r$
7. $1,2DL + 1W_y + 1LL + 0,5L_r$
8. $1,331DL + 1,3E_{qdx} + 0,39E_{qdy} + 1LL$

9. $1,331DL + 1,3Eqdx - 0,39Eqdy + 1LL$
10. $1,331DL - 1,3Eqdx + 0,39Eqdy + 1LL$
11. $1,331DL - 1,3Eqdx - 0,39Eqdy + 1LL$
12. $1,331DL + 0,39Eqdx + 1,3Eqdy + 1LL$
13. $1,331DL + 0,39Eqdx - 1,3Eqdy + 1LL$
14. $1,331DL - 0,39Eqdx + 1,3Eqdy + 1LL$
15. $1,331DL - 0,39Eqdx - 1,3Eqdy + 1LL$
16. $0,6DL + 1Wx$
17. $0,6DL + 1Wy$
18. $0,769DL + 1,3Eqdx + 0,39Eqdy$
19. $0,769DL + 1,3Eqdx - 0,39Eqdy$
20. $0,769DL - 1,3Eqdx + 0,39Eqdy$
21. $0,769DL - 1,3Eqdx - 0,39Eqdy$
22. $0,769DL + 0,39Eqdx + 1,3Eqdy$
23. $0,769DL + 0,39Eqdx - 1,3Eqdy$
24. $0,769DL - 0,39Eqdx + 1,3Eqdy$
25. $0,769DL - 0,39Eqdx - 1,3Eqdy$

4.10 Pembebanan Menggunakan Bantuan Software Etabs V18

Analisis pembebanan struktur atas menggunakan bantuan *software* Etabs V18 dengan asumsi perletakan jepit-jepit agar tidak terjadi pergeseran pada struktur. Adapun tahap untuk menghitung beban struktur atas menggunakan bantuan *software* Etabs V18 sebagai berikut:

1. Tahap *input data*
 - a. Memodelkan *grid*



Gambar 4.2 *Grid System Data*
Sumber: Etabs V18, 2023

Story	Height m	Elevation m	Master Story	Similar To	Splice Story	Splice Height m	Story Color
Observation Deck	4	12	No	None	No	0	Green
Lantai Mezzanine	4	8	No	None	No	0	Red
Lantai 1	4	4	No	None	No	0	Red
Base		0					

Note: Right Click on Grid for Options

Refresh View OK Cancel

Gambar 4.3 *Story Data*
Sumber: Etabs V18, 2023

2. Mendefinisikan material

Pada tahap ini memasukkan *material property* data yang mencakup nilai dari mutu beton dan mutu baja yang digunakan.

General Data

Material Name: Beton Fc' 25 Mpa

Material Type: Concrete

Directional Symmetry Type: Isotropic

Material Display Color: [Color Box] Change...

Material Notes: Modify/Show Notes...

Material Weight and Mass

☒ Specify Weight Density ☐ Specify Mass Density

Weight per Unit Volume: 23.5631 kN/m³

Mass per Unit Volume: 2402.77 kg/m³

Mechanical Property Data

Modulus of Elasticity, E: 23500 MPa

Poisson's Ratio, U: 0.2

Coefficient of Thermal Expansion, A: 0.000099 1/C

Shear Modulus, G: 9791.67 MPa

Design Property Data

Modify/Show Material Property Design Data...

Advanced Material Property Data

Nonlinear Material Data... Material Damping Properties... Time Dependent Properties...

OK Cancel

Gambar 4.4 *Material Property Data untuk Beton*
Sumber: Etabs V18, 2023

Material Property Design Data

Material Name and Type

Material Name: Beton Fc' 25 Mpa

Material Type: Concrete, Isotropic

Grade: Fc 4000 psi

Design Properties for Concrete Materials

Specified Concrete Compressive Strength, f'c: 25 MPa

☐ Lightweight Concrete

Shear Strength Reduction Factor:

OK Cancel

Gambar 4.5 *Input Mutu Beton*
Sumber: Etabs V18, 2023

General Data

Material Name: BJ TS 420A

Material Type: Rebar

Directional Symmetry Type: Uniaxial

Material Display Color: Change...

Material Notes: Modify/Show Notes...

Material Weight and Mass

☒ Specify Weight Density ☐ Specify Mass Density

Weight per Unit Volume: 76.9729 kN/m³

Mass per Unit Volume: 7849.047 kg/m³

Mechanical Property Data

Modulus of Elasticity, E: 200000 MPa

Coefficient of Thermal Expansion, A: 0.0000117 1/C

Design Property Data

Modify/Show Material Property Design Data...

Advanced Material Property Data

Nonlinear Material Data... Material Damping Properties... Time Dependent Properties...

OK Cancel

Gambar 4.6 *Material Property Data untuk Baja Tulangan Lentur*
Sumber: Etabs V18, 2023

Material Property Design Data

Material Name and Type

Material Name: BJ TS 420A

Material Type: Rebar, Uniaxial

Grade: Grade 60

Design Properties for Rebar Materials

Minimum Yield Strength, F_y : 420 MPa

Minimum Tensile Strength, F_u : 525 MPa

Expected Yield Strength, F_{ye} : 420 MPa

Expected Tensile Strength, F_{ue} : 525 MPa

OK Cancel

Gambar 4.7 Input F_y dan F_u Baja Tulangan Lentur
 Sumber: Etabs V18, 2023

Material Property Data

General Data

Material Name: Bj TP 280

Material Type: Rebar

Directional Symmetry Type: Uniaxial

Material Display Color: [Green Swatch] Change...

Material Notes: Modify/Show Notes...

Material Weight and Mass

☒ Specify Weight Density ☐ Specify Mass Density

Weight per Unit Volume: 76.9821 kN/m³

Mass per Unit Volume: 7849.989 kg/m³

Mechanical Property Data

Modulus of Elasticity, E : 200000 MPa

Coefficient of Thermal Expansion, A : 0.0000117 1/C

Design Property Data

Modify/Show Material Property Design Data...

Advanced Material Property Data

Nonlinear Material Data... Material Damping Properties... Time Dependent Properties...

OK Cancel

Gambar 4.8 Material Property Data untuk Baja Tulangan Senggang
 Sumber: Etabs V18, 2023

Material Property Design Data

Material Name and Type

Material Name: BJ TS 280
Material Type: Rebar, Uniaxial
Grade: Grade 60

Design Properties for Rebar Materials

Minimum Yield Strength, F_y : 280 MPa
Minimum Tensile Strength, F_u : 350 MPa
Expected Yield Strength, F_{ye} : 280 MPa
Expected Tensile Strength, F_{ue} : 350 MPa

OK Cancel

Gambar 4.9 Input F_y dan F_u Baja Tulangan Sengkang
Sumber: Etabs V18, 2023

Material Property Data

General Data

Material Name: BJ 37
Material Type: Steel
Directional Symmetry Type: Isotropic
Material Display Color: [Black] Change...
Material Notes: Modify/Show Notes...

Material Weight and Mass

☒ Specify Weight Density ☐ Specify Mass Density

Weight per Unit Volume: 76.9821 kN/m³
Mass per Unit Volume: 7849.989 kg/m³

Mechanical Property Data

Modulus of Elasticity, E : 200000 MPa
Poisson's Ratio, ν : 0.3
Coefficient of Thermal Expansion, α : 0.0000117 1/C
Shear Modulus, G : 76923.08 MPa

Design Property Data

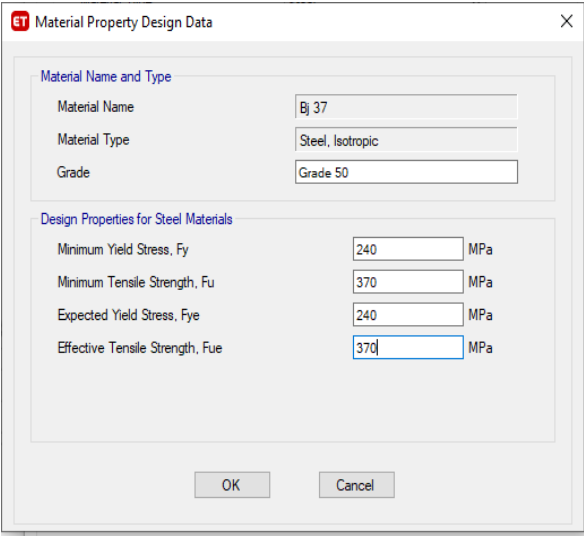
Modify/Show Material Property Design Data...

Advanced Material Property Data

Nonlinear Material Data... Material Damping Properties...
Time Dependent Properties...

OK Cancel

Gambar 4.10 Material *Property Data* untuk Baja Tulangan Konvensional
Sumber: Etabs V18, 2023



Material Property Design Data

Material Name and Type

Material Name: Bj 37

Material Type: Steel, Isotropic

Grade: Grade 50

Design Properties for Steel Materials

Minimum Yield Stress, F_y : 240 MPa

Minimum Tensile Strength, F_u : 370 MPa

Expected Yield Stress, F_{ye} : 240 MPa

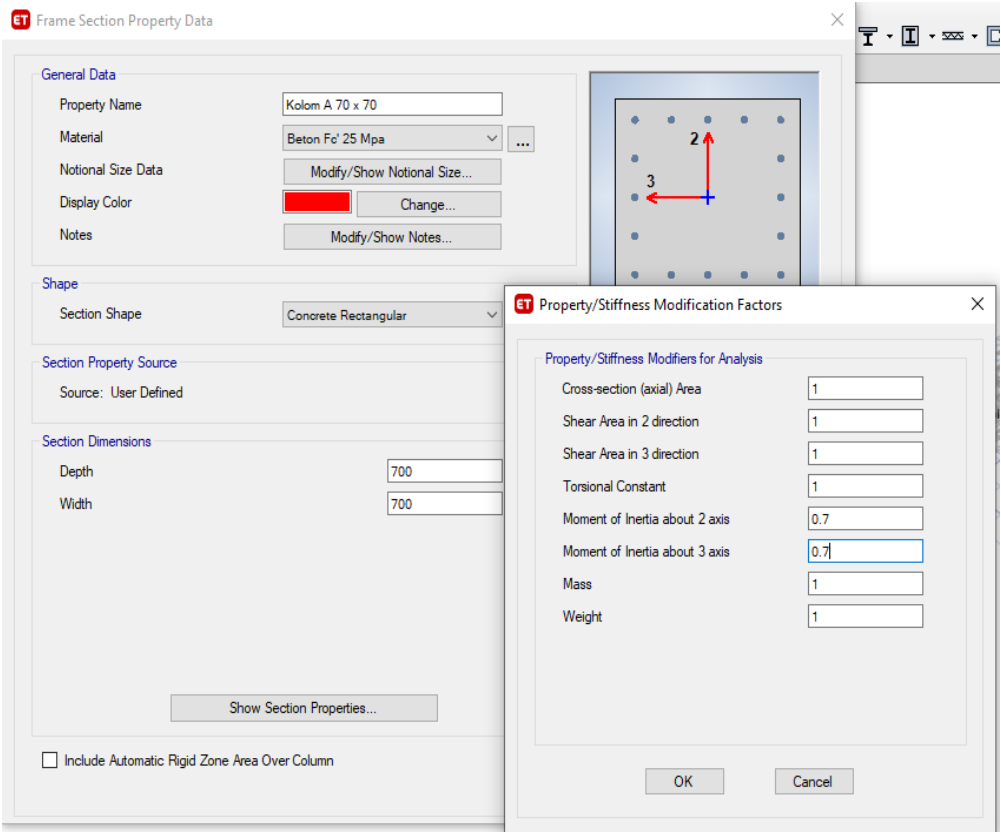
Effective Tensile Strength, F_{ue} : 370 MPa

OK Cancel

Gambar 4.11 Input F_y dan F_u Baja Tulangan Konvensional
 Sumber: Etabs V18, 2023

3. Membuat penampang struktur

Pada tahap ini dilakukan pembuatan penampang struktur seperti kolom, balok dan pelat sesuai dengan material yang telah di input sesuai dengan ukuran yang telah ditentukan.



Frame Section Property Data

General Data

Property Name: Kolom A 70 x 70

Material: Beton F_c 25 Mpa

Notional Size Data: Modify/Show Notional Size...

Display Color: Change...

Notes: Modify/Show Notes...

Shape

Section Shape: Concrete Rectangular

Section Property Source

Source: User Defined

Section Dimensions

Depth: 700

Width: 700

Show Section Properties...

☐ Include Automatic Rigid Zone Area Over Column

Property/Stiffness Modification Factors

Property/Stiffness Modifiers for Analysis

Cross-section (axial) Area: 1

Shear Area in 2 direction: 1

Shear Area in 3 direction: 1

Torsional Constant: 1

Moment of Inertia about 2 axis: 0.7

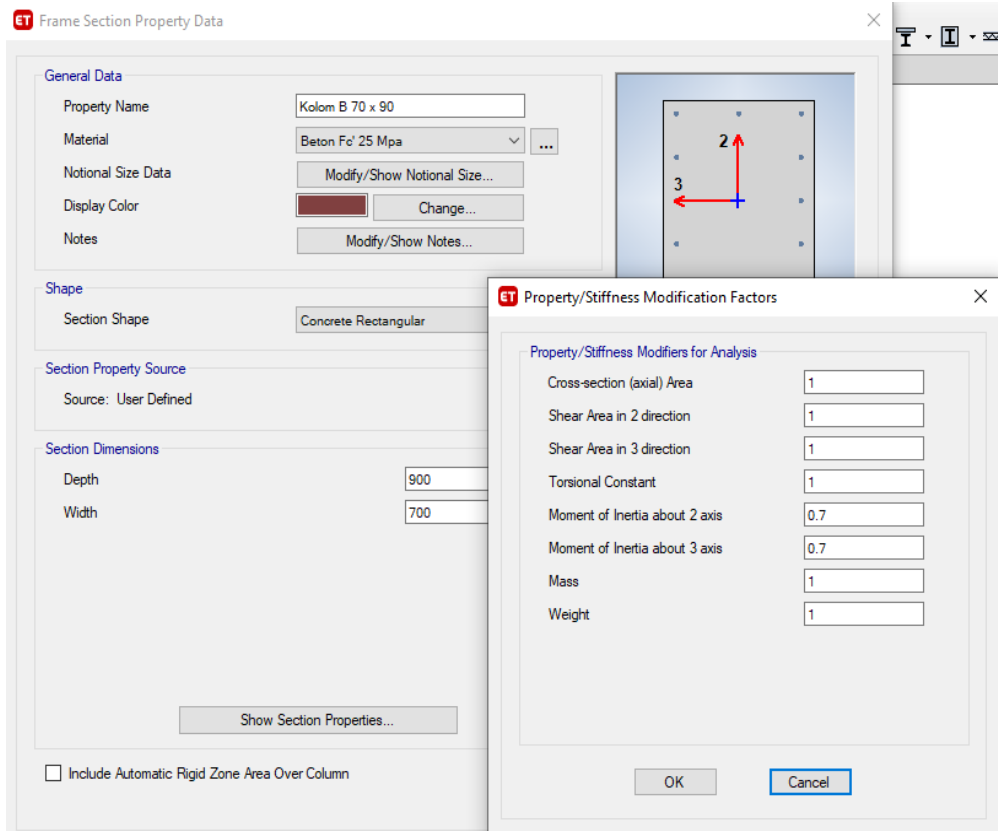
Moment of Inertia about 3 axis: 0.7

Mass: 1

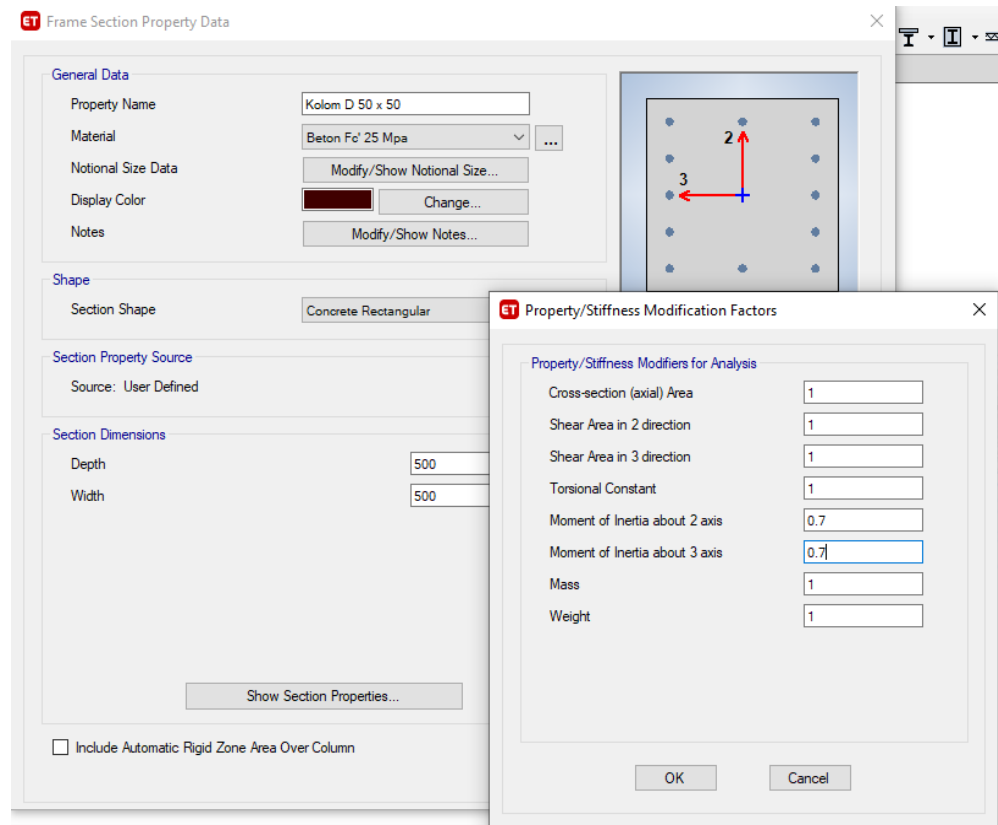
Weight: 1

OK Cancel

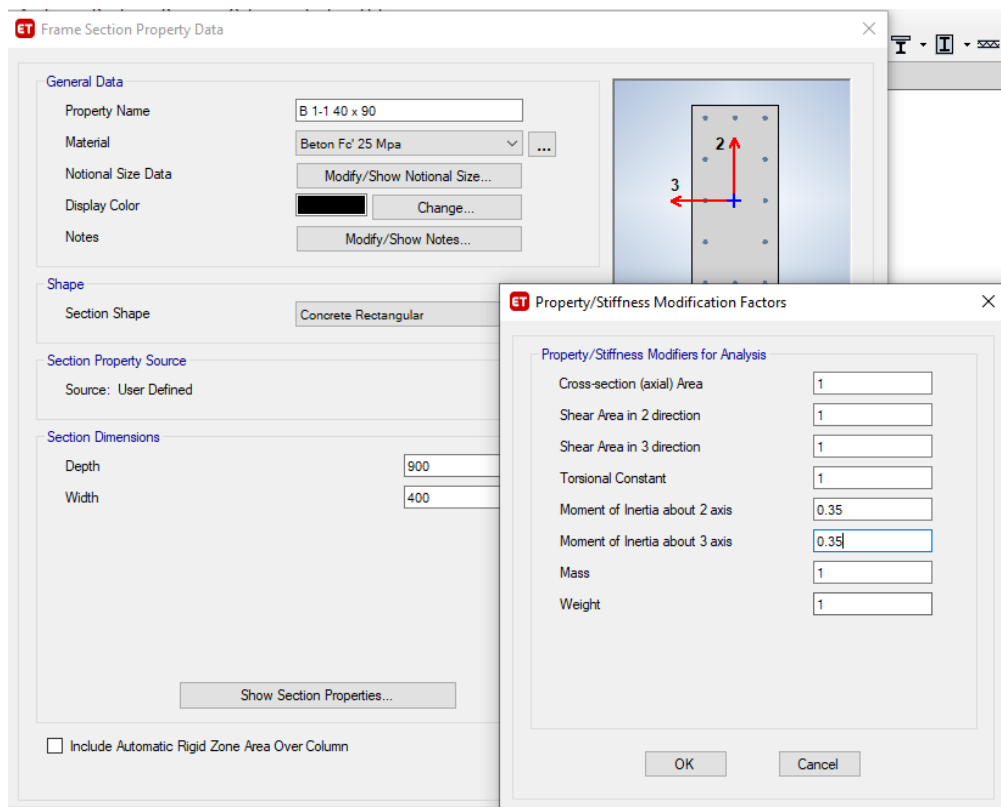
Gambar 4.12 Property Kolom 70 x 70
 Sumber: Etabs V18, 2023



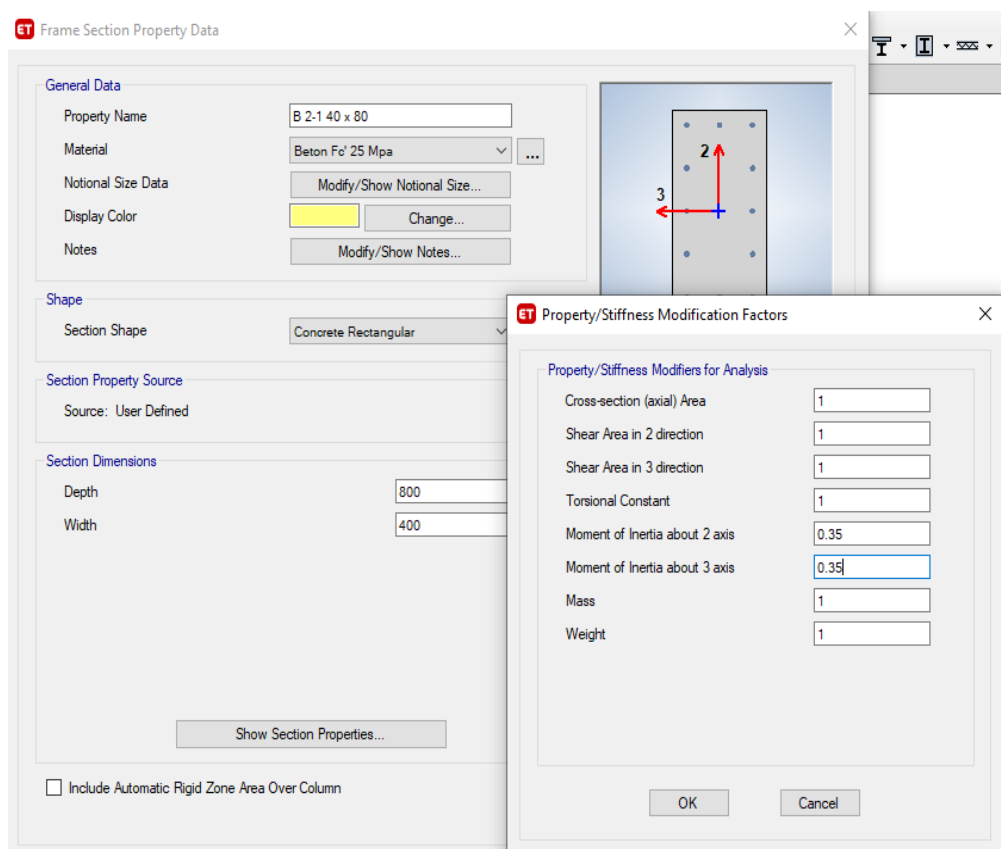
Gambar 4.13 Property Kolom 70 x 90
Sumber: Etabs V18, 2023



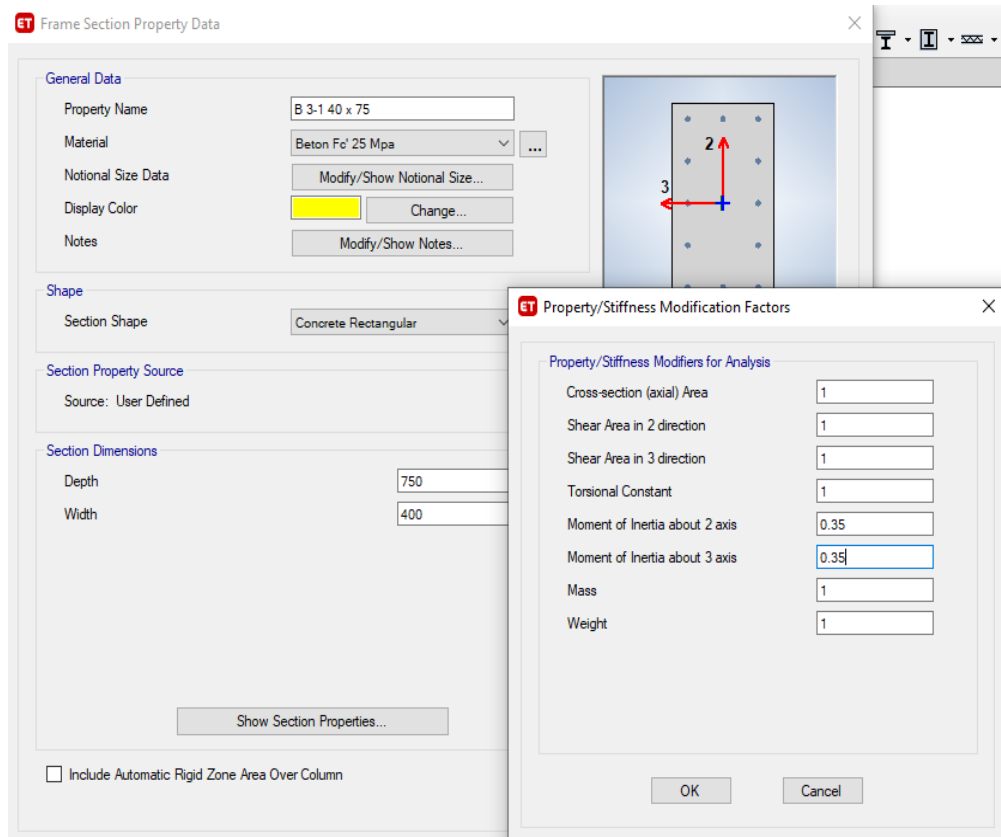
Gambar 4.14 Property Kolom 50 x 50
Sumber: Etabs V18, 2023



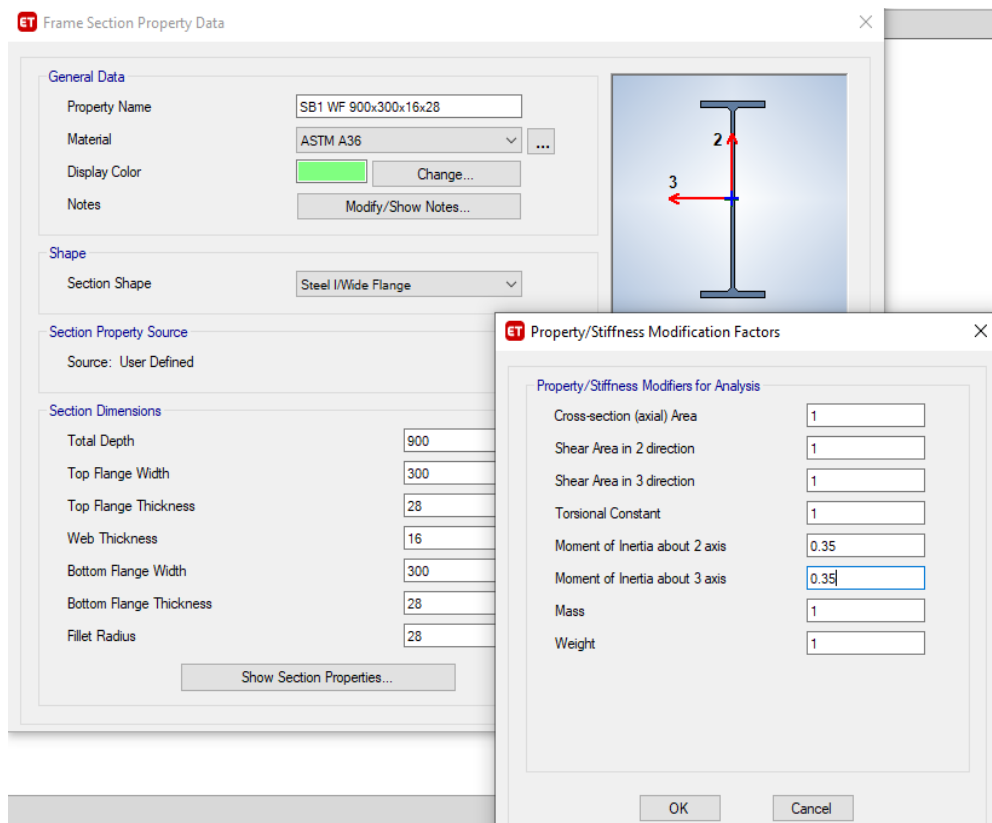
Gambar 4.15 Property Balok 40 x 90
Sumber: Etabs V18, 2023



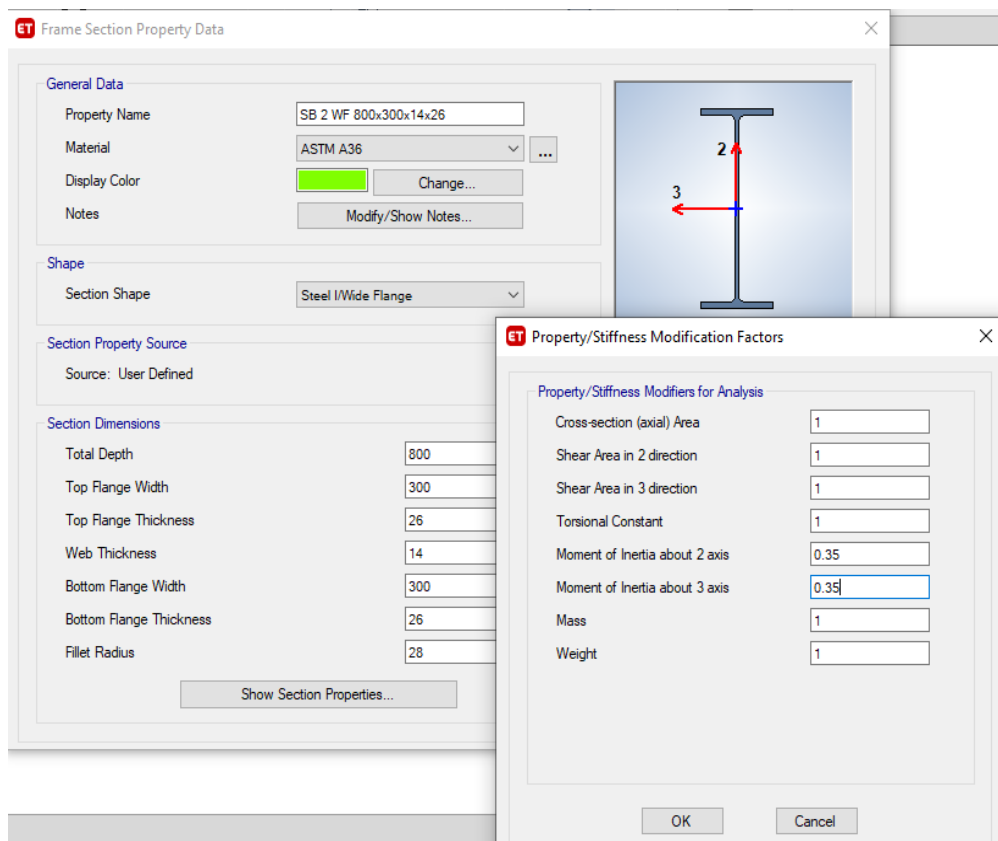
Gambar 4.16 Property Balok 40 x 80
Sumber: Etabs V18, 2023



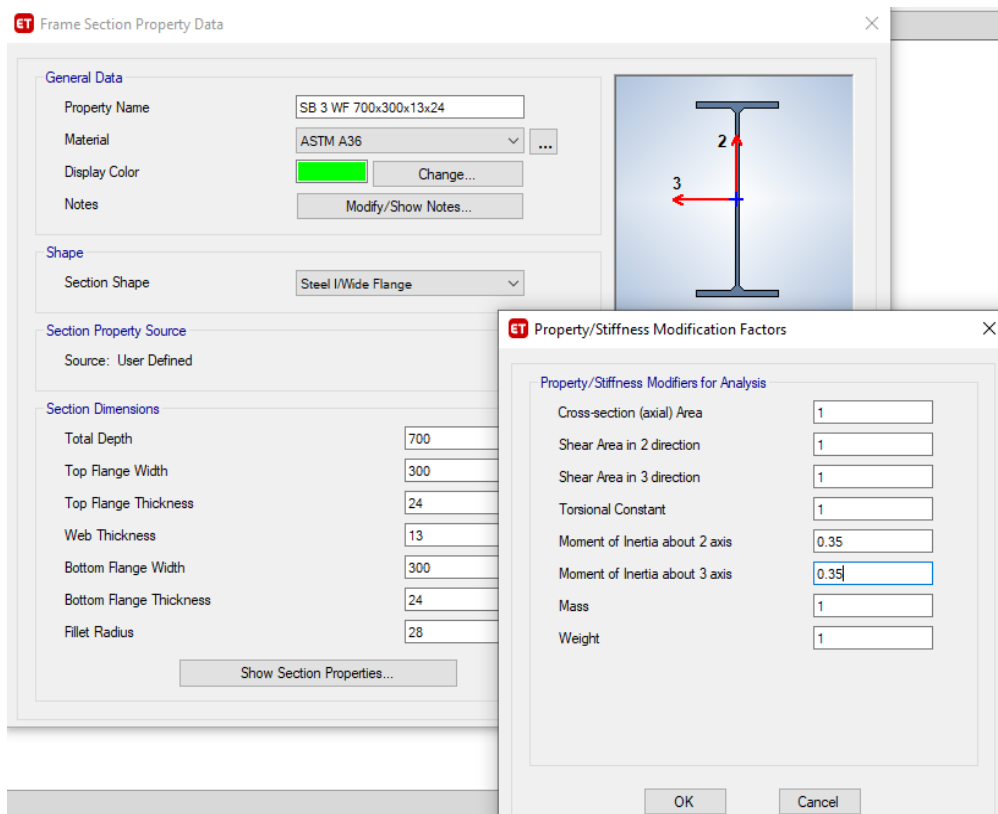
Gambar 4.17 Property Balok 40 x 75
Sumber: Etabs V18, 2023



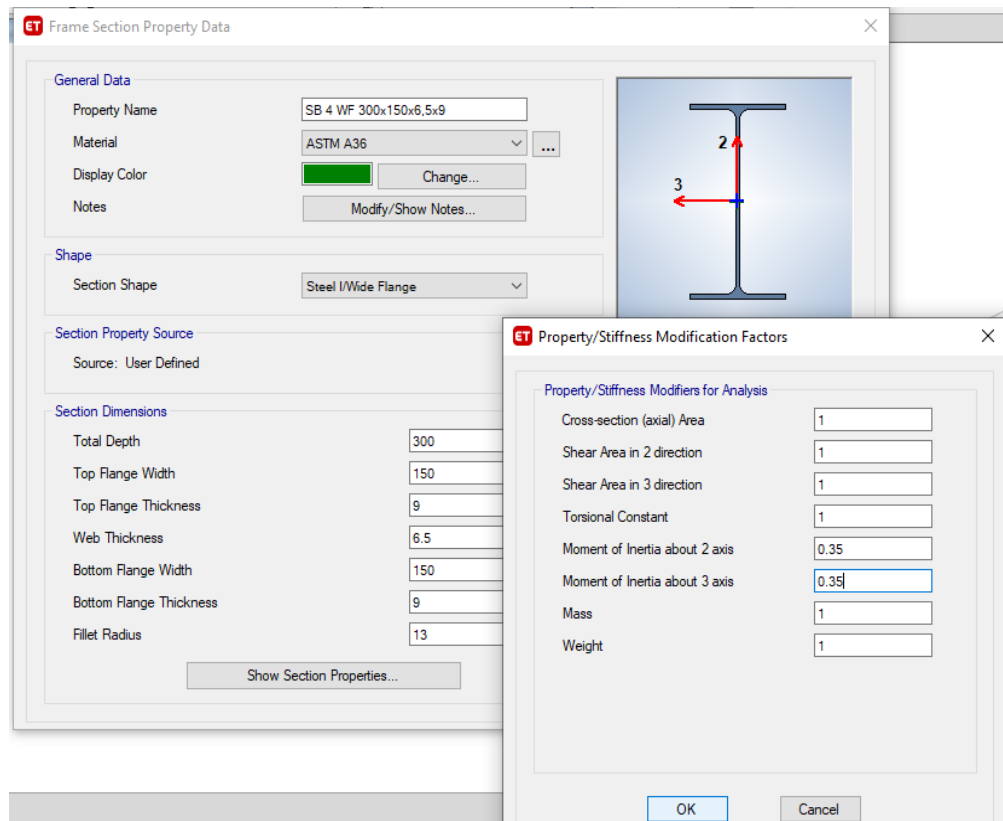
Gambar 4.18 Property Baja SB1 WF 900x300x16x28
Sumber: Etabs V18, 2023



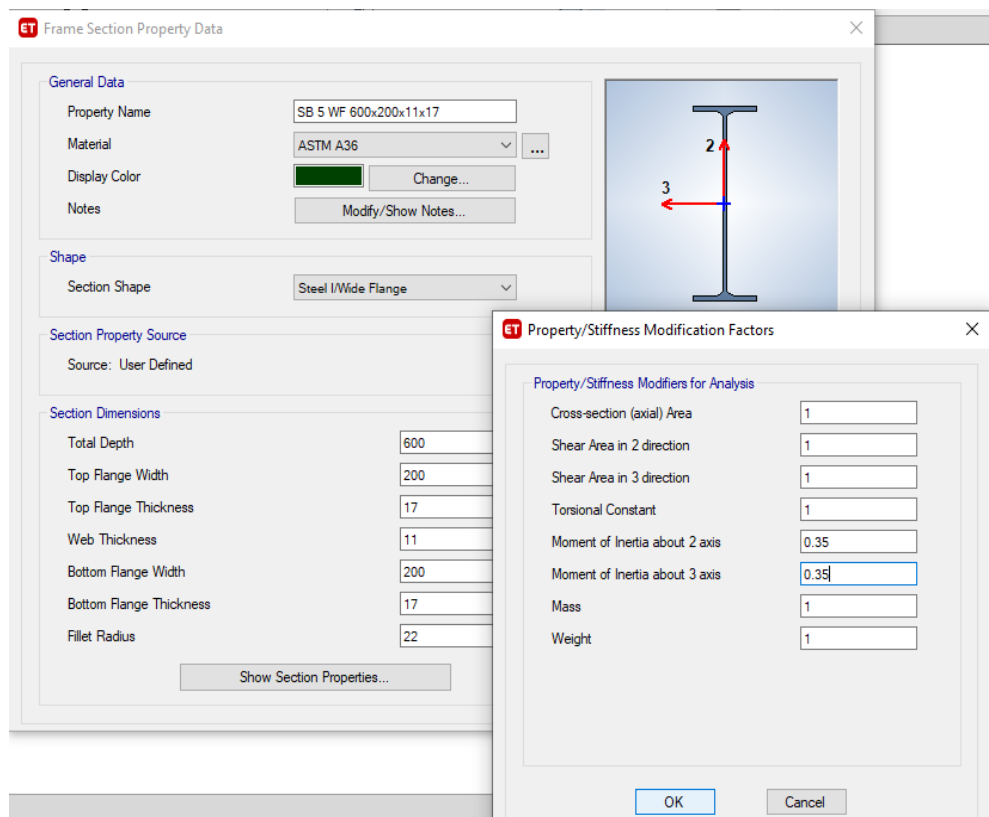
Gambar 4.19 Property Baja SB2 WF 800x300x14x26
Sumber: Etabs V18, 2023



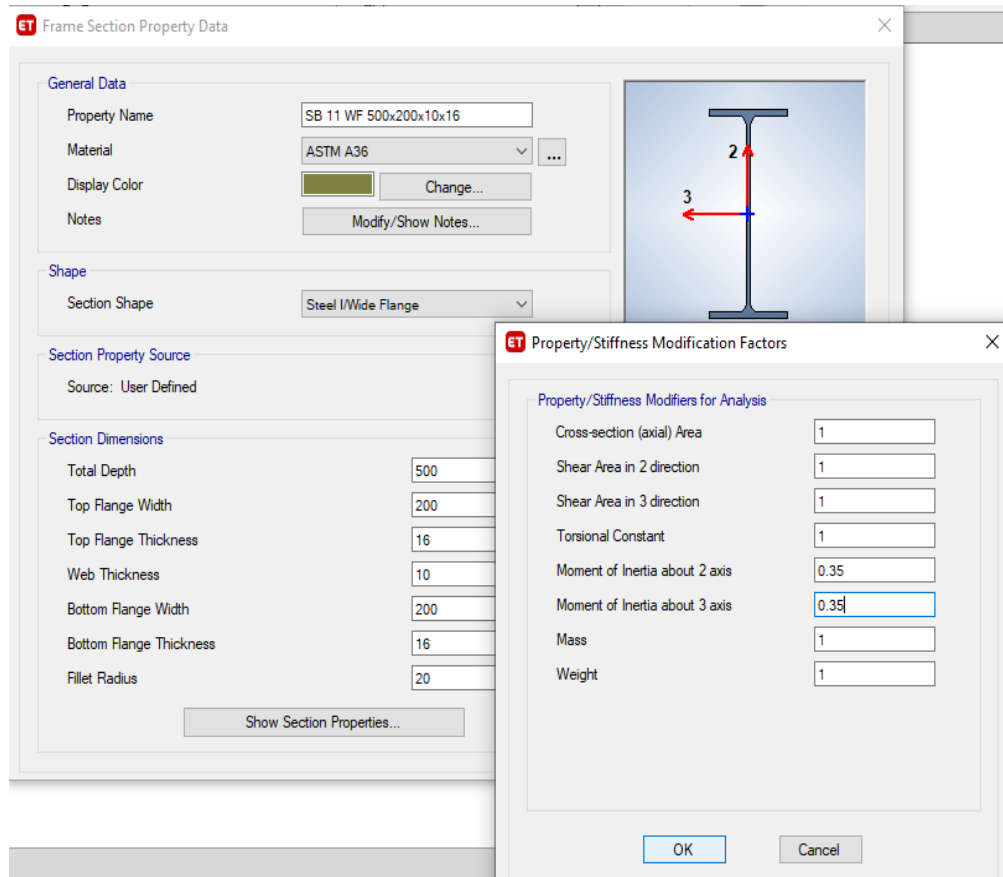
Gambar 4.20 Property Baja SB3 WF 700x300x13x24
Sumber: Etabs V18, 2023



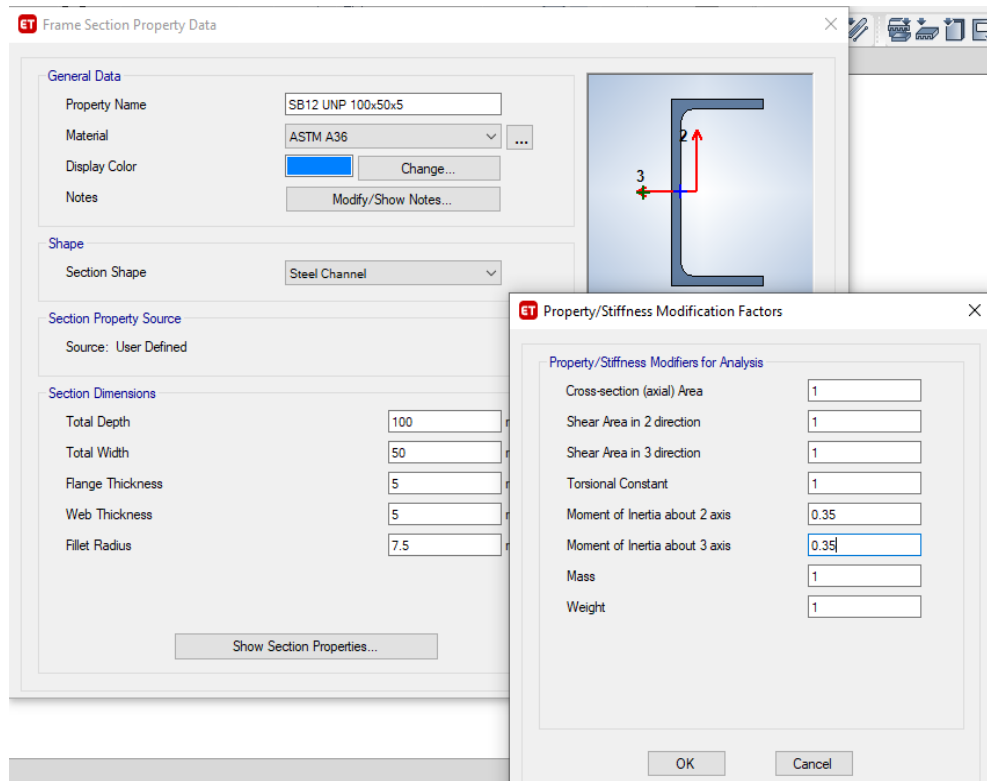
Gambar 4.21 Property Baja SB4 WF 300x150x6,5x9
Sumber: Etabs V18, 2023



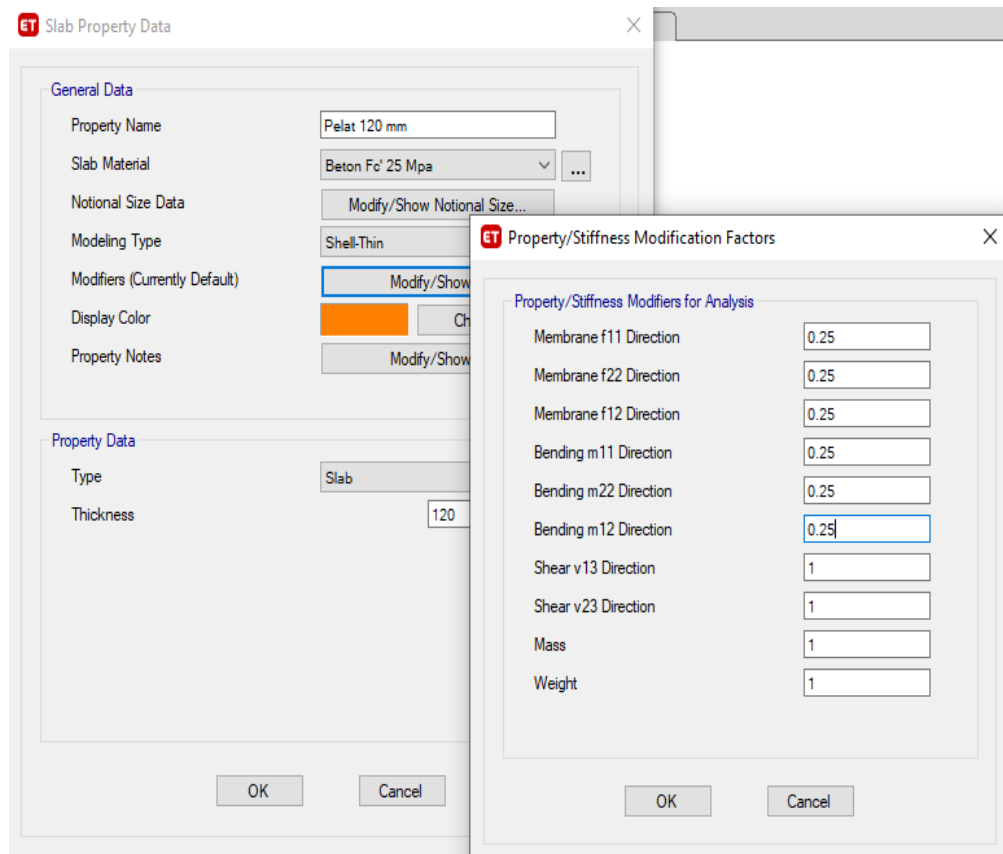
Gambar 4.22 Property Baja SB5 WF 600x200x11x17
Sumber: Etabs V18, 2023



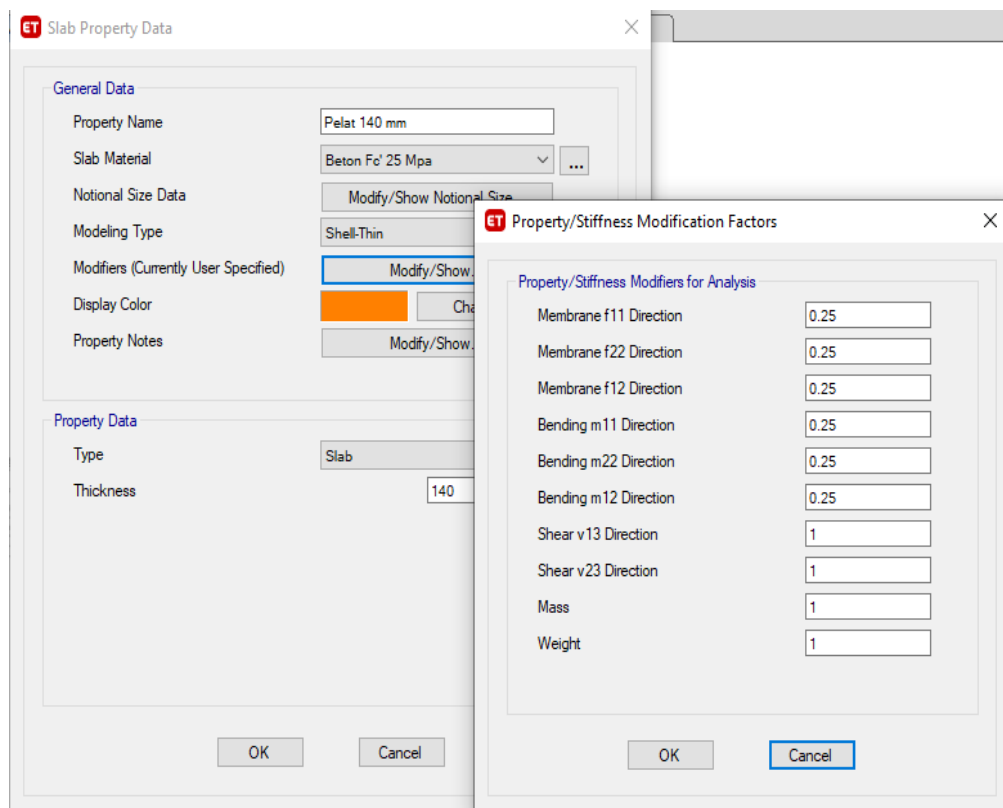
Gambar 4.23 Property Baja SB11 WF 500x200x10x16
Sumber: Etabs V18, 2023



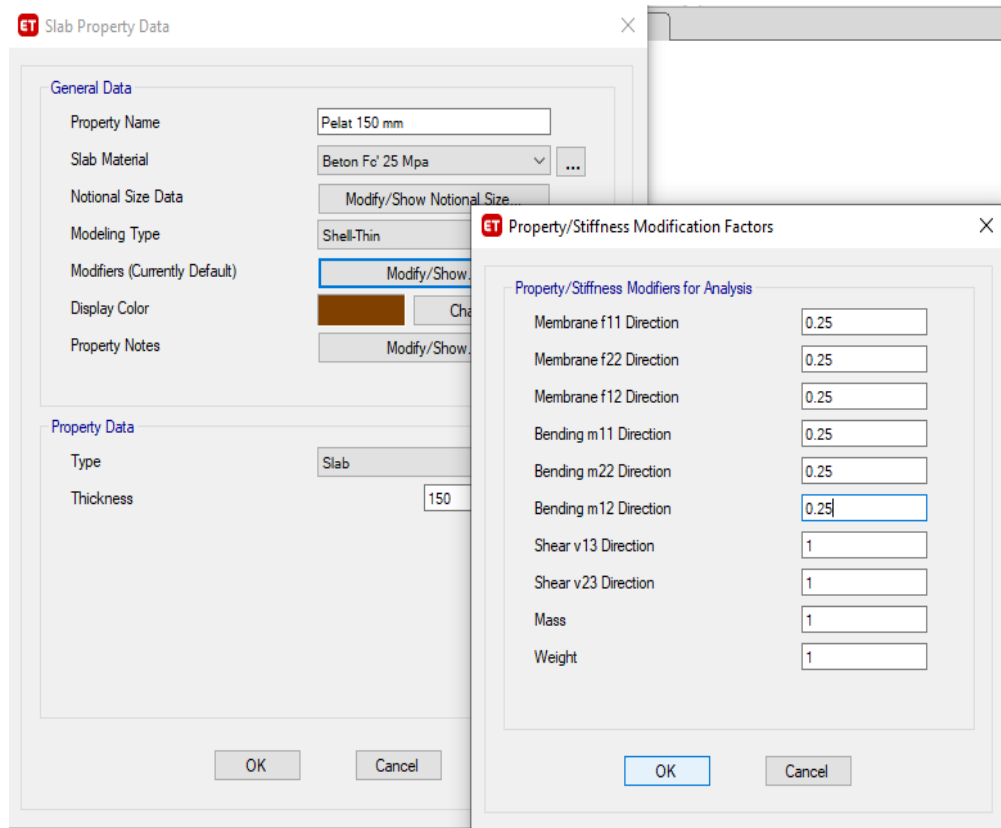
Gambar 4.24 Property Baja SB12 UNP 100x50x5
Sumber: Etabs V18, 2023



Gambar 4.25 Property Pelat 120 mm
Sumber: Etabs V18, 2023



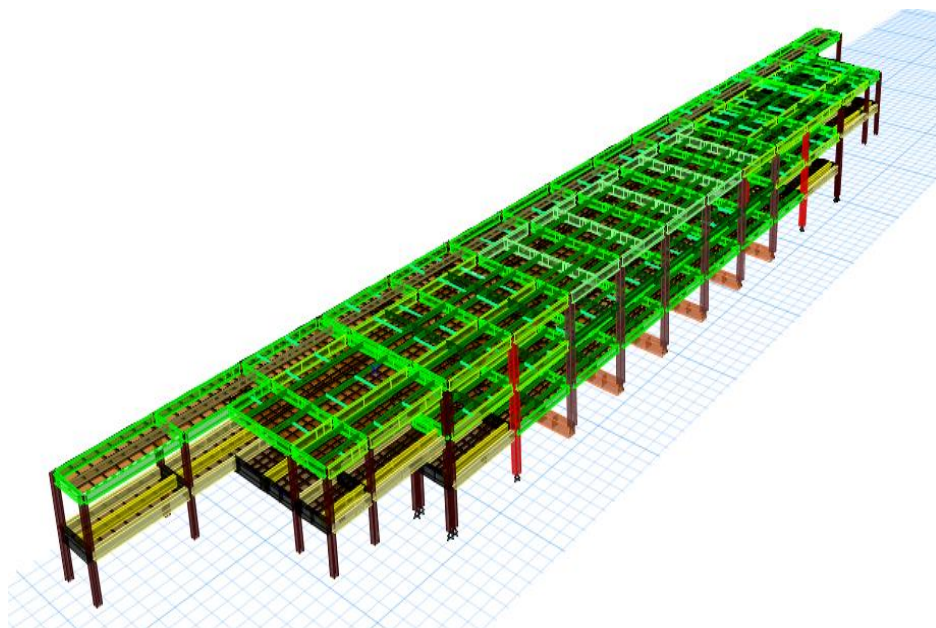
Gambar 4.26 Property Pelat 140 mm
Sumber: Etabs V18, 2023



Gambar 4.27 Property Pelat 150 mm
Sumber: Etabs V18, 2023

4. Model 3 dimensi

Setelah semua data telah di *input* pada *software* Etabs V18, selanjutnya memodelkan setiap material yang telah di *input* menjadi satu kesatuan dan dibentuk sesuai dengan gambar yang telah direncanakan.



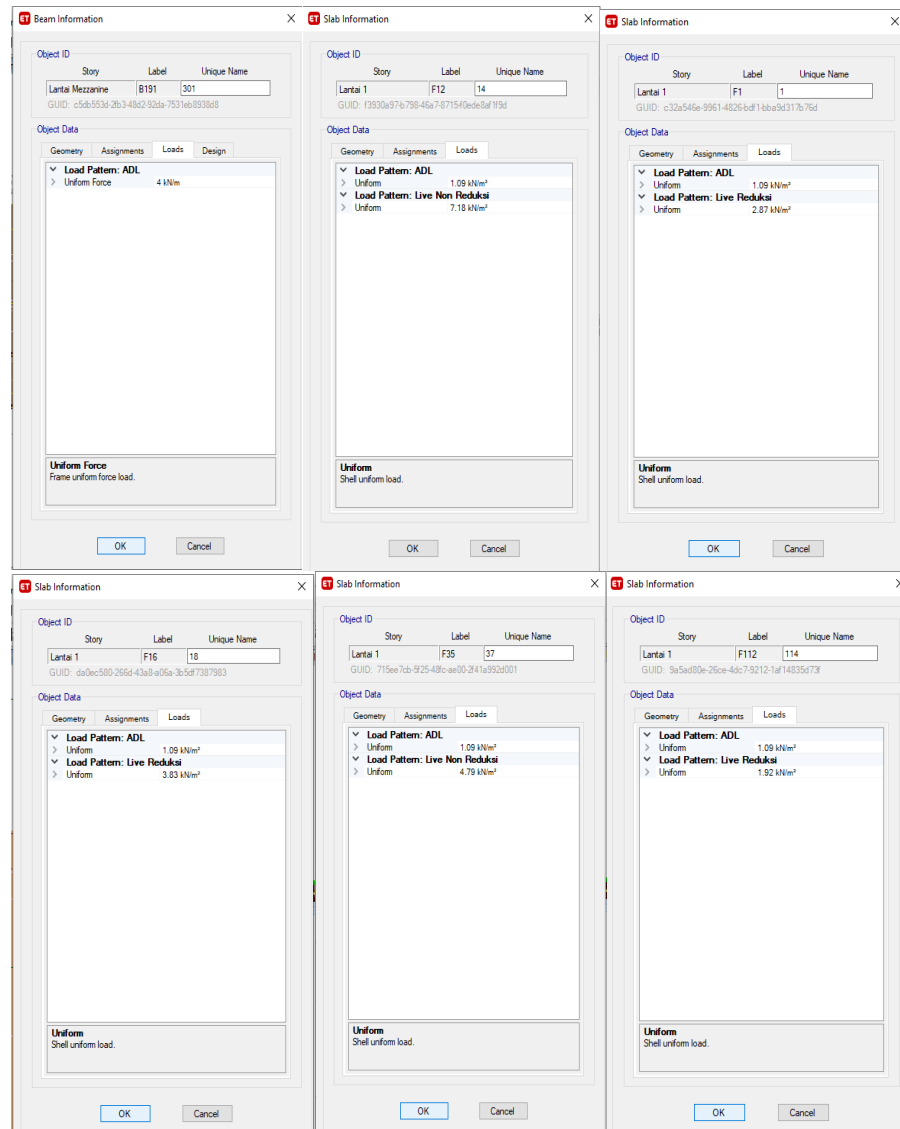
Gambar 4.28 Model Struktur 3D
Sumber: Etabs V18, 2023

5. Input beban

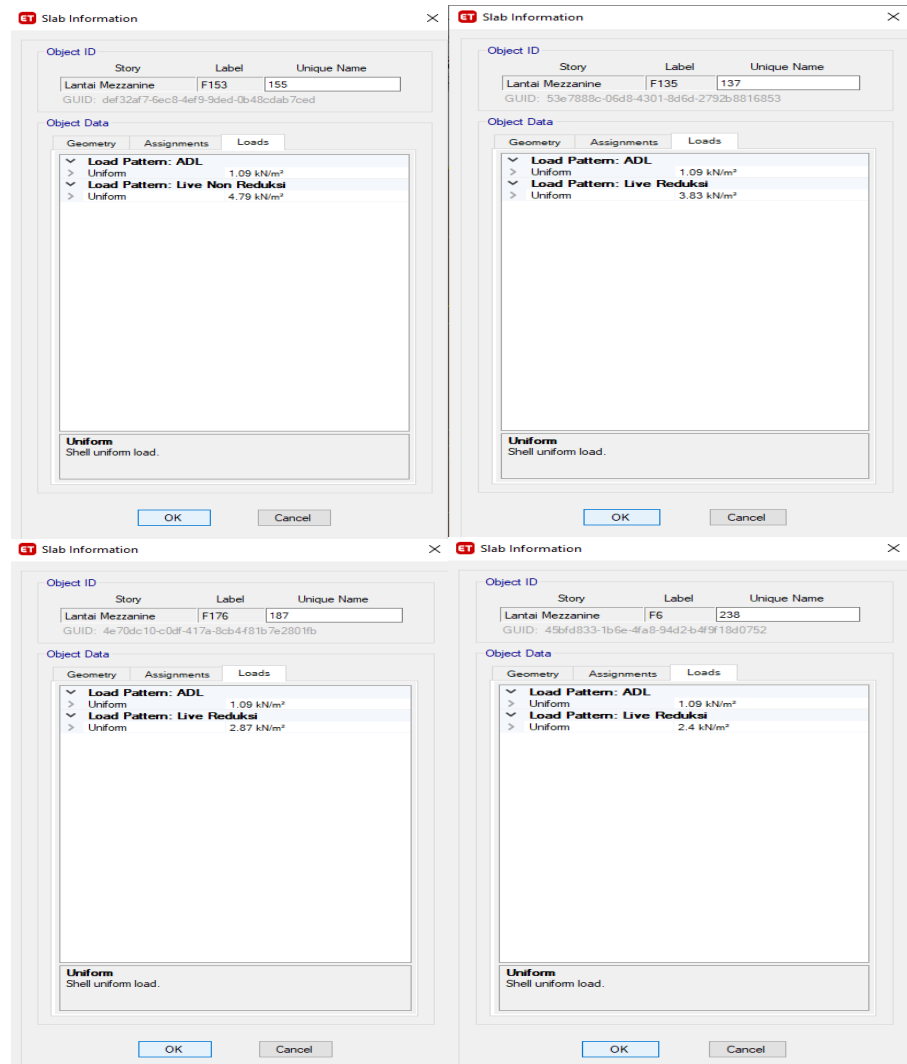
a. Beban mati dan beban hidup

Beban mati yang di *input* ke dalam permodelan yang telah dibuat yaitu beban mati tambahan sesuai dengan perhitungan yang telah dilakukan.

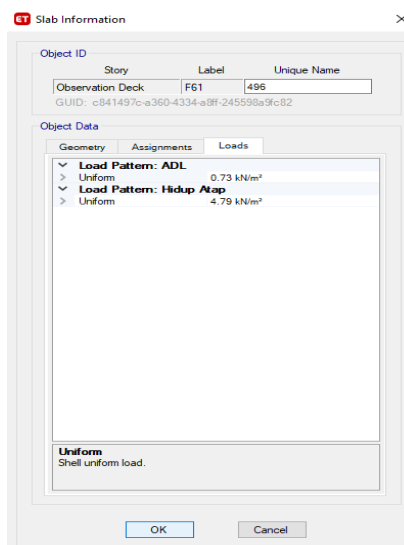
1) Sebelum penambahan



Gambar 4.29 Beban Mati dan Beban Hidup Lantai 1 Sebelum Penambahan
Sumber: Etabs V18, 2023

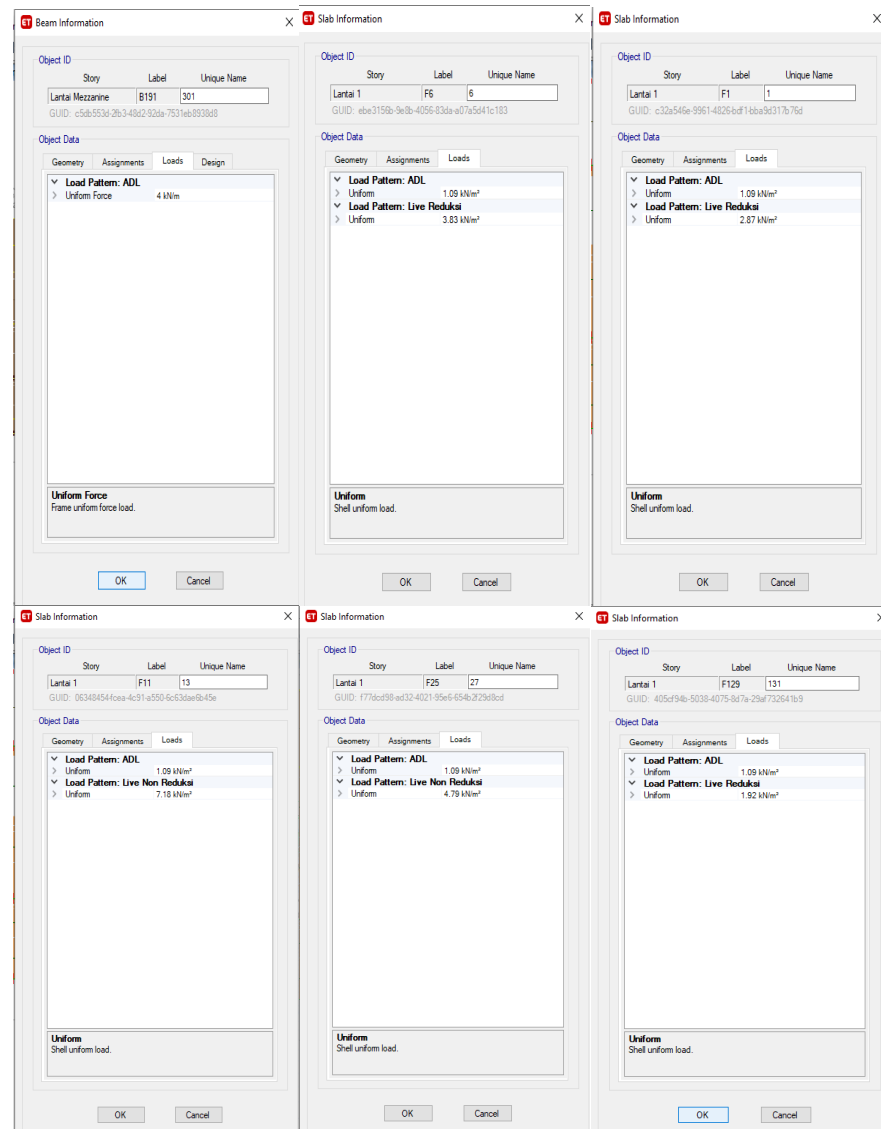


Gambar 4.30 Beban Mati dan Beban Hidup Lantai *Mezzanine* Sebelum Penambahan
Sumber: Etabs V18, 2023

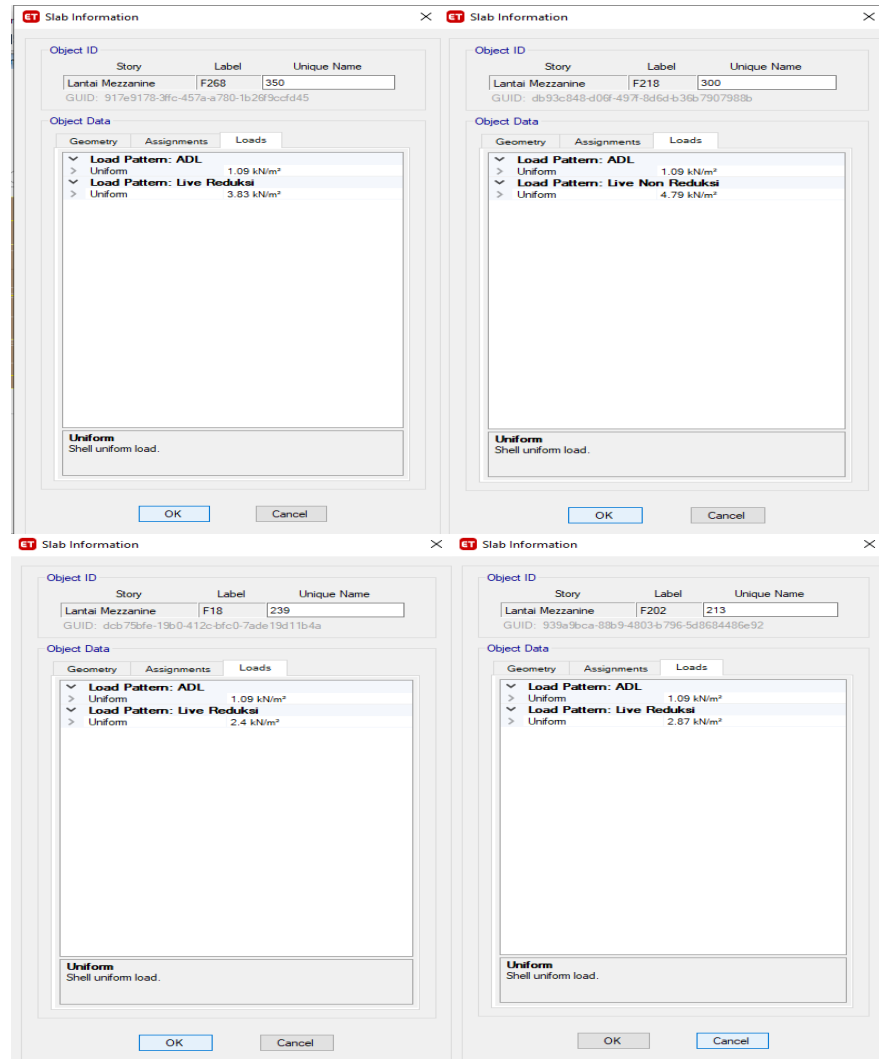


Gambar 4.31 Beban Mati dan Beban Hidup *Observation Deck* Sebelum Penambahan
Sumber: Etabs V18, 2023

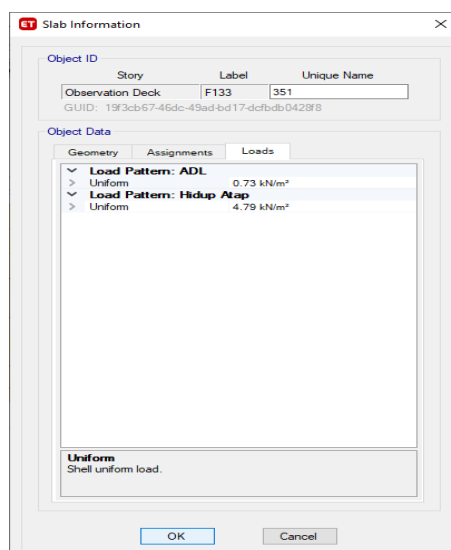
2) Sesudah penambahan



Gambar 4.32 Beban Mati dan Beban Hidup Lantai 1 Sesudah Penambahan
Sumber: Etabs V18, 2023



Gambar 4.33 Beban Mati dan Beban Hidup Lantai Mezzanine Sesudah Penambahan
Sumber: Etabs V18, 2023



Gambar 4.34 Beban Mati dan Beban Hidup Observation Deck Sesudah Penambahan
Sumber: Etabs V18, 2023

b. Beban angin

Beban angin yang di *input* ke dalam permodelan yang telah dibuat yaitu beban angin pada kolom sesuai dengan perhitungan yang telah dilakukan.

Gambar 4.35 Beban Angin dengan Jarak 10 m
Sumber: Etabs V18, 2023

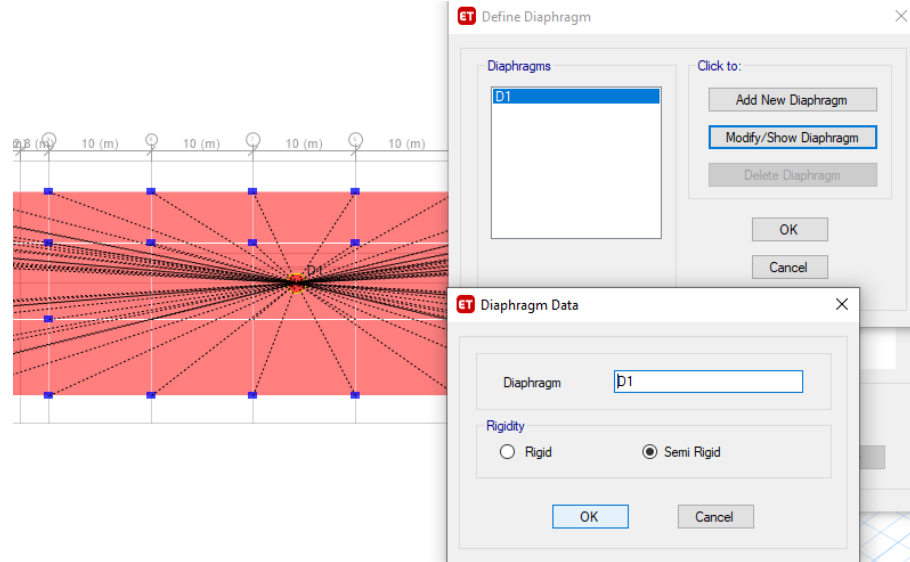
Gambar 4.36 Beban Angin dengan Jarak 7,5 m
Sumber: Etabs V18, 2023

Gambar 4.37 Beban Angin dengan Jarak 5 m
Sumber: Etabs V18, 2023

c. Beban gempa

1) Diafragma

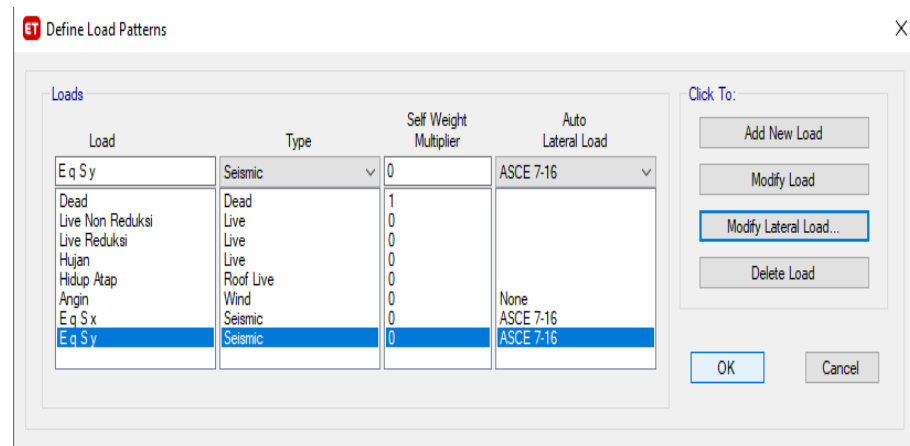
Diafragma yang digunakan pada permodelan ini yaitu semi rigid untuk setiap lantai bangunan.



Gambar 4.38 Permodelan Diafragma
Sumber: Etabs V18, 2023

2) Beban gempa statis

Data yang diperlukan untuk permodelan beban gempa statis dapat dilihat pada **Gambar 4.39**. Hasil dari meng-input data yang diperlukan akan menghasilkan beban gempa Exdx dan beban gempa Exdy.



Gambar 4.39 Persamaan Beban Gempa Statis
Sumber: Etabs V18, 2023

Arah sumbu-X

ASCE 7-16 Seismic Loading

Direction and Eccentricity

☒ X Dir ☐ Y Dir

☒ X Dir + Eccentricity ☐ Y Dir + Eccentricity

☒ X Dir - Eccentricity ☐ Y Dir - Eccentricity

Ecc. Ratio (All Diaph.)

Overwrite Eccentricities

Time Period

☐ Approximate ☐ Program Calculated ☐ User Defined

Ct (ft), x =

T =

Story Range

Top Story for Seismic Loads

Bottom Story for Seismic Loads

Seismic Coefficients

0.2 Sec Spectral Accel, Ss

1 Sec Spectral Accel, S1

Long-Period Transition Period

Site Class

Site Coefficient, Fa

Site Coefficient, Fv

Calculated Coefficients

SDS = (2/3) * Fa * Ss

SD1 = (2/3) * Fv * S1

Factors

Response Modification, R

System Overstrength, Omega

Deflection Amplification, Cd

Occupancy Importance, I

Gambar 4.40 Input Beban Gempa Statis Arah Sumbu-X
Sumber: Etabs V18, 2023

Arah sumbu-Y

ASCE 7-16 Seismic Loading

Direction and Eccentricity

☐ X Dir ☒ Y Dir

☐ X Dir + Eccentricity ☒ Y Dir + Eccentricity

☐ X Dir - Eccentricity ☒ Y Dir - Eccentricity

Ecc. Ratio (All Diaph.)

Overwrite Eccentricities

Time Period

☐ Approximate ☒ Program Calculated ☐ User Defined

Ct (ft), x =

T =

Story Range

Top Story for Seismic Loads

Bottom Story for Seismic Loads

Seismic Coefficients

0.2 Sec Spectral Accel, Ss

1 Sec Spectral Accel, S1

Long-Period Transition Period

Site Class

Site Coefficient, Fa

Site Coefficient, Fv

Calculated Coefficients

SDS = (2/3) * Fa * Ss

SD1 = (2/3) * Fv * S1

Factors

Response Modification, R

System Overstrength, Omega

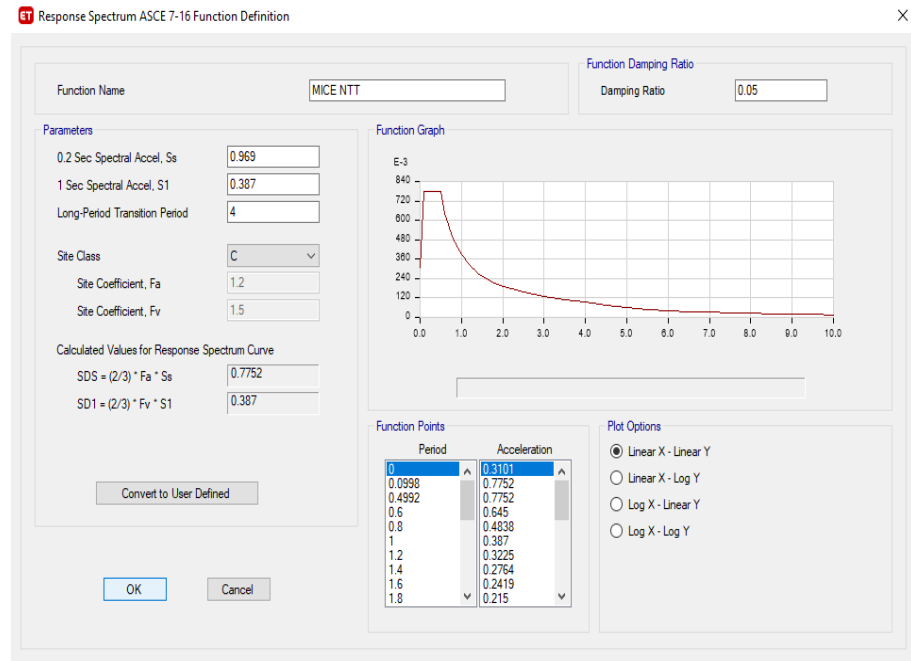
Deflection Amplification, Cd

Occupancy Importance, I

Gambar 4.41 Input Beban Gempa Statis Arah Sumbu-Y
Sumber: Etabs V18, 2023

3) Desain respons spektrum

Grafik respons spektrum dapat dibuat menggunakan data-data koefisien situs dan parameter respons spektral yang diperoleh dari menginput lokasi penelitian pada puskim.pu.go.id, sehingga grafik yang didapatkan seperti pada **Gambar 4.42**.



Gambar 4.42 Input Grafik Respons Spektrum
Sumber: Etabs V18, 2023

4) Beban gempa dinamis

Berdasarkan SNI 1726:2019 menjelaskan bahwa faktor skala yang akan digunakan didapat dari nilai gravitasi dibagi dengan faktor R/I_e .

$$\text{Faktor skala} = \frac{g}{R} \times I_e = \frac{9810 \text{ mm/s}^2}{7} \times 1,25 = 1751,79$$

Maka nilai yang akan di input ke dalam kolom *scale factor* yaitu 1751,79 seperti pada **Gambar 4.43** dan **Gambar 4.44**.

Load Case Data

General:

- Load Case Name: EQ d x
- Load Case Type: Response Spectrum
- Mass Source: Previous (MsSrc1)
- Analysis Model: Default

Loads Applied:

Load Type	Load Name	Function	Scale Factor
Acceleration	U1	MICE NTT	1751.79

Other Parameters:

- Modal Load Case: Modal
- Modal Combination Method: CQC
- ☐ Include Rigid Response
- Rigid Frequency, f1:
- Rigid Frequency, f2:
- Periodic + Rigid Type:
- Earthquake Duration, td:
- Directional Combination Type: SRSS
- Absolute Directional Combination Scale Factor:
- Modal Damping: Constant at 0.05
- Diaphragm Eccentricity: 0 for All Diaphragms

Gambar 4.43 Input Beban Gempa Dinamis Arah Sumbu-X
Sumber: Etabs V18, 2023

ET Load Case Data

General

Load Case Name: EQ d y
 Load Case Type: Response Spectrum
 Mass Source: Previous (MsSrc1)
 Analysis Model: Default

Loads Applied

Load Type	Load Name	Function	Scale Factor
Acceleration	U2	MICE NTT	1751.79

Other Parameters

Modal Load Case: Modal
 Modal Combination Method: CQC
☐ Include Rigid Response
 Rigid Frequency, f1:
 Rigid Frequency, f2:
 Periodic + Rigid Type:
 Earthquake Duration, td:
 Directional Combination Type: SRSS
 Absolute Directional Combination Scale Factor:
 Modal Damping: Constant at 0.05
 Diaphragm Eccentricity: 0 for All Diaphragms

Buttons: Design..., Notes..., Add, Delete, Advanced, OK, Cancel

Gambar 4.44 Input Beban Gempa Dinamis Arah Sumbu-Y
 Sumber: Etabs V18, 2023

6. Kombinasi pembebanan

Kombinasi pembebanan yang dilakukan pada permodelan sesuai dengan persyaratan SNI 1727:2020, adapun jenis beban yang dipakai yaitu beban mati (DL), beban hidup (LL), beban hidup atap (L_T), beban angin (W) dan beban gempa arah-X (Eqdx) serta beban gempa arah-Y (Eqdy).

ET Load Combination Data

General Data

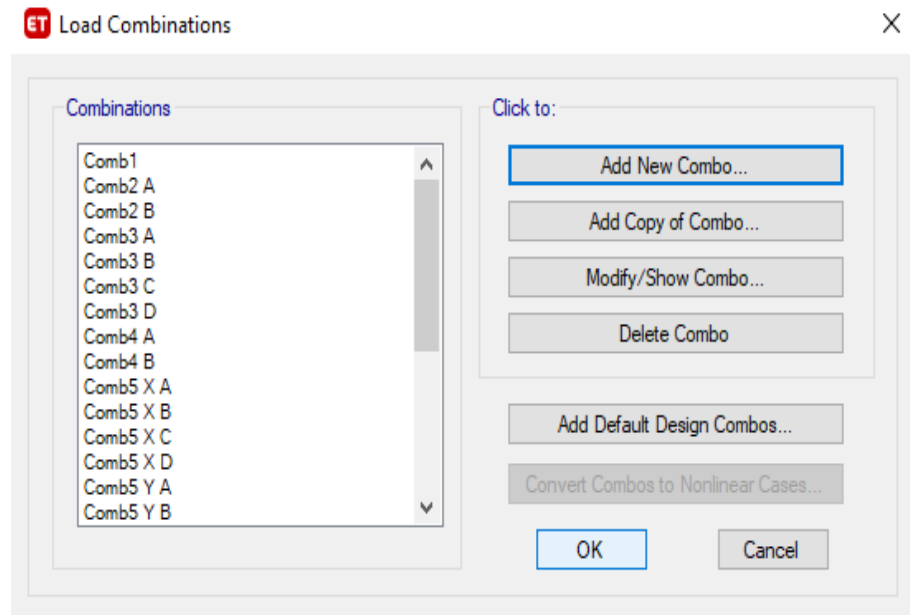
Load Combination Name: Comb5 X A
 Combination Type: Linear Add
 Notes: Modify/Show Notes...
 Auto Combination: No

Define Combination of Load Case/Combo Results

Load Name	Scale Factor
DL	1.331
EQ d x	1.3
EQ d y	0.39
LL	1

Buttons: Add, Delete, OK, Cancel

Gambar 4.45 Input Kombinasi Pembebanan
 Sumber: Etabs V18, 2023



Gambar 4.46 Kombinasi Pembebanan
Sumber: Etabs V18, 2023

7. Analisis dan output

Setelah semua data di *input* kedalam *software* Etabs V18, maka analisis pada permodelan dapat dilakukan. Adapun *output* yang didapat dari hasil analisis dapat dilihat pada **Gambar 4.47** dan **Gambar 4.48**.

Story	Label	Unique Name	Output Case	Case Type	Step Type	Step Number	FX kN	FY kN	FZ kN
Base	40	79	Comb5 Y D	Combination	Min		15728.9339	7.8936	8077.996
Base	40	79	Comb6 X	Combination			6628.4737	5.2093	3281.4436
Base	40	79	Comb7 X A	Combination	Max		6652.0952	-45.4415	3232.685
Base	40	79	Comb7 X A	Combination	Min		6385.3362	15.6743	3085.7594
Base	40	79	Comb7 X B	Combination	Max		4888.4713	-6.916	2494.5273
Base	40	79	Comb7 X B	Combination	Min		6385.3362	15.6743	3085.7594
Base	40	79	Comb7 X C	Combination	Max		4888.4713	-6.916	2494.5273
Base	40	79	Comb7 X C	Combination	Min		6385.3362	15.6743	3085.7594
Base	40	79	Comb7 X D	Combination	Max		4888.4713	-6.916	2494.5273
Base	40	79	Comb7 X D	Combination	Min		6385.3362	15.6743	3085.7594
Base	40	79	Comb7 Y A	Combination	Max		4888.4713	-6.916	2494.5273
Base	40	79	Comb7 Y A	Combination	Min		5874.2585	37.635	2946.1501
Base	40	79	Comb7 Y B	Combination	Max		5399.549	-28.8786	2634.1367
Base	40	79	Comb7 Y B	Combination	Min		5874.2585	37.635	2946.1501
Base	40	79	Comb7 Y C	Combination	Max		5399.549	-28.8786	2634.1367

Gambar 4.47 Output Sebelum Penambahan
Sumber: Etabs V18, 2023



	Story	Label	Unique Name	Output Case	Case Type	Step Type	Step Number	FX kN	FY kN	FZ kN
▶	Base	40	79	Comb5 Y D	Combination	Min		15390.9478	-16.8428	6214.5678
	Base	40	79	Comb6 X	Combination			6751.4824	5.9008	3388.9757
	Base	40	79	Comb7 X A	Combination	Max		6784.0243	18.691	3379.2267
	Base	40	79	Comb7 X A	Combination	Min		4698.1956	-8.7555	2384.363
	Base	40	79	Comb7 X B	Combination	Max		6784.0243	18.691	3379.2267
	Base	40	79	Comb7 X B	Combination	Min		4698.1956	-8.7555	2384.363
	Base	40	79	Comb7 X C	Combination	Max		6784.0243	18.691	3379.2267
	Base	40	79	Comb7 X C	Combination	Min		4698.1956	-8.7555	2384.363
	Base	40	79	Comb7 X D	Combination	Max		6784.0243	18.691	3379.2267
	Base	40	79	Comb7 X D	Combination	Min		4698.1956	-8.7555	2384.363
	Base	40	79	Comb7 Y A	Combination	Max		6068.0289	41.5748	3097.4006
	Base	40	79	Comb7 Y A	Combination	Min		5414.193	-31.6393	2666.1891
	Base	40	79	Comb7 Y B	Combination	Max		6068.0289	41.5748	3097.4006
	Base	40	79	Comb7 Y B	Combination	Min		5414.193	-31.6393	2666.1891
	Base	40	79	Comb7 Y C	Combination	Max		6068.0289	41.5748	3097.4006

Gambar 4.48 Output Sesudah Penambahan
Sumber: Etabs V18, 2023

4.11 Pembahasan

Analisis daya dukung fondasi pada gedung *Meeting, Incentive, Convention and Exhibition* (MICE) dilakukan untuk mengetahui apakah fondasi mampu menahan beban struktur atas gedung setelah adanya penambahan ruangan pada zona *mezzanine* bagian selatan. Pada penelitian ini perhitungan daya dukung dilakukan dengan menggunakan 3 (tiga) metode yaitu metode Reese dan Wright, metode Luciano Decourt dan metode Meyerhoff sedangkan untuk perhitungan beban struktur atas menggunakan bantuan *software* Etabs V18.

Berdasarkan 3 (tiga) metode yang digunakan untuk mencari nilai daya dukung fondasi, metode Reese dan Wright memiliki persamaan yang paling mendekati dengan persamaan *Pile Driving Analyzer* (PDA) seperti yang dapat dilihat pada **Tabel 4.8**. Sehingga nilai daya dukung yang diperoleh berdasarkan metode Reese dan Wright digunakan sebagai perbandingan dengan beban struktur atas karena metode Reese dan Wright merupakan metode yang paling mendekati dengan kondisi di lapangan.

Perhitungan struktur atas sebelum dan sesudah penambahan ruangan menggunakan nilai beban hidup (LL), beban hidup atap (L_r), beban angin arah-X (W_x), beban angin arah-Y (W_y), beban gempa arah-X (E_{qdx}) dan beban gempa arah-Y (E_{qdy}) yang sama, dimana nilai yang digunakan diperoleh dari perhitungan yang telah dilakukan. Akibat adanya penambahan panjang dinding hebel pada lantai *mezzanine* maka perhitungan beban mati tambahan akibat dinding hebel dibedakan menjadi beban mati tambahan sebelum dan sesudah penambahan. Besar beban mati tambahan akibat dinding hebel yang diperoleh

dari penambahan panjang dinding hebel sebesar 36,225 m yaitu 144,9 kN. Dengan bertambahnya beban struktur atas akan berpengaruh terhadap kekuatan suatu fondasi, karena beban struktur atas yang diterima oleh fondasi tidak sesuai dengan beban struktur atas yang direncanakan. Menurut Hakam (2008), fondasi dikatakan aman atau mampu menahan beban struktur atas apabila $Q_a >$ beban struktur atas.

Daya dukung izin 1 tiang	= 102,48 kN
Jumlah fondasi	= 136
Daya dukung total fondasi	= 13937,28 kN
Total beban struktur atas sebelum penambahan	= 8077,996 kN
Total beban struktur atas sesudah penambahan	= 8214,568 kN

Q_a total 13937,28 kN > 8214,568 kN total beban struktur atas. Didapatkan fondasi pada gedung *Meeting, Incentive, Convention and Exhibition* (MICE) mampu menahan beban struktur di atas bangunan setelah adanya penambahan ruangan.

V. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisis daya dukung fondasi pada gedung *Meeting, Incentive, Convention and Exhibition* (MICE) yang telah dihitung, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Analisis daya dukung berdasarkan metode Reese dan Wright (1977) didapatkan nilai daya dukung ultimit sebesar 307,44 kN dan nilai daya dukung izin sebesar 102,48 kN. Analisis daya dukung berdasarkan metode Luciano Decourt (1982) didapatkan nilai daya dukung ultimit sebesar 747,30 kN dan nilai daya dukung izin sebesar 249,10 kN sedangkan analisis daya dukung berdasarkan metode Meyerhoff (1956) didapatkan nilai daya dukung ultimit sebesar 284,26 kN dan nilai daya dukung izin sebesar 94,75 kN.
2. Berdasarkan 3 (tiga) metode statis yang digunakan, metode Reese dan Wright memiliki persamaan yang paling mendekati dengan persamaan *Pile Driving Analyzer* (PDA). Sehingga nilai daya dukung yang diperoleh berdasarkan metode Reese dan Wright digunakan sebagai perbandingan dengan beban struktur atas karena metode Reese dan Wright merupakan metode yang paling mendekati dengan kondisi di lapangan.
3. Nilai daya dukung izin 1 tiang berdasarkan metode Reese dan Wright didapat sebesar 102,48 kN dengan jumlah tiang fondasi sebanyak 136 maka daya dukung total fondasi yang didapatkan sebesar 13937,28 kN dapat disimpulkan bahwa nilai daya dukung fondasi dapat dikatakan aman serta mampu menahan beban struktur diatas bangunan yang bernilai 8214,568 kN.

5.2 Saran

Adapun saran yang dapat diberikan kepada peneliti selanjutnya yang berkaitan dengan Analisis Daya Dukung Fondasi adalah sebagai berikut:

1. Perhitungan daya dukung pada penelitian ini hanya menggunakan 3 (tiga) metode, apabila diteliti lebih lanjut sebaiknya mencoba perhitungan dengan metode-metode lainnya.
2. Dalam melakukan penginputan data pada program Etabs V18 sebaiknya dilakukan dengan teliti sesuai dengan asumsi-asumsi yang telah ditetapkan sebelumnya sehingga dapat dihasilkan analisis yang mendekati keadaan sebelumnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Braja, M. Das. Sifat-sifat Fisis dan Geoteknis Tanah (Mekanika Tanah). Jakarta: Erlangga. 1993.
- Pamungkas dan Harianti, Perencanaan Pondasi Tiang Pancang dan Metode Pelaksanaan pada Proyek Pembangunan Ruko Mega Profit Kawasan Megamas Manado. Hal. 4. Manado. 2016.
- Rudi Gunawan, Analisis Daya Dukung *Bore Pile* pada Pembangunan Jembatan Kereta Api Antara Araskabu-Tebing Tinggi dan Lintas Tebing Tinggi-Siantar. Hal. 7. Sumatera Utara. 2021.
- Hardiyatmo, H.C. Analisis dan Perancangan Pondasi. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta. 2010.
- Wismantaraharjo, M. T. Analisis Daya Dukung dan Penurunan Tiang Pancang Kelompok Proyek Pembangunan Gedung DPRD Kota Palangka Raya. Hal. 202. Palangka Raya. 2020.
- Atmaja, L.M. Perencanaan Fondasi Tiang Pancang Pada Proyek Gedung MPP. Hal. 18. Jawa Tengah. 2021.
- Jusi, Ulfa. Analisa Kuat Dukung Pondasi *Bored Pile* Berdasarkan Data pengujian Lapangan (*Cone* dan *N-Standard Penetration Test*). Tugas Akhir Teknik Sipil, Sekolah Tinggi Teknologi Pekanbaru. 2015.
- Khomsianti, N. L. Perbandingan Daya Dukung Aksial Pondasi Tiang Bor Tunggal Menggunakan Data *Standard Penetration Test* (SPT) dan *Pile Driving Analyzer* (PDA) pada Proyek Pembangunan Jalan Tol Pandaan Malang. 2019.
- M. Gunawan. Rasio Hubungan Nilai Daya Dukung Tiang Pancang Berdasarkan Pengujian Sondir, Kalendering dan Tes PDA pada Jembatan Pelawa Kabupaten Parigi Moutong.
- Pradira, I. T. Analisa Daya Dukung dan Penurunan Elastik Pondasi Tiang Bor (*Bored Pile*) dengan menggunakan Metode Analitis dan Metode Elemen Hingga (Studi Kasus Proyek Jalan Layang Kereta Api Medan Bandar Khalipah KM 2+600). Sumatera Utara: Universitas Sumatera Utara. 2018.
- Simatupang, P.T. Modul Rekayasa Pondasi II. Kesatu. Jakarta: Universitas Mercubuana. 2004.
- Sorsodarsono, S. Mekanika Tanah dan Teknik Pondasi, Penerbit PT. Pradnya Paramita – Jakarta. 1980.
- Zakahfi, A. Perbandingan Analisa Daya Dukung Pondasi *Bored Pile* Menggunakan Metode Perhitungan Luciano Decourt dan Tes PDA. Universitas Negeri Semarang. 2018.

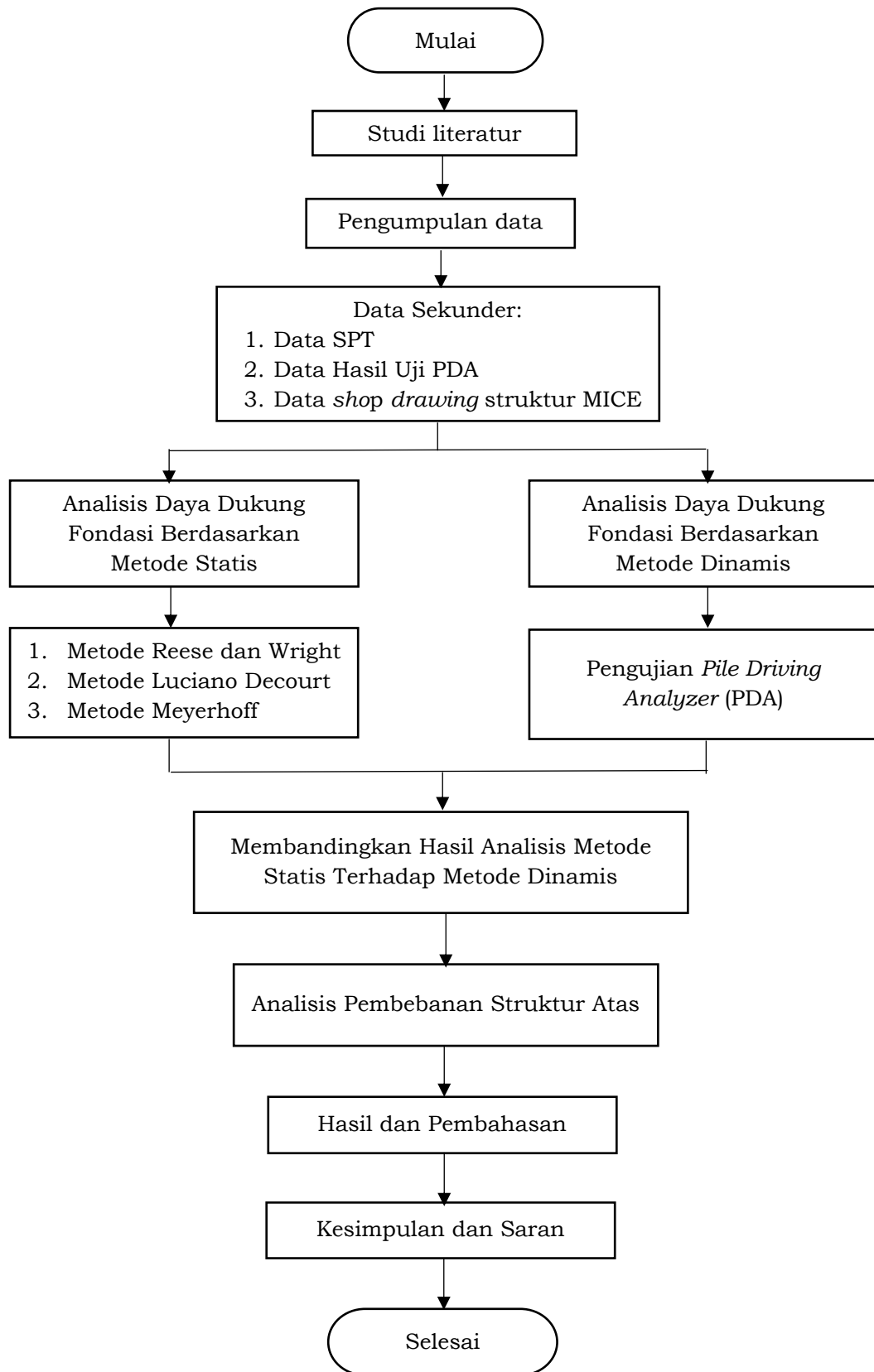
Panjaitan, S.K. Analisis Struktur Bangunan Bertingkat Menggunakan Etabs, Universitas Medan Area. 2021.

Atmaja, L.M. Perancangan Fondasi Tiang Pancang pada Proyek Gedung MPP (Mall Pelayanan Publik) Kab. Grobongan Jawa Tengah. Universitas Muhammadiyah Mataram. 2018.

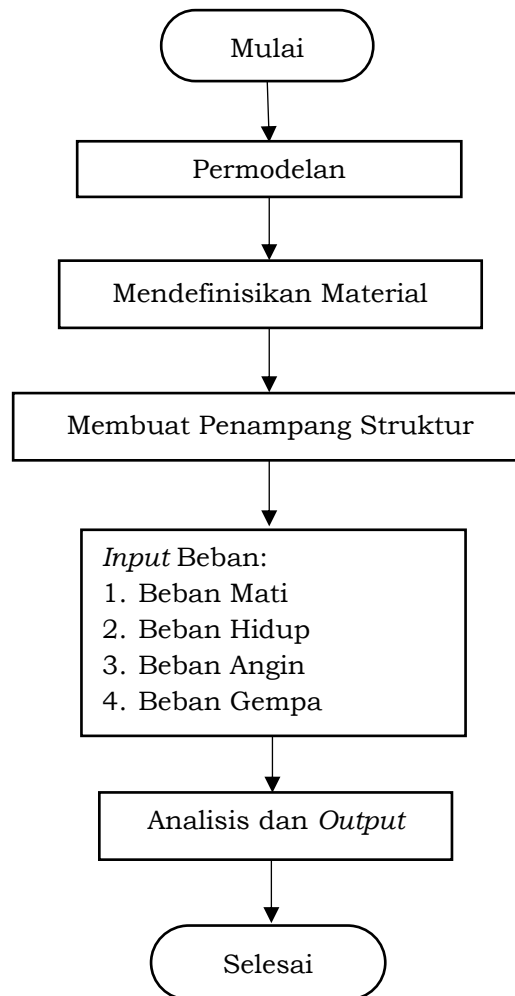
Badan Standarisasi Nasional. SNI 1727:2020. Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Nongedung. Jakarta. 2020.

Badan Standarisasi Nasional. SNI1726:2019. Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Nongedung. Jakarta. 2020.

Lampiran 1. Bagan Alir Penelitian



Lampiran 2. Bagan Alir Pembebanan Menggunakan Etabs V18



Lampiran 3. Perhitungan Nilai Daya Dukung Tiang

Perhitungan Nilai Daya Dukung Tiang menggunakan 3 (tiga) metode yaitu metode Reese dan Wright (1977), metode Luciano Decourt (1982) dan metode Meyerhoff (1956). Adapun proses perhitungan nilai daya dukung tiang dapat dijabarkan sebagai berikut:

1. Metode Reese dan Wright (1977)

Perhitungan kapasitas daya dukung dengan metode Reese dan Wright (1977) menggunakan **persamaan 2.2**. Adapun proses perhitungannya sebagai berikut:

$$\text{Diameter tiang (D)} = 80 \text{ cm}$$

$$= 0,8 \text{ m}$$

$$\text{Panjang tiang (L)} = 900 \text{ cm}$$

$$= 9 \text{ m}$$

Luas penampang tiang

$$\begin{aligned} \text{bored pile (A}_p\text{)} &= \frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \\ &= \frac{1}{4} \times 3,14 \times 80^2 \\ &= 5024 \text{ cm}^2 \\ &= 0,50 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Keliling tiang

$$\begin{aligned} \text{bored pile (P)} &= \pi \times D \\ &= 3,14 \times 80 \\ &= 251,2 \text{ cm} \\ &= 2,51 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_u &= N \times \frac{2}{3} \times 10 \\ &= 60 \times \frac{2}{3} \times 10 \\ &= 400 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

Koreksi nilai NSPT pada ujung tiang

$$\begin{aligned} \text{Atas (10D)} &= \text{Panjang tertanam} - 10D \\ &= 8,3 - (10 \times 0,8) \\ &= 0,3 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Bawah (4D)} &= \text{Panjang tertanam} + 4D \\ &= 8,3 + (4 \times 0,8) \\ &= 11,5 \text{ m} \end{aligned}$$

Kemudian, dilakukan perhitungan rata-rata NSPT dengan batas kedalaman 0,3 meter hingga 11,5 meter. Untuk mencari nilai N_{p1} menggunakan rata-rata nilai NSPT pada kedalaman 0,3 meter dan 11,5 meter sedangkan untuk

mencari nilai N_{p2} menggunakan rata-rata nilai NSPT dari kedalaman 0,3 meter hingga 11,5 meter.

$$\begin{aligned}
 N_1 \text{ (Kedalaman 0,3 m)} &= 0 \\
 N_2 \text{ (Kedalaman 11,5 m)} &= 60 \\
 N_{p1} &= \frac{N_1 + N_2}{2} \\
 &= \frac{0 + 60}{2} \\
 &= 30 \\
 N_{p2} &= \frac{(1,55 \times 0) + (4 \times 60) + (1,45 \times 60) + (1,3 \times 60) + (2,7 \times 60) + (0,5 \times 60)}{(1,55 + 4 + 1,45 + 1,3 + 2,7 + 0,5)} \\
 &= 51,91 \\
 N_p &= \frac{30 + 51,91}{2} \\
 &= 40,95
 \end{aligned}$$

a. Untuk lapisan tanah kedalaman 1,55 – 5,55 meter

Koreksi nilai NSPT pada selimut tiang

$$\begin{aligned}
 N_1 \text{ (Kedalaman 0 m)} &= 0 \\
 N_2 \text{ (Kedalaman 5,55 m)} &= 60 \\
 N_{s1} &= \frac{N_1 + N_2}{2} \\
 &= \frac{0 + 60}{2} \\
 &= 30 \\
 N_{s2} &= \frac{(1,55 \times 0) + (4 \times 60)}{(1,55 + 4)} \\
 &= 43,24 \\
 N_s &= \frac{N_{s1} + N_{s2}}{2} \\
 &= \frac{30 + 43,24}{2} \\
 &= 36,62
 \end{aligned}$$

Daya dukung

$$\begin{aligned}
 \text{ujung tiang (} Q_p \text{)} &= 7 \times N_p \times A_p \\
 &= 7 \times 40,95 \times 0,50 \\
 &= 143,32 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

Daya dukung

$$\begin{aligned}
 \text{selimut tiang (} Q_s \text{)} &= 0,2 \times N_s \times P \times L_i \\
 &= 0,2 \times 36,62 \times 2,51 \times 5,55 \\
 &= 102,03 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

Daya dukung

$$\begin{aligned}
 \text{ultimit tiang (} Q_{ult} \text{)} &= Q_p + Q_s \\
 &= 143,32 + 102,03 \\
 &= 245,35 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Daya dukung izin (Q}_a\text{)} &= \frac{Q_{ult}}{SF} \\
 &= \frac{245,35}{3} \\
 &= 81,78 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

- b. Untuk lapisan tanah kedalaman 5,55 – 7,00 meter

Koreksi nilai NSPT pada selimut tiang

$$N_1 \text{ (Kedalaman 0 m)} = 0$$

$$N_2 \text{ (Kedalaman 7,00 m)} = 60$$

$$N_{s1} = \frac{N_1 + N_2}{2}$$

$$= \frac{0+60}{2}$$

$$= 30$$

$$N_{s2} = \frac{(1,55 \times 0) + (4 \times 60) + (1,45 \times 60)}{(1,55 + 4 + 1,45)}$$

$$= 46,71$$

$$N_s = \frac{N_{s1} + N_{s2}}{2}$$

$$= \frac{30+46,71}{2}$$

$$= 38,35$$

Daya dukung

$$\begin{aligned}
 \text{ujung tiang (Q}_p\text{)} &= 7 \times N_p \times A_p \\
 &= 7 \times 40,95 \times 0,50 \\
 &= 143,32 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

Daya dukung

$$\begin{aligned}
 \text{selimut tiang (Q}_s\text{)} &= 0,2 \times N_s \times P \times L_i \\
 &= 0,2 \times 38,35 \times 2,51 \times 7,00 \\
 &= 134,76 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

Daya dukung

$$\begin{aligned}
 \text{ultimit tiang (Q}_{ult}\text{)} &= Q_p + Q_s \\
 &= 143,32 + 134,76 \\
 &= 278,08
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Daya dukung izin (Q}_a\text{)} &= \frac{Q_{ult}}{SF} \\
 &= \frac{278,08}{3} \\
 &= 92,69 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

- c. Untuk lapisan tanah kedalaman 7,00 – 8,30 meter

Koreksi nilai NSPT pada selimut tiang

$$N_1 \text{ (Kedalaman 0 m)} = 0$$

$$N_2 \text{ (Kedalaman 8,30 m)} = 60$$

$$N_{s1} = \frac{N_1 + N_2}{2}$$

$$\begin{aligned}
&= \frac{0+60}{2} \\
&= 30 \\
N_{s2} &= \frac{(1,55 \times 0) + (4 \times 60) + (1,45 \times 60) + (1,3 \times 60)}{(1,55 + 4 + 1,45 + 1,3)} \\
&= 48,79 \\
N_s &= \frac{N_{s1} + N_{s2}}{2} \\
&= \frac{30 + 48,79}{2} \\
&= 39,39
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&\text{Daya dukung} \\
&\text{ujung tiang (Q}_p\text{)} &= 7 \times N_p \times A_p \\
& &= 7 \times 40,95 \times 0,50 \\
& &= 143,32 \text{ kN}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&\text{Daya dukung} \\
&\text{selimut tiang (Q}_s\text{)} &= 0,2 \times N_s \times P \times L_i \\
& &= 0,2 \times 39,39 \times 2,51 \times 8,30 \\
& &= 164,12 \text{ kN}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&\text{Daya dukung} \\
&\text{ultimit tiang (Q}_{ult}\text{)} &= Q_p + Q_s \\
& &= 143,32 + 164,12 \\
& &= 307,44 \text{ kN}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&\text{Daya dukung izin (Q}_a\text{)} &= \frac{Q_{ult}}{SF} \\
& &= \frac{307,44}{3} \\
& &= 102,48 \text{ kN}
\end{aligned}$$

d. Untuk lapisan tanah kedalaman 8,30 – 11,00 meter

Koreksi nilai NSPT pada selimut tiang

$$N_1 \text{ (Kedalaman 0 m)} = 0$$

$$N_2 \text{ (Kedalaman 11,00 m)} = 60$$

$$\begin{aligned}
N_{s1} &= \frac{N_1 + N_2}{2} \\
&= \frac{0+60}{2} \\
&= 30
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
N_{s2} &= \frac{(1,55 \times 0) + (4 \times 60) + (1,45 \times 60) + (1,3 \times 60) + (2,7 \times 60)}{(1,55 + 4 + 1,45 + 1,3 + 2,7)} \\
&= 51,54
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
N_s &= \frac{N_{s1} + N_{s2}}{2} \\
&= \frac{30 + 51,54}{2} \\
&= 40,77
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Daya dukung} \\
 \text{ujung tiang (Q}_p\text{)} &= 7 \times N_p \times A_p \\
 &= 7 \times 40,95 \times 0,50 \\
 &= 143,32 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Daya dukung} \\
 \text{selimut tiang (Q}_s\text{)} &= 0,2 \times N_s \times P \times L_i \\
 &= 0,2 \times 40,77 \times 2,51 \times 11,00 \\
 &= 225,13 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Daya dukung} \\
 \text{ultimit tiang (Q}_{ult}\text{)} &= Q_p + Q_s \\
 &= 143,32 + 225,13 \\
 &= 368,45 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Daya dukung izin (Q}_a\text{)} &= \frac{Q_{ult}}{SF} \\
 &= \frac{368,45}{3} \\
 &= 122,82 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

e. Untuk lapisan tanah kedalaman 11,00 – 12,00 meter

Koreksi nilai NSPT pada selimut tiang

$$N_1 \text{ (Kedalaman 0 m)} = 0$$

$$N_2 \text{ (Kedalaman 12,00 m)} = 60$$

$$\begin{aligned}
 N_{s1} &= \frac{N_1 + N_2}{2} \\
 &= \frac{0+60}{2} \\
 &= 30
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 N_{s2} &= \frac{(1,55 \times 0) + (4 \times 60) + (1,45 \times 60) + (1,3 \times 60) + (2,7 \times 60) + (1 \times 60)}{(1,55 + 4 + 1,45 + 1,3 + 2,7 + 1)} \\
 &= 52,25
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 N_s &= \frac{N_{s1} + N_{s2}}{2} \\
 &= \frac{30+52,25}{2} \\
 &= 41,12
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Daya dukung} \\
 \text{ujung tiang (Q}_p\text{)} &= 9 \times C_u \times A_p \\
 &= 9 \times 400 \times 0,50 \\
 &= 1800 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Daya dukung} \\
 \text{selimut tiang (Q}_s\text{)} &= \alpha \times C_u \times P \times L_i \\
 &= 0,55 \times 400 \times 2,51 \times 12,00 \\
 &= 6024 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

Daya dukung

$$\begin{aligned}
 \text{ultimit tiang } (Q_{ult}) &= Q_p + Q_s \\
 &= 1800 + 6024 \\
 &= 7824 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Daya dukung izin } (Q_a) &= \frac{Q_{ult}}{SF} \\
 &= \frac{7824}{3} \\
 &= 2608 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

- f. Untuk lapisan tanah kedalaman 12,00 – 13,50 meter
Koreksi nilai NSPT pada selimut tiang

$$N_1 \text{ (Kedalaman 0 m)} = 0$$

$$N_2 \text{ (Kedalaman 13,50 m)} = 60$$

$$\begin{aligned}
 N_{s1} &= \frac{N_1 + N_2}{2} \\
 &= \frac{0 + 60}{2} \\
 &= 30
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 N_{s2} &= \frac{(1,55 \times 0) + (4 \times 60) + (1,45 \times 60) + (1,3 \times 60) + (2,7 \times 60) + (1 \times 60) + (1,5 \times 60)}{(1,55 + 4 + 1,45 + 1,3 + 2,7 + 1 + 1,5)} \\
 &= 53,1
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 N_s &= \frac{N_{s1} + N_{s2}}{2} \\
 &= \frac{30 + 53,1}{2} \\
 &= 41,55
 \end{aligned}$$

Daya dukung

$$\begin{aligned}
 \text{ujung tiang } (Q_p) &= 7 \times N_p \times A_p \\
 &= 7 \times 40,95 \times 0,50 \\
 &= 143,32 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

Daya dukung

$$\begin{aligned}
 \text{selimut tiang } (Q_s) &= 0,2 \times N_s \times P \times L_i \\
 &= 0,2 \times 41,55 \times 2,51 \times 13,50 \\
 &= 281,58 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

Daya dukung

$$\begin{aligned}
 \text{ultimit tiang } (Q_{ult}) &= Q_p + Q_s \\
 &= 143,32 + 281,58 \\
 &= 424,9 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Daya dukung izin } (Q_a) &= \frac{Q_{ult}}{SF} \\
 &= \frac{424,9}{3} \\
 &= 141,63 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

- g. Untuk lapisan tanah kedalaman 13,50 – 14,30 meter
Koreksi nilai NSPT pada selimut tiang

$$\begin{aligned}
N_1 \text{ (Kedalaman 0 m)} &= 0 \\
N_2 \text{ (Kedalaman 14,30 m)} &= 60 \\
N_{s1} &= \frac{N_1 + N_2}{2} \\
&= \frac{0+60}{2} \\
&= 30 \\
N_{s2} &= \frac{(1,55 \times 0) + (4 \times 60) + (1,45 \times 60) + (1,3 \times 60) + (2,7 \times 60) + (1 \times 60) + (1,5 \times 60) + (0,8 \times 60)}{(1,55 + 4 + 1,45 + 1,3 + 2,7 + 1 + 1,5 + 0,8)} \\
&= 53,50 \\
N_s &= \frac{N_{s1} + N_{s2}}{2} \\
&= \frac{30 + 53,50}{2} \\
&= 41,75 \\
\text{Daya dukung} \\
\text{ujung tiang (Q}_p\text{)} &= 9 \times C_u \times A_p \\
&= 9 \times 400 \times 0,50 \\
&= 1800 \text{ kN} \\
\text{Daya dukung} \\
\text{selimut tiang (Q}_s\text{)} &= \alpha \times C_u \times P \times L_i \\
&= 0,55 \times 400 \times 2,51 \times 14,30 \\
&= 7896,46 \text{ kN} \\
\text{Daya dukung} \\
\text{ultimit tiang (Q}_{ult}\text{)} &= Q_p + Q_s \\
&= 1800 + 7896,46 \\
&= 9696,46 \text{ kN} \\
\text{Daya dukung izin (Q}_a\text{)} &= \frac{Q_{ult}}{SF} \\
&= \frac{9696,46}{3} \\
&= 3232,15 \text{ kN}
\end{aligned}$$

h. Untuk lapisan tanah kedalaman 14,30 – 19,00 meter

Koreksi nilai NSPT pada selimut tiang

$$\begin{aligned}
N_1 \text{ (Kedalaman 0 m)} &= 0 \\
N_2 \text{ (Kedalaman 19,00 m)} &= 60 \\
N_{s1} &= \frac{N_1 + N_2}{2} \\
&= \frac{0+60}{2} \\
&= 30 \\
N_{s2} &= \frac{(1,55 \times 0) + (4 \times 60) + (1,45 \times 60) + (1,3 \times 60) + (2,7 \times 60) + (1 \times 60) + (1,5 \times 60) + (0,8 \times 60) + (4,7 \times 60)}{(1,55 + 4 + 1,45 + 1,3 + 2,7 + 1 + 1,5 + 0,8 + 4,7)} \\
&= 55,10
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
N_s &= \frac{N_{s1} + N_{s2}}{2} \\
&= \frac{30 + 55,10}{2} \\
&= 42,55
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&\text{Daya dukung} \\
&\text{ujung tiang (Q}_p\text{)} &= 7 \times N_p \times A_p \\
& &= 7 \times 40,95 \times 0,50 \\
& &= 143,32 \text{ kN}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&\text{Daya dukung} \\
&\text{selimut tiang (Q}_s\text{)} &= 0,2 \times N_s \times P \times L_i \\
& &= 0,2 \times 42,55 \times 2,51 \times 19,00 \\
& &= 446,43 \text{ kN}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&\text{Daya dukung} \\
&\text{ultimit tiang (Q}_{ult}\text{)} &= Q_p + Q_s \\
& &= 143,32 + 446,43 \\
& &= 589,75 \text{ kN}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&\text{Daya dukung izin (Q}_a\text{)} &= \frac{Q_{ult}}{SF} \\
& &= \frac{589,75}{3} \\
& &= 196,58 \text{ kN}
\end{aligned}$$

- i. Untuk lapisan tanah kedalaman 19,00 – 20,00 meter

Koreksi nilai NSPT pada selimut tiang

$$N_1 \text{ (Kedalaman 0 m)} = 0$$

$$N_2 \text{ (Kedalaman 20,00 m)} = 60$$

$$\begin{aligned}
N_{s1} &= \frac{N_1 + N_2}{2} \\
&= \frac{0 + 60}{2} \\
&= 30
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
N_{s2} &= \frac{(1,55 \times 0) + (4 \times 60) + (1,45 \times 60) + (1,3 \times 60) + (2,7 \times 60) + (1 \times 60) + (1,5 \times 60) + (0,8 \times 60) + (4,7 \times 60) + (1 \times 60)}{(1,55 + 4 + 1,45 + 1,3 + 2,7 + 1 + 1,5 + 0,8 + 4,7 + 1)} \\
&= 55,35
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
N_s &= \frac{N_{s1} + N_{s2}}{2} \\
&= \frac{30 + 55,35}{2} \\
&= 42,67
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&\text{Daya dukung} \\
&\text{ujung tiang (Q}_p\text{)} &= 7 \times N_p \times A_p \\
& &= 7 \times 40,95 \times 0,50 \\
& &= 143,32 \text{ kN}
\end{aligned}$$

Daya dukung

$$\begin{aligned}
 \text{selimut tiang } (Q_s) &= 0,2 \times N_s \times P \times L_i \\
 &= 0,2 \times 42,67 \times 2,51 \times 20,00 \\
 &= 428,41 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Daya dukung} \\
 \text{ultimit tiang } (Q_{ult}) &= Q_p + Q_s \\
 &= 143,32 + 428,41 \\
 &= 571,73 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Daya dukung izin } (Q_a) &= \frac{Q_{ult}}{SF} \\
 &= \frac{571,73}{3} \\
 &= 190,57 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

2. Metode Luciano Decourt (1982)

Perhitungan kapasitas daya dukung dengan metode Luciano Decourt (1982) menggunakan **persamaan 2.2**. Adapun proses perhitungannya sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Diameter tiang } (D) &= 80 \text{ cm} \\
 &= 0,8 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Panjang tiang } (L) &= 900 \text{ cm} \\
 &= 9 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Luas penampang} \\
 \text{tiang } \textit{bored pile} (A_p) &= \frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \\
 &= \frac{1}{4} \times 3,14 \times 80^2 \\
 &= 5024 \text{ cm}^2 \\
 &= 0,50 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Luas selimut} \\
 \text{tiang } \textit{bored pile} (A_s) &= \pi \times D \times h \\
 &= 3,14 \times 0,8 \times 8,3 \\
 &= 20,85 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Koreksi nilai NSPT pada ujung tiang} \\
 4D &= \text{Panjang tertanam} + 4D \text{ (bawah)} \\
 &= 8,3 + (4 \times 0,8) \\
 &= 11,5 \text{ m} \\
 4D &= \text{Panjang tertanam} - 4D \text{ (atas)} \\
 &= 8,3 - (4 \times 0,8) \\
 &= 5,1 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Kemudian, dilakukan perhitungan rata-rata NSPT dengan batas kedalaman 5,1 meter hingga 11,5 meter. Untuk mencari nilai N_{P1} menggunakan rata-rata nilai NSPT pada kedalaman 5,1 meter dan 11,5 meter sedangkan untuk

mencari nilai N_{P2} menggunakan rata-rata nilai NSPT dari kedalaman 5,1 meter hingga 11,5 meter.

$$\begin{aligned}
 N_1 \text{ (Kedalaman 5,1 m)} &= 60 \\
 N_2 \text{ (Kedalaman 11,5 m)} &= 60 \\
 N_{P1} &= \frac{N_1 + N_2}{2} \\
 &= \frac{60+60}{2} \\
 &= 60 \\
 N_{P2} &= \frac{(0,45 \times 60) + (1,45 \times 60) + (1,3 \times 60) + (2,7 \times 60) + (0,5 \times 60)}{(0,45+1,45+1,3+2,7+0,5)} \\
 &= 60 \\
 N_P &= \frac{N_{P1} + N_{P2}}{2} \\
 &= \frac{60+60}{2} \\
 &= 60
 \end{aligned}$$

a. Untuk lapisan tanah kedalaman 1,55 – 5,55 meter

Koreksi nilai NSPT pada selimut tiang

$$\begin{aligned}
 N_1 \text{ (Kedalaman 0 m)} &= 0 \\
 N_2 \text{ (Kedalaman 5,55 m)} &= 60 \\
 N_{s1} &= \frac{N_1 + N_2}{2} \\
 &= \frac{0+60}{2} \\
 &= 30 \\
 N_{s2} &= \frac{(1,55 \times 0) + (4 \times 60)}{(1,55+4)} \\
 &= 43,24 \\
 N_s &= \frac{N_{s1} + N_{s2}}{2} \\
 &= \frac{30+43,24}{2} \\
 &= 36,62
 \end{aligned}$$

Daya dukung

$$\begin{aligned}
 \text{ujung tiang } (Q_p) &= \alpha \times A_p \times N_p \times K \\
 &= 0,50 \times 0,50 \times 60 \times 40 \\
 &= 600 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

Daya dukung

$$\begin{aligned}
 \text{selimut tiang } (Q_s) &= \beta \times A_s \times \left(\frac{N_s}{3} + 1\right) \\
 &= 0,50 \times 20,85 \times \left(\frac{36,62}{3} + 1\right) \\
 &= 137,68 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

Daya dukung

$$\text{ultimit tiang } (Q_{ult}) = Q_p + Q_s$$

$$\begin{aligned}
&= 600 + 137,68 \\
&= 737,68 \text{ kN} \\
\text{Daya dukung izin (Q}_a\text{)} &= \frac{Q_{ult}}{SF} \\
&= \frac{737,68}{3} \\
&= 245,89 \text{ kN}
\end{aligned}$$

- b. Untuk lapisan tanah kedalaman 5,55 – 7,00 meter

Koreksi nilai NSPT pada selimut tiang

$$N_1 \text{ (Kedalaman 0 m)} = 0$$

$$N_2 \text{ (Kedalaman 7,00 m)} = 60$$

$$\begin{aligned}
N_{s1} &= \frac{N_1 + N_2}{2} \\
&= \frac{0+60}{2} \\
&= 30
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
N_{s2} &= \frac{(1,55 \times 0) + (4 \times 60) + (1,45 \times 60)}{(1,55 + 4 + 1,45)} \\
&= 46,71
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
N_s &= \frac{N_{s1} + N_{s2}}{2} \\
&= \frac{30+46,71}{2} \\
&= 38,35
\end{aligned}$$

Daya dukung

$$\begin{aligned}
\text{ujung tiang (Q}_p\text{)} &= \alpha \times A_p \times N_p \times K \\
&= 0,50 \times 0,50 \times 60 \times 40 \\
&= 600 \text{ kN}
\end{aligned}$$

Daya dukung

$$\begin{aligned}
\text{selimut tiang (Q}_s\text{)} &= \beta \times A_s \times \left(\frac{N_s}{3} + 1\right) \\
&= 0,50 \times 20,85 \times \left(\frac{38,35}{3} + 1\right) \\
&= 143,69 \text{ kN}
\end{aligned}$$

Daya dukung

$$\begin{aligned}
\text{ultimit tiang (Q}_{ult}\text{)} &= Q_p + Q_s \\
&= 600 + 143,69 \\
&= 743,69 \text{ kN}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{Daya dukung izin (Q}_a\text{)} &= \frac{Q_{ult}}{SF} \\
&= \frac{743,69}{3} \\
&= 247,90 \text{ kN}
\end{aligned}$$

- c. Untuk lapisan tanah kedalaman 7,00 – 8,30 meter

Koreksi nilai NSPT pada selimut tiang

$$\begin{aligned}
N_1 \text{ (Kedalaman 0 m)} &= 0 \\
N_2 \text{ (Kedalaman 8,30 m)} &= 60 \\
N_{s1} &= \frac{N_1 + N_2}{2} \\
&= \frac{0+60}{2} \\
&= 30 \\
N_{s2} &= \frac{(1,55 \times 0) + (4 \times 60) + (1,45 \times 60) + (1,3 \times 60)}{(1,55 + 4 + 1,45 + 1,3)} \\
&= 48,79 \\
N_s &= \frac{N_{s1} + N_{s2}}{2} \\
&= \frac{30 + 48,79}{2} \\
&= 39,39
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&\text{Daya dukung} \\
&\text{ujung tiang (Q}_p\text{)} &= \alpha \times A_p \times N_p \times K \\
& &= 0,50 \times 0,50 \times 60 \times 40 \\
& &= 600 \text{ kN}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&\text{Daya dukung} \\
&\text{selimut tiang (Q}_s\text{)} &= \beta \times A_s \times \left(\frac{N_s}{3} + 1\right) \\
& &= 0,50 \times 20,85 \times \left(\frac{39,39}{3} + 1\right) \\
& &= 147,30 \text{ kN}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&\text{Daya dukung} \\
&\text{ultimit tiang (Q}_{ult}\text{)} &= Q_p + Q_s \\
& &= 600 + 147,30 \\
& &= 747,30 \text{ kN}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&\text{Daya dukung izin (Q}_a\text{)} &= \frac{Q_{ult}}{SF} \\
& &= \frac{747,30}{3} \\
& &= 249,10 \text{ kN}
\end{aligned}$$

d. Untuk lapisan tanah kedalaman 8,30 – 11,00 meter

Koreksi nilai NSPT pada selimut tiang

$$\begin{aligned}
N_1 \text{ (Kedalaman 0 m)} &= 0 \\
N_2 \text{ (Kedalaman 11,00 m)} &= 60 \\
N_{s1} &= \frac{N_1 + N_2}{2} \\
&= \frac{0+60}{2} \\
&= 30 \\
N_{s2} &= \frac{(1,55 \times 0) + (4 \times 60) + (1,45 \times 60) + (1,3 \times 60) + (2,7 \times 60)}{(1,55 + 4 + 1,45 + 1,3 + 2,7)} \\
&= 51,54
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 N_s &= \frac{N_{s1} + N_{s2}}{2} \\
 &= \frac{30 + 51,54}{2} \\
 &= 40,77
 \end{aligned}$$

Daya dukung

$$\begin{aligned}
 \text{ujung tiang } (Q_p) &= \alpha \times A_p \times N_p \times K \\
 &= 0,50 \times 0,50 \times 60 \times 40 \\
 &= 600 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

Daya dukung

$$\begin{aligned}
 \text{selimut tiang } (Q_s) &= \beta \times A_s \times \left(\frac{N_s}{3} + 1 \right) \\
 &= 0,50 \times 20,85 \times \left(\frac{40,77}{3} + 1 \right) \\
 &= 152,10 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

Daya dukung

$$\begin{aligned}
 \text{ultimit tiang } (Q_{ult}) &= Q_p + Q_s \\
 &= 600 + 152,10 \\
 &= 752,1 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

Daya dukung izin (Q_a)

$$\begin{aligned}
 &= \frac{Q_{ult}}{SF} \\
 &= \frac{752,1}{3} \\
 &= 250,7 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

e. Untuk lapisan tanah kedalaman 11,00 – 12,00 meter

Koreksi nilai NSPT pada selimut tiang

$$N_1 \text{ (Kedalaman 0 m)} = 0$$

$$N_2 \text{ (Kedalaman 12,00 m)} = 60$$

$$\begin{aligned}
 N_{s1} &= \frac{N_1 + N_2}{2} \\
 &= \frac{0 + 60}{2} \\
 &= 30
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 N_{s2} &= \frac{(1,55 \times 0) + (4 \times 60) + (1,45 \times 60) + (1,3 \times 60) + (2,7 \times 60) + (1 \times 60)}{(1,55 + 4 + 1,45 + 1,3 + 2,7 + 1)} \\
 &= 52,25
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 N_s &= \frac{N_{s1} + N_{s2}}{2} \\
 &= \frac{30 + 52,25}{2} \\
 &= 41,12
 \end{aligned}$$

Daya dukung

$$\begin{aligned}
 \text{ujung tiang } (Q_p) &= \alpha \times A_p \times N_p \times K \\
 &= 0,85 \times 0,50 \times 60 \times 12 \\
 &= 306 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

Daya dukung

$$\begin{aligned}\text{selimut tiang } (Q_s) &= \beta \times A_s \times \left(\frac{N_s}{3} + 1\right) \\ &= 0,50 \times 20,85 \times \left(\frac{41,12}{3} + 1\right) \\ &= 153,32 \text{ kN}\end{aligned}$$

Daya dukung

$$\begin{aligned}\text{ultimit tiang } (Q_{ult}) &= Q_p + Q_s \\ &= 306 + 153,32 \\ &= 459,32 \text{ kN}\end{aligned}$$

Daya dukung izin (Q_a)

$$\begin{aligned}&= \frac{Q_{ult}}{SF} \\ &= \frac{459,32}{3} \\ &= 153,11 \text{ kN}\end{aligned}$$

- f. Untuk lapisan tanah kedalaman 12,00 – 13,50 meter

Koreksi nilai NSPT pada selimut tiang

$$N_1 \text{ (Kedalaman 0 m)} = 0$$

$$N_2 \text{ (Kedalaman 13,50 m)} = 60$$

$$\begin{aligned}N_{s1} &= \frac{N_1 + N_2}{2} \\ &= \frac{0+60}{2} \\ &= 30\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}N_{s2} &= \frac{(1,55 \times 0) + (4 \times 60) + (1,45 \times 60) + (1,3 \times 60) + (2,7 \times 60) + (1 \times 60) + (1,5 \times 60)}{(1,55 + 4 + 1,45 + 1,3 + 2,7 + 1 + 1,5)} \\ &= 53,1\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}N_s &= \frac{N_{s1} + N_{s2}}{2} \\ &= \frac{30 + 53,1}{2} \\ &= 41,55\end{aligned}$$

Daya dukung

$$\begin{aligned}\text{ujung tiang } (Q_p) &= \alpha \times A_p \times N_p \times K \\ &= 0,50 \times 0,50 \times 60 \times 40 \\ &= 600 \text{ kN}\end{aligned}$$

Daya dukung

$$\begin{aligned}\text{selimut tiang } (Q_s) &= \beta \times A_s \times \left(\frac{N_s}{3} + 1\right) \\ &= 0,50 \times 20,85 \times \left(\frac{41,55}{3} + 1\right) \\ &= 154,81 \text{ kN}\end{aligned}$$

Daya dukung

$$\begin{aligned}\text{ultimit tiang } (Q_{ult}) &= Q_p + Q_s \\ &= 600 + 154,81\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= 754,81 \text{ kN} \\
\text{Daya dukung izin (Q}_a\text{)} &= \frac{Q_{ult}}{SF} \\
&= \frac{754,81}{3} \\
&= 251,60 \text{ kN}
\end{aligned}$$

- g. Untuk lapisan tanah kedalaman 13,50 – 14,30 meter
Koreksi nilai NSPT pada selimut tiang

$$\begin{aligned}
N_1 \text{ (Kedalaman 0 m)} &= 0 \\
N_2 \text{ (Kedalaman 14,30 m)} &= 60 \\
N_{s1} &= \frac{N_1 + N_2}{2} \\
&= \frac{0+60}{2} \\
&= 30 \\
N_{s2} &= \frac{(1,55 \times 0) + (4 \times 60) + (1,45 \times 60) + (1,3 \times 60) + (2,7 \times 60) + (1 \times 60) + (1,5 \times 60) + (0,8 \times 60)}{(1,55+4+1,45+1,3+2,7+1+1,5+0,8)} \\
&= 53,50 \\
N_s &= \frac{N_{s1} + N_{s2}}{2} \\
&= \frac{30+53,50}{2} \\
&= 41,75
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&\text{Daya dukung} \\
&\text{ujung tiang (Q}_p\text{)} &= \alpha \times A_p \times N_p \times K \\
& &= 0,85 \times 0,50 \times 60 \times 12 \\
& &= 306 \text{ kN}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&\text{Daya dukung} \\
&\text{selimut tiang (Q}_s\text{)} &= \beta \times A_s \times \left(\frac{N_s}{3} + 1\right) \\
& &= 0,50 \times 20,85 \times \left(\frac{41,75}{3} + 1\right) \\
& &= 155,51 \text{ kN}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&\text{Daya dukung} \\
&\text{ultimit tiang (Q}_{ult}\text{)} &= Q_p + Q_s \\
& &= 306 + 155,51 \\
& &= 461,51 \text{ kN}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&\text{Daya dukung izin (Q}_a\text{)} &= \frac{Q_{ult}}{SF} \\
& &= \frac{461,51}{3} \\
& &= 153,84 \text{ kN}
\end{aligned}$$

- h. Untuk lapisan tanah kedalaman 14,30 – 19,00 meter
Koreksi nilai NSPT pada selimut tiang

$$N_1 \text{ (Kedalaman 0 m)} = 0$$

$$\begin{aligned}
N_2 \text{ (Kedalaman 19,00 m)} &= 60 \\
N_{s1} &= \frac{N_1 + N_2}{2} \\
&= \frac{0+60}{2} \\
&= 30 \\
N_{s2} &= \frac{(1,55 \times 0) + (4 \times 60) + (1,45 \times 60) + (1,3 \times 60) + (2,7 \times 60) + (1 \times 60) + (1,5 \times 60) + (0,8 \times 60) + (4,7 \times 60)}{(1,55 + 4 + 1,45 + 1,3 + 2,7 + 1 + 1,5 + 0,8 + 4,7)} \\
&= 55,10 \\
N_s &= \frac{N_{s1} + N_{s2}}{2} \\
&= \frac{30 + 55,10}{2} \\
&= 42,55 \\
\text{Daya dukung} \\
\text{ujung tiang (Q}_p\text{)} &= \alpha \times A_p \times N_p \times K \\
&= 0,50 \times 0,50 \times 60 \times 40 \\
&= 600 \text{ kN} \\
\text{Daya dukung} \\
\text{selimut tiang (Q}_s\text{)} &= \beta \times A_s \times \left(\frac{N_s}{3} + 1\right) \\
&= 0,50 \times 20,85 \times \left(\frac{42,55}{3} + 1\right) \\
&= 158,29 \text{ kN} \\
\text{Daya dukung} \\
\text{ultimit tiang (Q}_{ult}\text{)} &= Q_p + Q_s \\
&= 600 + 158,29 \\
&= 758,29 \text{ kN} \\
\text{Daya dukung izin (Q}_a\text{)} &= \frac{Q_{ult}}{SF} \\
&= \frac{758,29}{3} \\
&= 252,76 \text{ kN}
\end{aligned}$$

- i. Untuk lapisan tanah kedalaman 19,00 – 20,00 meter

Koreksi nilai NSPT pada selimut tiang

$$\begin{aligned}
N_1 \text{ (Kedalaman 0 m)} &= 0 \\
N_2 \text{ (Kedalaman 20,00 m)} &= 60 \\
N_{s1} &= \frac{N_1 + N_2}{2} \\
&= \frac{0+60}{2} \\
&= 30 \\
N_{s2} &= \frac{(1,55 \times 0) + (4 \times 60) + (1,45 \times 60) + (1,3 \times 60) + (2,7 \times 60) + (1 \times 60) + (1,5 \times 60) + (0,8 \times 60) + (4,7 \times 60) + (1 \times 60)}{(1,55 + 4 + 1,45 + 1,3 + 2,7 + 1 + 1,5 + 0,8 + 4,7 + 1)} \\
&= 55,35
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 N_s &= \frac{N_{s1} + N_{s2}}{2} \\
 &= \frac{30 + 55,35}{2} \\
 &= 42,67
 \end{aligned}$$

Daya dukung

$$\begin{aligned}
 \text{ujung tiang } (Q_p) &= \alpha \times A_p \times N_p \times K \\
 &= 0,50 \times 0,50 \times 60 \times 40 \\
 &= 600 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

Daya dukung

$$\begin{aligned}
 \text{selimut tiang } (Q_s) &= \beta \times A_s \times \left(\frac{N_s}{3} + 1 \right) \\
 &= 0,50 \times 20,85 \times \left(\frac{42,67}{3} + 1 \right) \\
 &= 158,70 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

Daya dukung

$$\begin{aligned}
 \text{ultimit tiang } (Q_{ult}) &= Q_p + Q_s \\
 &= 600 + 158,70 \\
 &= 758,70 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

Daya dukung izin (Q_a)

$$\begin{aligned}
 &= \frac{Q_{ult}}{SF} \\
 &= \frac{758,70}{3} \\
 &= 252,90 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

3. Metode Meyerhoff (1956)

Perhitungan kapasitas daya dukung dengan metode Meyerhoff (1956) menggunakan **persamaan 2.2**. Adapun proses perhitungannya sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Diameter tiang } (D) &= 80 \text{ cm} \\
 &= 0,8 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Panjang tiang } (L) &= 900 \text{ cm} \\
 &= 9 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Luas penampang

$$\begin{aligned}
 \text{tiang } \textit{bored pile} (A_p) &= \frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \\
 &= \frac{1}{4} \times 3,14 \times 80^2 \\
 &= 5024 \text{ cm}^2 \\
 &= 0,50 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

Luas selimut

$$\begin{aligned}
 \text{tiang } \textit{bored pile} (A_s) &= \pi \times D \times h \\
 &= 3,14 \times 0,8 \times 8,3 \\
 &= 20,85 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

Keliling tiang

$$\begin{aligned} \text{bored pile (P)} &= \pi \times D \\ &= 3,14 \times 80 \\ &= 251,2 \text{ cm} \\ &= 2,51 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_u &= 6 \times N \\ &= 6 \times 60 \\ &= 360 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

Koreksi nilai NSPT pada ujung tiang

$$\begin{aligned} \text{Atas (8D)} &= \text{Panjang tertanam} - 10D \\ &= 8,3 - (8 \times 0,8) \\ &= 1,9 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Bawah (4D)} &= \text{Panjang tertanam} + 4D \\ &= 8,3 + (4 \times 0,8) \\ &= 11,5 \text{ m} \end{aligned}$$

Kemudian, dilakukan perhitungan rata-rata NSPT dengan batas kedalaman 1,9 meter hingga 11,5 meter. Untuk mencari nilai N_{p1} menggunakan rata-rata nilai NSPT pada kedalaman 1,9 meter dan 11,5 meter sedangkan untuk mencari nilai N_{p2} menggunakan rata-rata nilai NSPT dari kedalaman 1,9 meter hingga 11,5 meter.

$$N_1 \text{ (Kedalaman 1,9 m)} = 60$$

$$N_2 \text{ (Kedalaman 11,5 m)} = 60$$

$$\begin{aligned} N_{p1} &= \frac{N_1 + N_2}{2} \\ &= \frac{60 + 60}{2} \\ &= 60 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} N_{p2} &= \frac{(1,6 \times 60) + (2,05 \times 60) + (1,45 \times 60) + (1,3 \times 60) + (1,2 \times 60) + (1,5 \times 60) + (0,5 \times 60)}{(1,6 + 2,05 + 1,45 + 1,3 + 1,2 + 1,5 + 0,5)} \\ &= 60 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} N_p &= \frac{60 + 60}{2} \\ &= 60 \end{aligned}$$

a. Untuk lapisan tanah kedalaman 1,55 – 5,55 meter

Koreksi nilai NSPT pada selimut tiang

$$N_1 \text{ (Kedalaman 0 m)} = 0$$

$$N_2 \text{ (Kedalaman 5,55 m)} = 60$$

$$\begin{aligned} N_{s1} &= \frac{N_1 + N_2}{2} \\ &= \frac{0 + 60}{2} \\ &= 30 \end{aligned}$$

$$N_{s2} = \frac{(1,55 \times 0) + (4 \times 60)}{(1,55 + 4)}$$

$$= 43,24$$

$$N_s = \frac{N_{s1} + N_{s2}}{2}$$

$$= \frac{30 + 43,24}{2}$$

$$= 36,62$$

Daya dukung

$$\begin{aligned} \text{ujung tiang } (Q_p) &= 4 \times N_p \times A_p \\ &= 4 \times 60 \times 0,50 \\ &= 120 \text{ kN} \end{aligned}$$

Daya dukung

$$\begin{aligned} \text{selimut tiang } (Q_s) &= 0,2 \times N_s \times A_s \\ &= 0,2 \times 36,62 \times 20,85 \\ &= 152,70 \text{ kN} \end{aligned}$$

Daya dukung

$$\begin{aligned} \text{ultimit tiang } (Q_{ult}) &= Q_p + Q_s \\ &= 120 + 152,70 \\ &= 272,70 \text{ kN} \end{aligned}$$

Daya dukung izin (Q_a)

$$\begin{aligned} &= \frac{Q_{ult}}{SF} \\ &= \frac{272,70}{3} \\ &= 90,9 \text{ kN} \end{aligned}$$

b. Untuk lapisan tanah kedalaman 5,55 – 7,00 meter

Koreksi nilai NSPT pada selimut tiang

$$N_1 \text{ (Kedalaman 0 m)} = 0$$

$$N_2 \text{ (Kedalaman 7,00 m)} = 60$$

$$N_{s1} = \frac{N_1 + N_2}{2}$$

$$= \frac{0 + 60}{2}$$

$$= 30$$

$$N_{s2} = \frac{(1,55 \times 0) + (4 \times 60) + (1,45 \times 60)}{(1,55 + 4 + 1,45)}$$

$$= 46,71$$

$$N_s = \frac{N_{s1} + N_{s2}}{2}$$

$$= \frac{30 + 46,71}{2}$$

$$= 38,35$$

Daya dukung

$$\begin{aligned} \text{ujung tiang } (Q_p) &= 4 \times N_p \times A_p \\ &= 4 \times 60 \times 0,50 \end{aligned}$$

$$= 120 \text{ kN}$$

Daya dukung

$$\begin{aligned} \text{selimut tiang } (Q_s) &= 0,2 \times N_s \times A_s \\ &= 0,2 \times 38,35 \times 20,85 \\ &= 159,92 \text{ kN} \end{aligned}$$

Daya dukung

$$\begin{aligned} \text{ultimit tiang } (Q_{ult}) &= Q_p + Q_s \\ &= 120 + 159,92 \\ &= 279,92 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Daya dukung izin } (Q_a) &= \frac{Q_{ult}}{SF} \\ &= \frac{279,92}{3} \\ &= 93,31 \text{ kN} \end{aligned}$$

c. Untuk lapisan tanah kedalaman 7,00 – 8,30 meter

Koreksi nilai NSPT pada selimut tiang

$$N_1 \text{ (Kedalaman 0 m)} = 0$$

$$N_2 \text{ (Kedalaman 8,30 m)} = 60$$

$$\begin{aligned} N_{s1} &= \frac{N_1 + N_2}{2} \\ &= \frac{0+60}{2} \\ &= 30 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} N_{s2} &= \frac{(1,55 \times 0) + (4 \times 60) + (1,45 \times 60) + (1,3 \times 60)}{(1,55 + 4 + 1,45 + 1,3)} \\ &= 48,79 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} N_s &= \frac{N_{s1} + N_{s2}}{2} \\ &= \frac{30+48,79}{2} \\ &= 39,39 \end{aligned}$$

Daya dukung

$$\begin{aligned} \text{ujung tiang } (Q_p) &= 4 \times N_p \times A_p \\ &= 4 \times 60 \times 0,50 \\ &= 120 \text{ kN} \end{aligned}$$

Daya dukung

$$\begin{aligned} \text{selimut tiang } (Q_s) &= 0,2 \times N_s \times A_s \\ &= 0,2 \times 39,39 \times 20,85 \\ &= 164,26 \text{ kN} \end{aligned}$$

Daya dukung

$$\begin{aligned} \text{ultimit tiang } (Q_{ult}) &= Q_p + Q_s \\ &= 120 + 164,26 \\ &= 284,26 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Daya dukung izin } (Q_a) &= \frac{Q_{ult}}{SF} \\
 &= \frac{284,26}{3} \\
 &= 94,75 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

- d. Untuk lapisan tanah kedalaman 8,30 – 11,00 meter

Koreksi nilai NSPT pada selimut tiang

$$N_1 \text{ (Kedalaman 0 m)} = 0$$

$$N_2 \text{ (Kedalaman 11,00 m)} = 60$$

$$N_{s1} = \frac{N_1 + N_2}{2}$$

$$= \frac{0+60}{2}$$

$$= 30$$

$$N_{s2} = \frac{(1,55 \times 0) + (4 \times 60) + (1,45 \times 60) + (1,3 \times 60) + (2,7 \times 60)}{(1,55 + 4 + 1,45 + 1,3 + 2,7)}$$

$$= 51,54$$

$$N_s = \frac{N_{s1} + N_{s2}}{2}$$

$$= \frac{30+51,54}{2}$$

$$= 40,77$$

Daya dukung

$$\begin{aligned}
 \text{ujung tiang } (Q_p) &= 4 \times N_p \times A_p \\
 &= 4 \times 60 \times 0,50 \\
 &= 120 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

Daya dukung

$$\begin{aligned}
 \text{selimut tiang } (Q_s) &= 0,2 \times N_s \times A_s \\
 &= 0,2 \times 40,77 \times 20,85 \\
 &= 170,01 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

Daya dukung

$$\begin{aligned}
 \text{ultimit tiang } (Q_{ult}) &= Q_p + Q_s \\
 &= 120 + 170,01 \\
 &= 290,01 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Daya dukung izin } (Q_a) &= \frac{Q_{ult}}{SF} \\
 &= \frac{290,01}{3} \\
 &= 96,67 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

- e. Untuk lapisan tanah kedalaman 11,00 – 12,00 meter

Koreksi nilai NSPT pada selimut tiang

$$N_1 \text{ (Kedalaman 0 m)} = 0$$

$$N_2 \text{ (Kedalaman 12,00 m)} = 60$$

$$N_{s1} = \frac{N_1 + N_2}{2}$$

$$\begin{aligned}
&= \frac{0+60}{2} \\
&= 30 \\
N_{s2} &= \frac{(1,55 \times 0) + (4 \times 60) + (1,45 \times 60) + (1,3 \times 60) + (2,7 \times 60) + (1 \times 60)}{(1,55 + 4 + 1,45 + 1,3 + 2,7 + 1)} \\
&= 52,25 \\
N_s &= \frac{N_{s1} + N_{s2}}{2} \\
&= \frac{30 + 52,25}{2} \\
&= 41,12 \\
\text{Daya dukung} \\
\text{ujung tiang (Q}_p\text{)} &= 9 \times C_u \times A_p \\
&= 9 \times 360 \times 0,50 \\
&= 1620 \text{ kN} \\
\text{Daya dukung} \\
\text{selimut tiang (Q}_s\text{)} &= 0,5 \times N_s \times A_s \\
&= 0,5 \times 41,12 \times 20,85 \\
&= 428,68 \text{ kN} \\
\text{Daya dukung} \\
\text{ultimit tiang (Q}_{ult}\text{)} &= Q_p + Q_s \\
&= 1620 + 428,68 \\
&= 2048,68 \text{ kN} \\
\text{Daya dukung izin (Q}_a\text{)} &= \frac{Q_{ult}}{SF} \\
&= \frac{2048,68}{3} \\
&= 682,89 \text{ kN}
\end{aligned}$$

f. Untuk lapisan tanah kedalaman 12,00 – 13,50 meter

Koreksi nilai NSPT pada selimut tiang

$$\begin{aligned}
N_1 \text{ (Kedalaman 0 m)} &= 0 \\
N_2 \text{ (Kedalaman 13,50 m)} &= 60 \\
N_{s1} &= \frac{N_1 + N_2}{2} \\
&= \frac{0+60}{2} \\
&= 30 \\
N_{s2} &= \frac{(1,55 \times 0) + (4 \times 60) + (1,45 \times 60) + (1,3 \times 60) + (2,7 \times 60) + (1 \times 60) + (1,5 \times 60)}{(1,55 + 4 + 1,45 + 1,3 + 2,7 + 1 + 1,5)} \\
&= 53,1 \\
N_s &= \frac{N_{s1} + N_{s2}}{2} \\
&= \frac{30 + 53,1}{2} \\
&= 41,55
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&\text{Daya dukung} \\
&\text{ujung tiang } (Q_p) = 4 \times N_p \times A_p \\
&= 4 \times 60 \times 0,50 \\
&= 120 \text{ kN}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&\text{Daya dukung} \\
&\text{selimut tiang } (Q_s) = 0,2 \times N_s \times A_s \\
&= 0,2 \times 41,55 \times 20,85 \\
&= 173,26 \text{ kN}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&\text{Daya dukung} \\
&\text{ultimit tiang } (Q_{ult}) = Q_p + Q_s \\
&= 120 + 173,26 \\
&= 293,26 \text{ kN}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&\text{Daya dukung izin } (Q_a) = \frac{Q_{ult}}{SF} \\
&= \frac{293,26}{3} \\
&= 97,75 \text{ kN}
\end{aligned}$$

g. Untuk lapisan tanah kedalaman 13,50 – 14,30 meter

Koreksi nilai NSPT pada selimut tiang

$$N_1 \text{ (Kedalaman 0 m)} = 0$$

$$N_2 \text{ (Kedalaman 14,30 m)} = 60$$

$$\begin{aligned}
N_{s1} &= \frac{N_1 + N_2}{2} \\
&= \frac{0 + 60}{2} \\
&= 30
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
N_{s2} &= \frac{(1,55 \times 0) + (4 \times 60) + (1,45 \times 60) + (1,3 \times 60) + (2,7 \times 60) + (1 \times 60) + (1,5 \times 60) + (0,8 \times 60)}{(1,55 + 4 + 1,45 + 1,3 + 2,7 + 1 + 1,5 + 0,8)} \\
&= 53,50
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
N_s &= \frac{N_{s1} + N_{s2}}{2} \\
&= \frac{30 + 53,50}{2} \\
&= 41,75
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&\text{Daya dukung} \\
&\text{ujung tiang } (Q_p) = 9 \times C_u \times A_p \\
&= 9 \times 360 \times 0,50 \\
&= 1620 \text{ kN}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&\text{Daya dukung} \\
&\text{selimut tiang } (Q_s) = 0,5 \times N_s \times A_s \\
&= 0,5 \times 41,75 \times 20,85 \\
&= 435,24 \text{ kN}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Daya dukung} \\
 \text{ultimit tiang } (Q_{ult}) &= Q_p + Q_s \\
 &= 1620 + 435,24 \\
 &= 2055,24 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Daya dukung izin } (Q_a) &= \frac{Q_{ult}}{SF} \\
 &= \frac{2055,24}{3} \\
 &= 685,08 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

h. Untuk lapisan tanah kedalaman 14,30 – 19,00 meter

Koreksi nilai NSPT pada selimut tiang

$$N_1 \text{ (Kedalaman 0 m)} = 0$$

$$N_2 \text{ (Kedalaman 19,00 m)} = 60$$

$$\begin{aligned}
 N_{s1} &= \frac{N_1 + N_2}{2} \\
 &= \frac{0+60}{2} \\
 &= 30
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 N_{s2} &= \frac{(1,55 \times 0) + (4 \times 60) + (1,45 \times 60) + (1,3 \times 60) + (2,7 \times 60) + (1 \times 60) + (1,5 \times 60) + (0,8 \times 60) + (4,7 \times 60)}{(1,55 + 4 + 1,45 + 1,3 + 2,7 + 1 + 1,5 + 0,8 + 4,7)} \\
 &= 55,10
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 N_s &= \frac{N_{s1} + N_{s2}}{2} \\
 &= \frac{30+55,10}{2} \\
 &= 42,55
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Daya dukung} \\
 \text{ujung tiang } (Q_p) &= 4 \times N_p \times A_p \\
 &= 4 \times 60 \times 0,50 \\
 &= 120 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Daya dukung} \\
 \text{selimut tiang } (Q_s) &= 0,2 \times N_s \times A_s \\
 &= 0,2 \times 42,55 \times 20,85 \\
 &= 177,43 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Daya dukung} \\
 \text{ultimit tiang } (Q_{ult}) &= Q_p + Q_s \\
 &= 120 + 177,43 \\
 &= 297,43 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Daya dukung izin } (Q_a) &= \frac{Q_{ult}}{SF} \\
 &= \frac{297,43}{3} \\
 &= 99,14 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

- i. Untuk lapisan tanah kedalaman 19,00 – 20,00 meter

Koreksi nilai NSPT pada selimut tiang

$$N_1 \text{ (Kedalaman 0 m)} = 0$$

$$N_2 \text{ (Kedalaman 20,00 m)} = 60$$

$$\begin{aligned} N_{s1} &= \frac{N_1 + N_2}{2} \\ &= \frac{0+60}{2} \\ &= 30 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} N_{s2} &= \frac{(1,55 \times 0) + (4 \times 60) + (1,45 \times 60) + (1,3 \times 60) + (2,7 \times 60) + (1 \times 60) + (1,5 \times 60) + (0,8 \times 60) + (4,7 \times 60) + (1 \times 60)}{(1,55+4+1,45+1,3+2,7+1+1,5+0,8+4,7+1)} \\ &= 55,35 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} N_s &= \frac{N_{s1} + N_{s2}}{2} \\ &= \frac{30+55,35}{2} \\ &= 42,67 \end{aligned}$$

Daya dukung

$$\begin{aligned} \text{ujung tiang (} Q_p \text{)} &= 4 \times N_p \times A_p \\ &= 4 \times 60 \times 0,50 \\ &= 120 \text{ kN} \end{aligned}$$

Daya dukung

$$\begin{aligned} \text{selimut tiang (} Q_s \text{)} &= 0,2 \times N_s \times A_s \\ &= 0,2 \times 42,67 \times 20,85 \\ &= 177,93 \text{ kN} \end{aligned}$$

Daya dukung

$$\begin{aligned} \text{ultimit tiang (} Q_{ult} \text{)} &= Q_p + Q_s \\ &= 120 + 177,93 \\ &= 297,93 \text{ kN} \end{aligned}$$

Daya dukung izin (Q_a)

$$\begin{aligned} &= \frac{Q_{ult}}{SF} \\ &= \frac{297,93}{3} \\ &= 99,31 \text{ kN} \end{aligned}$$

Lampiran 4. Data Hasil Penyelidikan Tanah

 PT. GEODATA MANDIRI INVESTIGATION, GEOTECHNIC, ENVIRONMENTAL, REMOTESENSING & GIS Jl. Golf Selatan VII No. 15 - Bandung Jabar - Indonesia, Phone. 022-7802 888, Fax. 022-7802 888 Website : www.geodata-mandiri.com , email : info@geodata-mandiri.com										DRILLING LOG Convention Hall Tanamori, Labuan Bajo - NTT									
LOKASI : TANAMORI, LABUAN BAJO NO. BOR (Sta.) : BH DB 03 TANGGAL MULAI : 06/02/2022 TANGGAL BERAKHIR : 12/02/2022 MUKA AIR TANAH : - m					KOORDINAT AKTUAL X : Y : Z :					OPERATOR : M. Odang DESKRIPSI OLEH : M. Odang DIPERIKSA OLEH : Abdul Jamaludin									
DEPTH (m)	CASING	M.A.T.	SUNGAI LITOLOGI	DESKRIPSI MATERIAL TANAH ATAU BATUAN	CORE RECOVERY (%)	R.Q.D. (%)	SAMPAL	STANDARD PENETRATION TEST (SPT)				DIAGRAM N-SPT	DOKUMENTASI CORE BOX						
								JUMLAH PUKULAN PER 15 cm			JUMLAH PUKULAN N2 + N3 (30 cm)								
								N1	N2	N3									
0				(0.00 m - 1.55 m) Tufa kerikil, berwarna coklat, keras															
1																			
2																			
3				(1.55 m - 5.55 m) Kerikil pasir sisipan boulder, berwarna abu - abu, sangat keras.															
4																			
5																			
6				(5.55 m - 7.00 m) Kerikil pasir sisipan bongkah batu pasir, berwarna coklat kemerahan, sangat keras.															
7																			
8																			
9				(7.00 m - 11.00 m) Pasir kerikil sisipan boulder, berwarna abu - abu, sangat padat.															
10																			
11																			
12				(11.00 m - 12.00 m) Breksi tufa, berwarna abu - abu, sangat keras.															
13																			
14				(12.00 m - 13.50 m) Pasir kerikil sisipan boulder, berwarna abu - abu, sangat padat.															
15																			
16				(13.50 m - 14.30 m) Bongkahan breksi, berwarna abu - abu, sangat keras.															
17																			
18																			
19				(14.30 - 19.00) Pasir kerikil sisipan boulder, berwarna abu - abu, sangat padat.															
20																			
21				(19.00 - 20.00) Pasir kerikil sisipan boulder, berwarna coklat kemerahan, sangat padat.															
22				END OF BORING															
23																			
24																			
25																			
26																			
27																			
28																			
29																			
30																			

AKHIR PENGEBORAN

LEGENDA :

 : UDS
 : DS
 : SPT

 : Muka Air Tanah
 : Casing

 : Lempung
 : Lanau
 : Pasir

 : Lempung Lanauan
 : Lanau Pasiran
 : Pasir Lanauan

 : Kerikil
 : Lanau Lempungan
 : Gambut

 : Batu Guling, Kerakal
 : Breksi
 : Konglomerat

 : Batu Pasir
 : Batu Lanau
 : Batu Lumpur

 : Batu Lempung
 : Tufa
 : Batu Gamping



PT. GEODATA MANDIRI

INVESTIGATION, GEOTECHNIC, ENVIRONMENTAL, REMOTESENSING & GIS
 Jl. Golf Selatan VII No. 15 - Bandung Jabar - Indonesia, Phone. 022-7802 888, Fax. 022-7802 888
 Website : www.geodata-mandiri.com, email : info@geodata-mandiri.com

SOIL MECHANIC LABORATORY

LABORATORY TEST RESULT

PROJECT : CONVENTION HALL TANAMORI
 LOCATION : LABUAN BAJO, NTT

BOR No	DEPTH (m)	Gs	γ_d t/m3	γ_m t/m3	Wn %	ATTERBERG			DIRECT SHEAR	
						Wl %	Wp %	Ip %	C kg/cm2	ϕ degre
DB.3	4.50 - 5.00	2,675	1,132	1,789	58,10	58,25	33,42	24,83	0,09	29,28
	9.00 - 9.55	2,669	1,397	1,897	35,79	62,44	32,25	30,19	0,12	25,50
	14.50 - 15.00	2,672	1,445	1,919	32,86	60,26	33,05	27,21	0,11	26,96
	19.00 - 19.55	2,670	1,106	1,819	64,39	59,86	34,20	25,66	0,10	28,05

BOR No	DEPTH (m)	e	n	Sr %	GRADATION				%Finer #200	UNIFIED CLASS	REMARKS
					Gravel %	Sand %	Silt %	Clay %			
DB.3	4.50 - 5.00	1,364	0,577	100,00	9,58	48,84	47,30	13,45	60,75	MH	Disturbed Sample
	9.00 - 9.55	0,910	0,476	100,00	8,13	37,03	52,45	18,65	71,10	MH	Disturbed Sample
	14.50 - 15.00	0,850	0,459	100,00	10,71	45,38	47,84	17,50	65,34	MH	Disturbed Sample
	19.00 - 19.55	1,413	0,586	100,00	13,16	50,46	48,56	14,15	62,71	MH	Disturbed Sample



PT. GEODATA MANDIRI

INVESTIGATION, GEOTECHNIC, ENVIRONMENTAL, REMOTESENSING & GIS
Jl. Golf Selatan VII No. 15 - Bandung Jabar - Indonesia, Phone. 022-7802 888, Fax. 022-7802 888
Website : www.geodata-mandiri.com, email : info@geodata-mandiri.com

SOIL MECHANIC LABORATORY
ATTERBERG LIMITS

PROJECT : CONVENTION HALL TANAMORI

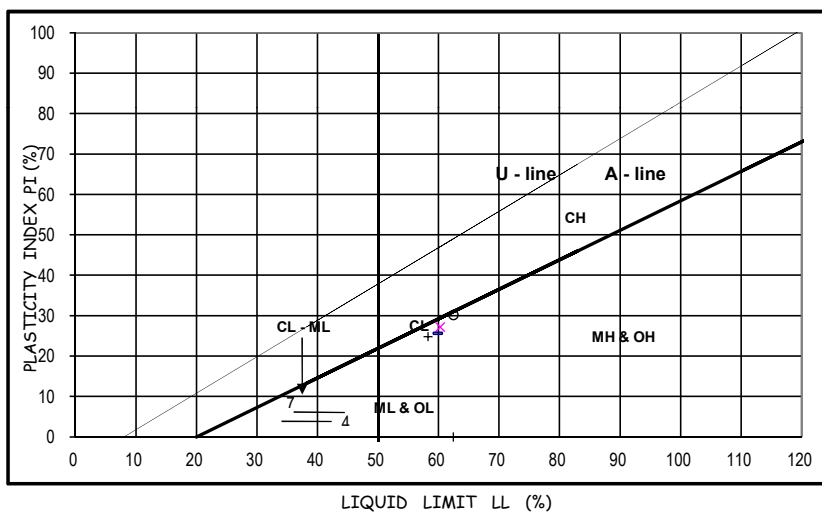
TESTED BY : ASEP

LOCATION : LABUAN BAJO, NTT

DATE : 15 - 02 - 2022

BOR No	DEPTH Meter	LL %	PL %	PI %	CLASSIFICATION USCS	CHART SYMBOL
DB.3	4.50 - 5.00	58,25	33,42	24,83	MH	+
DB.3	9.00 - 9.55	62,44	32,25	30,19	MH	O
DB.3	14.50 - 15.00	60,26	33,05	27,21	MH	X
DB.3	19.00 - 19.55	59,86	34,20	25,66	MH	-

PLASTICITY CHART - USCS



ML	Inorganic silts and very fine sands, rock flour, silty or clayey fine sands with slight plasticity
CL	Inorganic clays of low to medium plasticity, gravelly clays, sandy clays, silty clays, lean clays
OL	Organic silts and organic silt-clays of low plasticity
MH	Inorganic silts, micaceous or diatomaceous fine sandy or silty soils, elastic silts
CH	Inorganic clays of high plasticity, fat clays
OH	Organic clays of medium to high plasticity
Pt	Peat and other highly organic soils

PROJECT : CONVENTION HALL TANAMORI
 LOCATION : LABUAN BAJO, NTT
 DATE TEST : 14 - 02 - 2022
 TES BY : BEBEN



PT. GEODATA MANDIRI

INVESTIGATION, GEOTECHNIC, ENVIRONMENTAL, REMOTESENSING & GIS
 Jl. Golf Selatan VII No. 15 - Bandung Jabar - Indonesia, Phone. 022-7802 888, Fax. 022-7802 888
 Website : www.geodata-mandiri.com, email : info@geodata-mandiri.com

**Unit Weight
 Water Content
 Determination**

			DS	DS	DS	DS		
BORING / SAMPLE No			DB.3	DB.3	DB.3	DB.3		
DEPTH (Mtr)			4.50 - 5.00	9.00 - 9.55	14.50 - 15.00	19.00 - 19.55		
SOIL DESCRIPTION			Lanau pasir kerikilan abu kecoklatan	Lanau lempung pasir kerikilan abu - abu	Lanau lempung pasir kerikilan abu - abu	Lanau pasir kerikilan coklat keabuan		
1	Ring No		4	10	4	10		
2	Wt Ring sample wet	gram	95,41	101,35	100,12	98,51		
3	Wt Ring sample dry	gram	71,63	83,26	82,95	72,74		
4	Wt Water	gram	23,78	18,09	17,17	25,77		
5	Wt Ring	gram	30,7	32,72	30,7	32,72		
6	Vol Ring	cm3	36,17	36,17	36,17	36,17		
7	Wt sample wet	gram	64,71	68,63	69,42	65,79		
8	Wt sample dry	gram	40,93	50,54	52,25	40,02		
9	Wn	%	58,10	35,79	32,86	64,39		
10	γ_d	ton/m3	1,132	1,397	1,445	1,106		
11	γ_m	ton/m3	1,789	1,897	1,919	1,819		

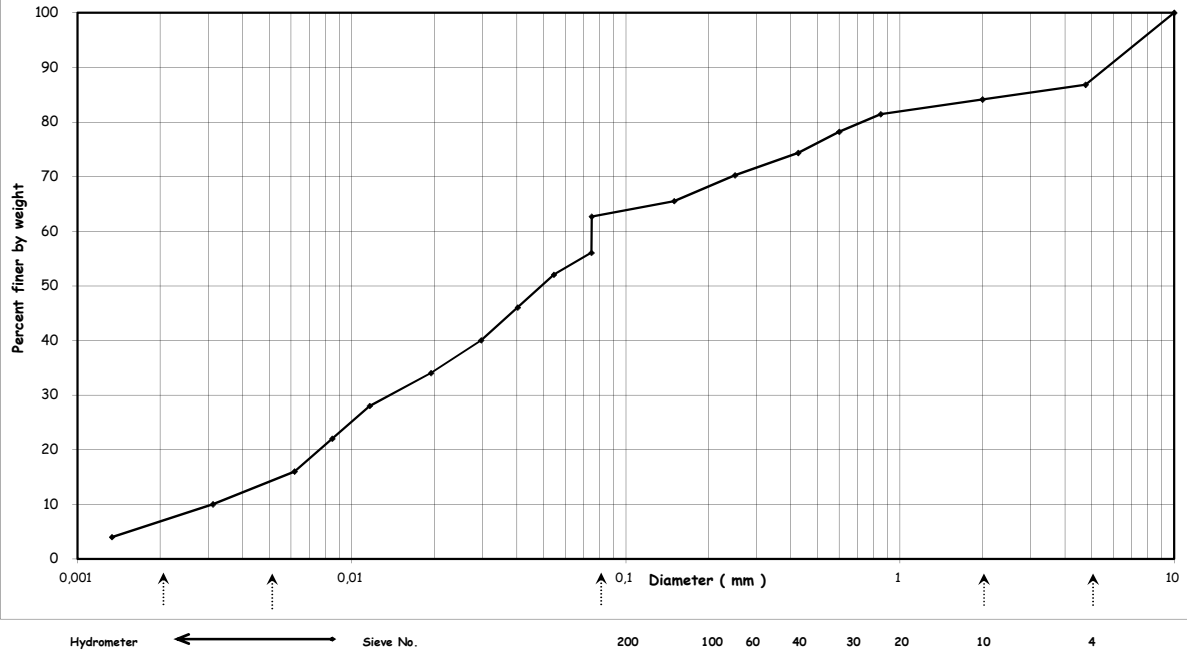
**PT. GEODATA MANDIRI**

INVESTIGATION, GEOTECHNIC, ENVIRONMENTAL, REMOTESENSING & GIS
 Jl. Golf Selatan VII No. 15 - Bandung Jabar - Indonesia, Phone. 022-7802 888, Fax. 022-7802 888
 Website : www.geodata-mandiri.com, email : info@geodata-mandiri.com

SOIL MECHANIC LABORATORY**GRAIN SIZE DISTRIBUTION & HYDROMETER**

PROJECT : CONVENTION HALL TANAMORI
 LOCATION : LABUAN BAJO, NTT
 SAMPLE No : DB.3

DATE TEST : 15 - 02 - 2022
 TEST BY : RUDI

GRAIN SIZE & HYDROMETER CURVE

Class ASTM	CLAY	SILT		SAND			ADDITIONAL
				Fine	Medium	Coarse	

No	Depth (M)	Gravel	Sand	Silt	Clay	% Finer	D10	D 30	D 60	Cu	Cc	Group
1	19.00 - 19.55	13,16	50,46	48,56	14,15	62,71	0,0032	0,0145	0,0753	23,531	0,873	MH

weight of dry sample before washed	200,00	gram
weight of sample after washed + cont	84,59	gram
weight of container	10,00	gram
weight of dry sample after washed	74,59	gram

Specific gravity G_s **2,670**

sieve no	diameter (mm)	weight retained	% retained	% passing
4	4,750	26,32	13,16	86,84
10	2,000	5,41	2,71	84,14
20	0,850	5,36	2,68	81,46
30	0,600	6,48	3,24	78,22
40	0,425	7,71	3,86	74,36
60	0,300	8,23	4,12	70,25
100	0,150	9,43	4,72	65,53
200	0,075	5,65	2,83	62,71
pan		74,59	ok	

Sieve No	diameter (mm)	Percent %
0	10,000	100,00
4	4,750	86,84
10	2,000	84,14
20	0,850	81,46
30	0,600	78,22
40	0,425	74,36
60	0,250	70,25
100	0,150	65,53
200	0,075	62,71
	0,075	56,05
	0,055	52,05
	0,040	46,04
	0,030	40,04
	0,019	34,03
	0,012	28,03
	0,008	22,02
	0,006	16,01
	0,003	10,01
	0,001	4,00
		-

$$C_u = b_{60} / b_{10}$$

$$C_c = (b_{30})^2 / (b_{10} \times b_{60})$$

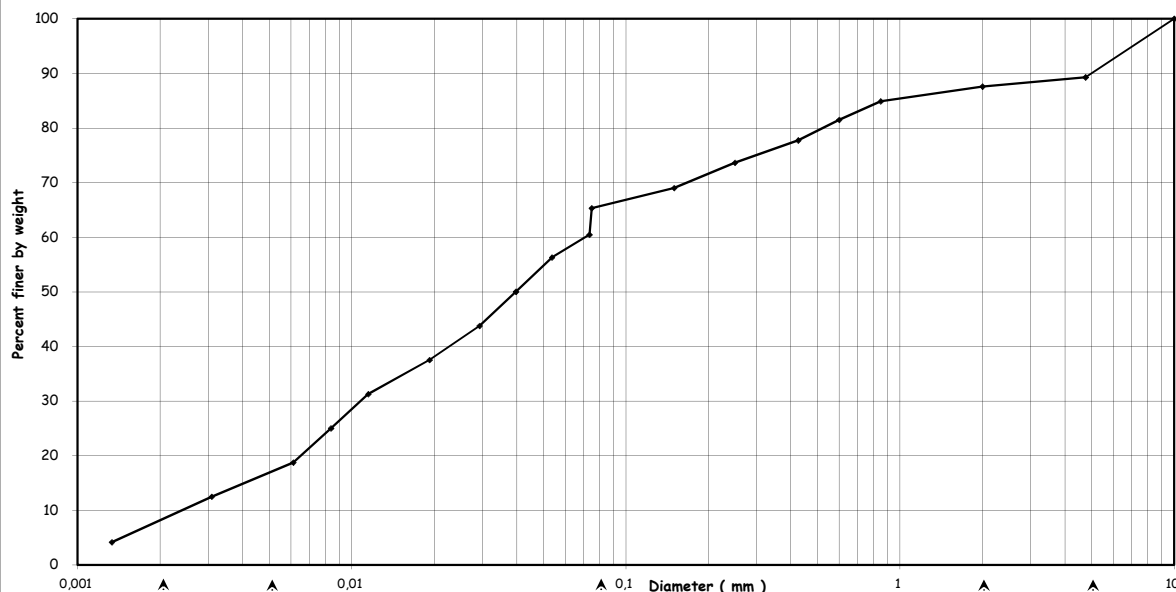
**PT. GEODATA MANDIRI**

INVESTIGATION, GEOTECHNIC, ENVIRONMENTAL, REMOTESENSING & GIS
Jl. Golf Selatan VII No. 15 - Bandung Jabar - Indonesia, Phone. 022-7802 888, Fax. 022-7802 888
Website : www.geodata-mandiri.com, email : info@geodata-mandiri.com

SOIL MECHANIC LABORATORY**GRAIN SIZE DISTRIBUTION & HYDROMETER**

PROJECT : CONVENTION HALL TANAMORI
LOCATION : LABUAN BAJO, NTT
SAMPLE No : DB.3

DATE TEST : 15 - 02 - 2022
TEST BY : RUDI

GRAIN SIZE & HYDROMETER CURVE

Hydrometer ← Sieve No.

Class ASTM	CLAY	SILT		SAND			ADDITIONAL
				Fine	Medium	Coarse	

No	Depth (M)	Gravel	Sand	Silt	Clay	% Finer	D10	D 30	D 60	Cu	Cc	Group
1	14.50 - 15.00	10,71	45,38	47,84	17,50	65,34	0,00248	0,0123	0,07	28,226	0,871	MH

weight of dry sample before washed	200,00	gram
weight of sample after washed + cont	79,33	gram
weight of container	10,00	gram
weight of dry sample after washed	69,33	gram

Specific gravity G_s 2,672

sieve no	diameter (mm)	weight retained	% retained	% passing
4	4,750	21,42	10,71	89,29
10	2,000	3,36	1,68	87,61
20	0,850	5,46	2,73	84,88
30	0,600	6,73	3,37	81,52
40	0,425	7,55	3,78	77,74
60	0,300	8,16	4,08	73,66
100	0,150	9,25	4,63	69,04
200	0,075	7,40	3,70	65,34
pan				
		69,33	ok	

Sieve No	diameter (mm)	Percent %
0	10,000	100,00
4	4,750	89,29
10	2,000	87,61
20	0,850	84,88
30	0,600	81,52
40	0,425	77,74
60	0,250	73,66
100	0,150	69,04
200	0,075	65,34
	0,074	60,46
	0,054	56,29
	0,040	50,04
	0,029	43,78
	0,019	37,53
	0,011	31,27
	0,008	25,02
	0,006	18,76
	0,003	12,51
	0,001	4,17
		-

$$C_u = b_{60} / b_{10}$$
$$C_c = (b_{30})^2 / (b_{10} \times b_{60})$$

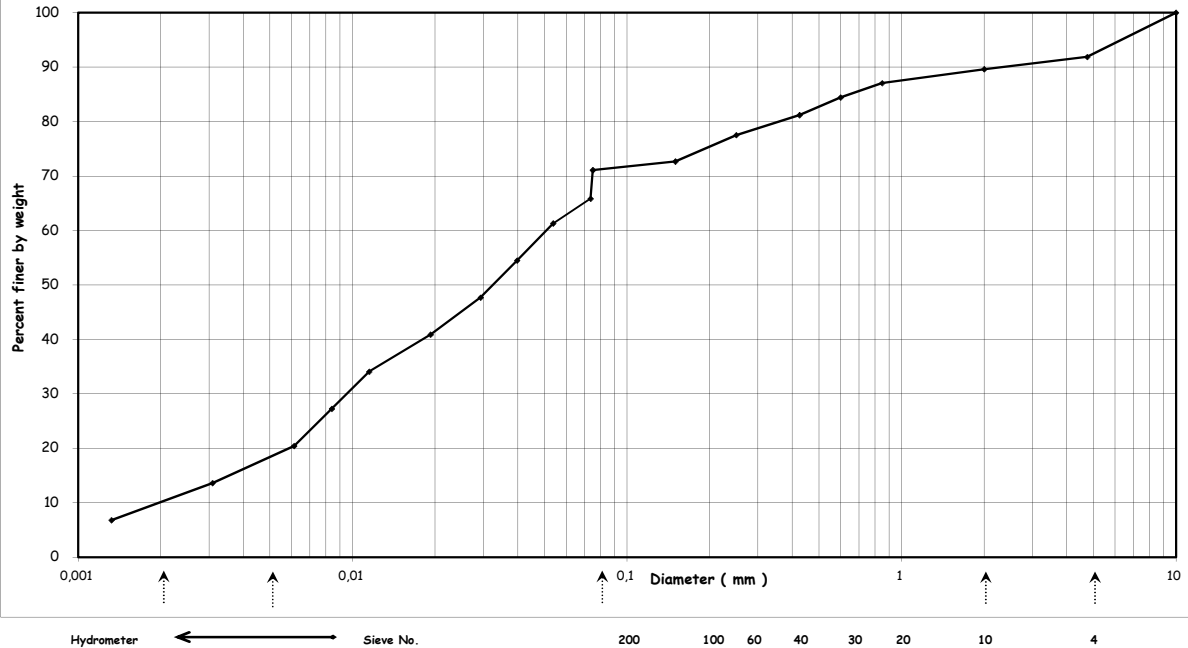
**PT. GEODATA MANDIRI**

INVESTIGATION, GEOTECHNIC, ENVIRONMENTAL, REMOTESENSING & GIS
Jl. Golf Selatan VII No. 15 - Bandung Jabar - Indonesia, Phone. 022-7802 888, Fax. 022-7802 888
Website : www.geodata-mandiri.com, email : info@geodata-mandiri.com

SOIL MECHANIC LABORATORY**GRAIN SIZE DISTRIBUTION & HYDROMETER**

PROJECT : CONVENTION HALL TANAMORI
LOCATION : LABUAN BAJO, NTT
SAMPLE No : DB.3

DATE TEST : 15 - 02 - 2022
TEST BY : RUDI

GRAIN SIZE & HYDROMETER CURVE

Glass ASTM	CLAY	SILT		SAND			GRAVEL
				Fine	Medium	Coarse	

No	Depth (M)	Gravel	Sand	Silt	Clay	% Finer	D10	D 30	D 60	Cu	Cc	Group
1	9.00 - 9.55	8,13	37,03	52,45	18,65	71,10	0,002	0,00964	0,05	25,00	0,929	MH

weight of dry sample before washed	200,00	gram
weight of sample after washed + cont	67,80	gram
weight of container	10,00	gram
weight of dry sample after washed	57,80	gram

Specific gravity G_s **2,669**

sieve no	diameter (mm)	weight retained	% retained	% passing
4	4,750	16,25	8,13	91,88
10	2,000	4,48	2,24	89,64
20	0,850	5,15	2,58	87,06
30	0,600	5,26	2,63	84,43
40	0,425	6,48	3,24	81,19
60	0,300	7,34	3,67	77,52
100	0,150	9,71	4,86	72,67
200	0,075	3,13	1,57	71,10
pan		57,80	ok	

Sieve No	diameter (mm)	Percent %
0	10,000	100,00
4	4,750	91,88
10	2,000	89,64
20	0,850	87,06
30	0,600	84,43
40	0,425	81,19
60	0,250	77,52
100	0,150	72,67
200	0,075	71,10
Hydrometer	0,074	65,84
	0,054	61,30
	0,040	54,49
	0,029	47,68
	0,019	40,87
	0,011	34,06
	0,008	27,24
	0,006	20,43
	0,003	13,62
	0,001	6,81
		-

$$C_u = d_{60} / d_{10}$$
$$C_c = (d_{30})^2 / (d_{10} \times d_{60})$$

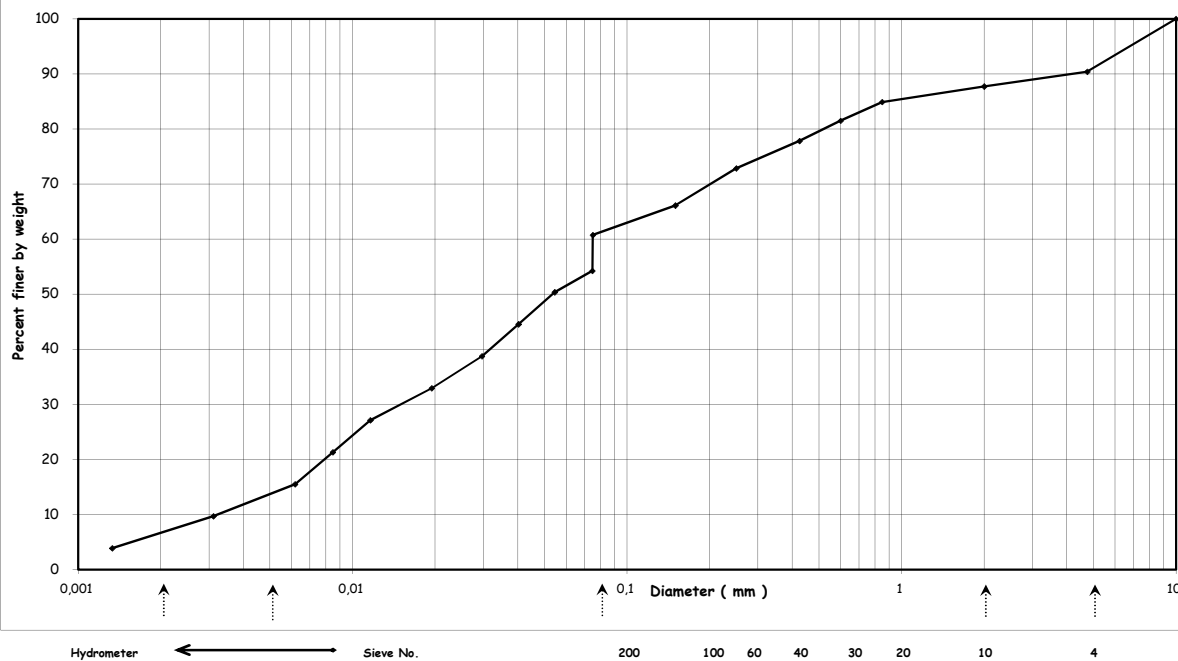
**PT. GEODATA MANDIRI**

INVESTIGATION, GEOTECHNIC, ENVIRONMENTAL, REMOTESENSING & GIS
Jl. Golf Selatan VII No. 15 - Bandung Jabar - Indonesia, Phone. 022-7802 888, Fax. 022-7802 888
Website : www.geodata-mandiri.com, email : info@geodata-mandiri.com

SOIL MECHANIC LABORATORY**GRAIN SIZE DISTRIBUTION & HYDROMETER**

PROJECT : CONVENTION HALL TANAMORI
LOCATION : LABUAN BAJO, NTT
SAMPLE No : DB.3

DATE TEST : 15 - 02 - 2022
TEST BY : RUDI

GRAIN SIZE & HYDROMETER CURVE

Glass ASTM	CLAY	SILT		SAND			GRAVEL
				Fine	Medium	Coarse	

No	Depth (M)	Gravel	Sand	Silt	Clay	% Finer	D10	D 30	D 60	Cu	Cc	Group
1	4.50 - 5.00	9,58	48,84	47,30	13,45	60,75	0,0032	0,0162	0,0752	23,500	1,091	MH

weight of dry sample before washed	200,00	gram
weight of sample after washed + cont	88,51	gram
weight of container	10,00	gram
weight of dry sample after washed	78,51	gram

Specific gravity G_s **2,675**

sieve no	diameter (mm)	weight retained	% retained	% passing
4	4,750	19,16	9,58	90,42
10	2,000	5,35	2,68	87,75
20	0,850	5,66	2,83	84,92
30	0,600	6,82	3,41	81,51
40	0,425	7,33	3,67	77,84
60	0,300	9,96	4,98	72,86
100	0,150	13,48	6,74	66,12
200	0,075	10,75	5,38	60,75
pan		78,51	ok	

Sieve No	diameter (mm)	Percent %
0	10,000	100,00
4	4,750	90,42
10	2,000	87,75
20	0,850	84,92
30	0,600	81,51
40	0,425	77,84
60	0,250	72,86
100	0,150	66,12
200	0,075	60,75
Hydrometer	0,075	54,24
	0,055	50,37
	0,040	44,55
	0,030	38,74
	0,019	32,93
	0,012	27,12
	0,008	21,31
	0,006	15,50
	0,003	9,69
	0,001	3,87
		-

$$C_u = d_{60} / d_{10}$$
$$C_c = (d_{30})^2 / (d_{10} \times d_{60})$$

**PT. GEODATA MANDIRI**

INVESTIGATION, GEOTECHNIC, ENVIRONMENTAL, REMOTESENSING & GIS
Jl. Golf Selatan VII No. 15 - Bandung Jabar - Indonesia, Phone. 022-7802 888, Fax. 022-7802 888
Website : www.geodata-mandiri.com, email : info@geodata-mandiri.com

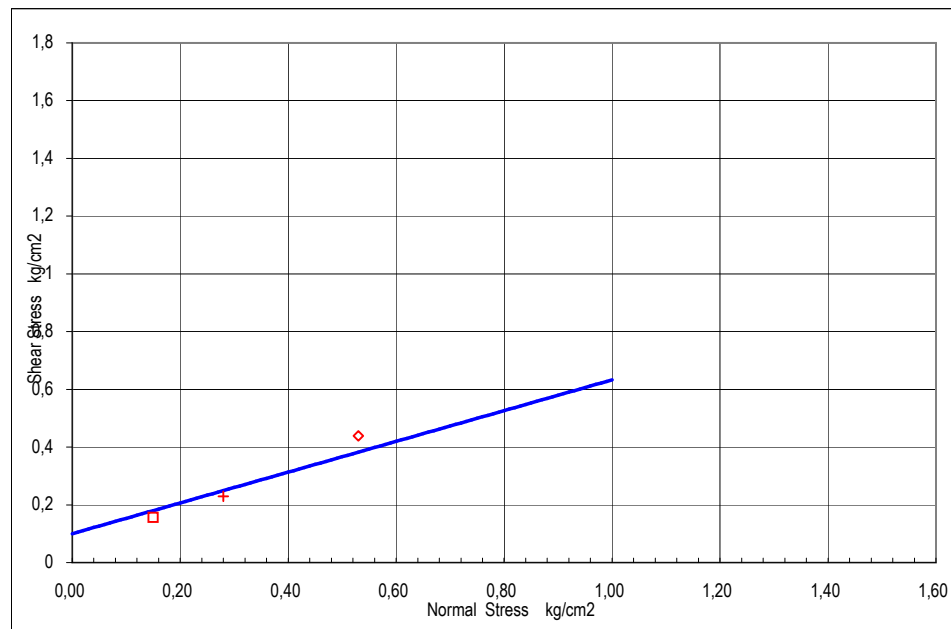
SOIL MECHANIC LABORATORY

DIRECT SHEAR TEST

PROJECT : CONVENTION HALL TANAMORI
LOCATION : LABUAN BAJO, NTT
BOR HOLE NO : DB.3
SAMPLE DEPTH : 19.00 - 19.55 M
SOIL DESCRIPTION : Lanau pasir kerikilan
coklat keabuan

DATE : 15 - 02 - 2022
TESTED BY : BEBEN

Soil speciment	1	2	3	SAMPLE FAILURE TYPE 
Unit weight gr/cm3	1,819			
Initial moisture content %	72,58			
Final moisture content %	65,40			
Axial stress kg/cm2	0,090	0,269	0,627	
Shear stress kg/cm2	0,157	0,230	0,438	
Strain at failure %				

SHEAR STRESS GRAPH**TOTAL STRESS - SHEAR STRENGTH**

COHESION	C	0,10	kg/cm2
FRICTION ANGLE	Φ	28,05	degree



PT. GEODATA MANDIRI

INVESTIGATION, GEOTECHNIC, ENVIRONMENTAL, REMOTESENSING & GIS
 Jl. Golf Selatan VII No. 15 - Bandung Jabar - Indonesia, Phone. 022-7802 888, Fax. 022-7802 888
 Website : www.geodata-mandiri.com, email : info@geodata-mandiri.com

SOIL MECHANIC LABORATORY

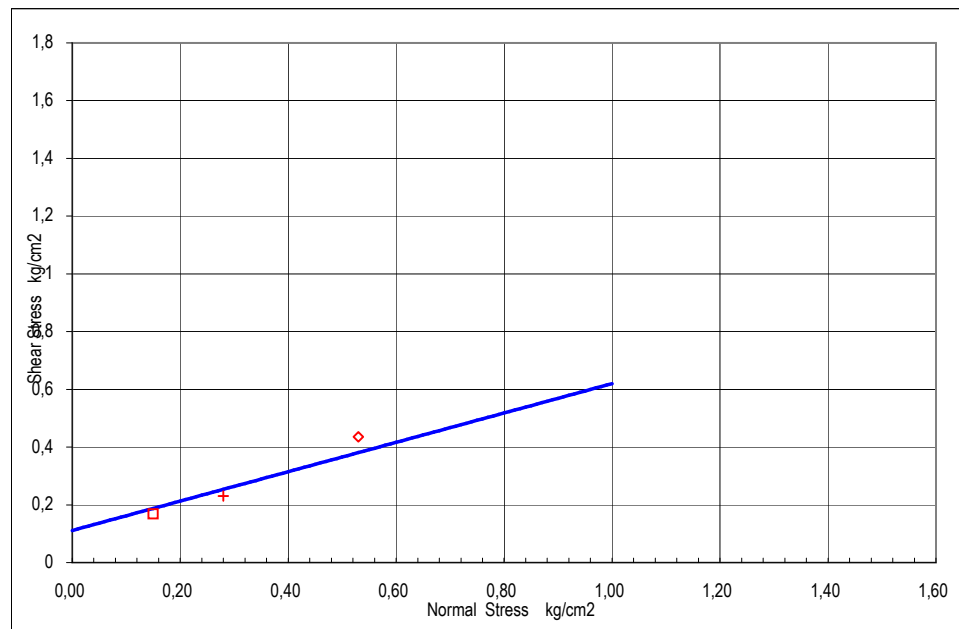
DIRECT SHEAR TEST

PROJECT : CONVENTION HALL TANAMORI
 LOCATION : LABUAN BAJO, NTT
 BOR HOLE NO : DB.3
 SAMPLE DEPTH : 14.50 - 15.00 M
 SOIL DESCRIPTION : Lanau lempungan pasir
 kerikilan abu - abu

DATE : 15 - 02 - 2022
 TESTED BY : BEBEN

Soil speciment	1	2	3	SAMPLE FAILURE TYPE 
Unit weight gr/cm3	1,917			
Initial moisture content %	38,51			
Final moisture content %	32,87			
Axial stress kg/cm2	0,090	0,269	0,627	
Shear stress kg/cm2	0,168	0,231	0,436	
Strain at failure %				

SHEAR STRESS GRAPH



TOTAL STRESS - SHEAR STRENGTH

COHESION	C	0,11	kg/cm2
FRICTION ANGLE	Φ	26,96	degree

**PT. GEODATA MANDIRI**

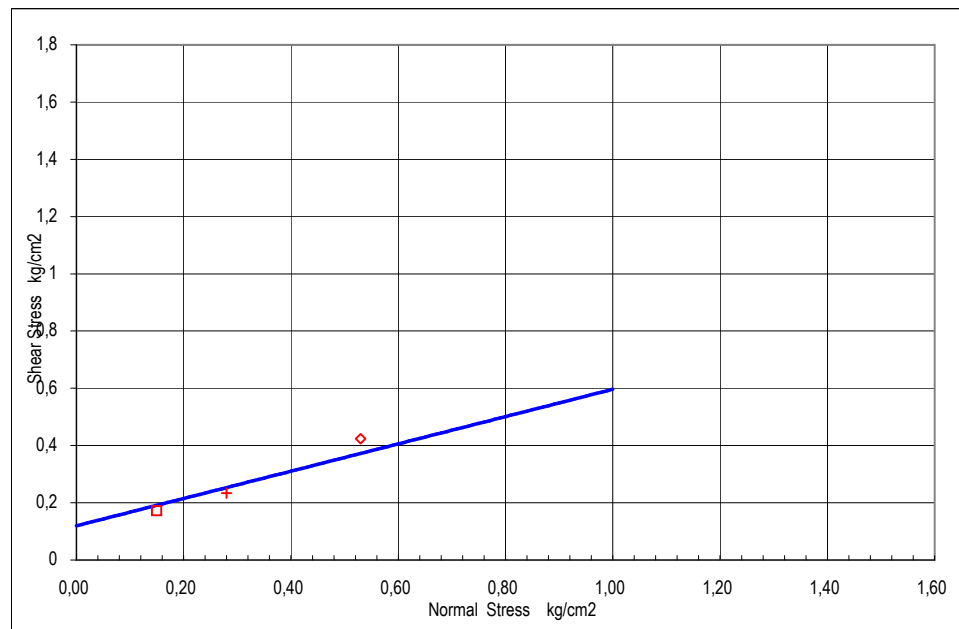
INVESTIGATION, GEOTECHNIC, ENVIRONMENTAL, REMOTESENSING & GIS
Jl. Golf Selatan VII No. 15 - Bandung Jabar - Indonesia, Phone. 022-7802 888, Fax. 022-7802 888
Website : www.geodata-mandiri.com, email : info@geodata-mandiri.com

SOIL MECHANIC LABORATORY**DIRECT SHEAR TEST**

PROJECT : CONVENTION HALL TANAMORI
LOCATION : LABUAN BAJO, NTT
BOR HOLE NO : DB.3
SAMPLE DEPTH : 9.00 - 9.55 M
SOIL DESCRIPTION : Lanau lempungan pasir
kerikil abu - abu

DATE : 15 - 02 - 2022
TESTED BY : BEBEN

Soil specimen	1	2	3	SAMPLE FAILURE TYPE 
Unit weight gr/cm ³	1,894			
Initial moisture content %	41,89			
Final moisture content %	35,81			
Axial stress kg/cm ²	0,090	0,269	0,627	
Shear stress kg/cm ²	0,172	0,233	0,423	
Strain at failure %				

SHEAR STRESS GRAPH**TOTAL STRESS - SHEAR STRENGTH**

COHESION	C	0,12	kg/cm ²
FRICTION ANGLE	Φ	25,50	degree

**PT. GEODATA MANDIRI**

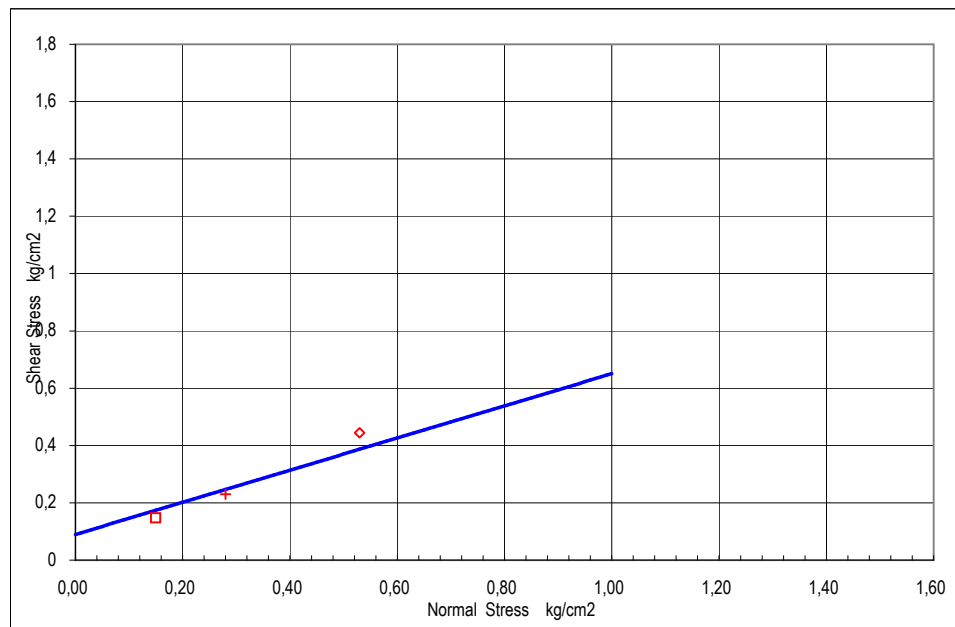
INVESTIGATION, GEOTECHNIC, ENVIRONMENTAL, REMOTESENSING & GIS
Jl. Golf Selatan VII No. 15 - Bandung Jabar - Indonesia, Phone. 022-7802 888, Fax. 022-7802 888
Website : www.geodata-mandiri.com, email : info@geodata-mandiri.com

SOIL MECHANIC LABORATORY**DIRECT SHEAR TEST**

PROJECT : CONVENTION HALL TANAMORI
LOCATION : LABUAN BAJO, NTT
BOR HOLE NO : DB.3
SAMPLE DEPTH : 4.50 - 5.00 M
SOIL DESCRIPTION : Lanau pasir kerikilan
abu - abu kecoklatan

DATE : 15 - 02 - 2022
TESTED BY : BEBEN

Soil specimen	1	2	3	SAMPLE FAILURE TYPE 
Unit weight gr/cm3	1,788			
Initial moisture content %	65,39			
Final moisture content %	58,13			
Axial stress kg/cm2	0,090	0,269	0,627	
Shear stress kg/cm2	0,147	0,230	0,445	
Strain at failure %				

SHEAR STRESS GRAPH**TOTAL STRESS - SHEAR STRENGTH**

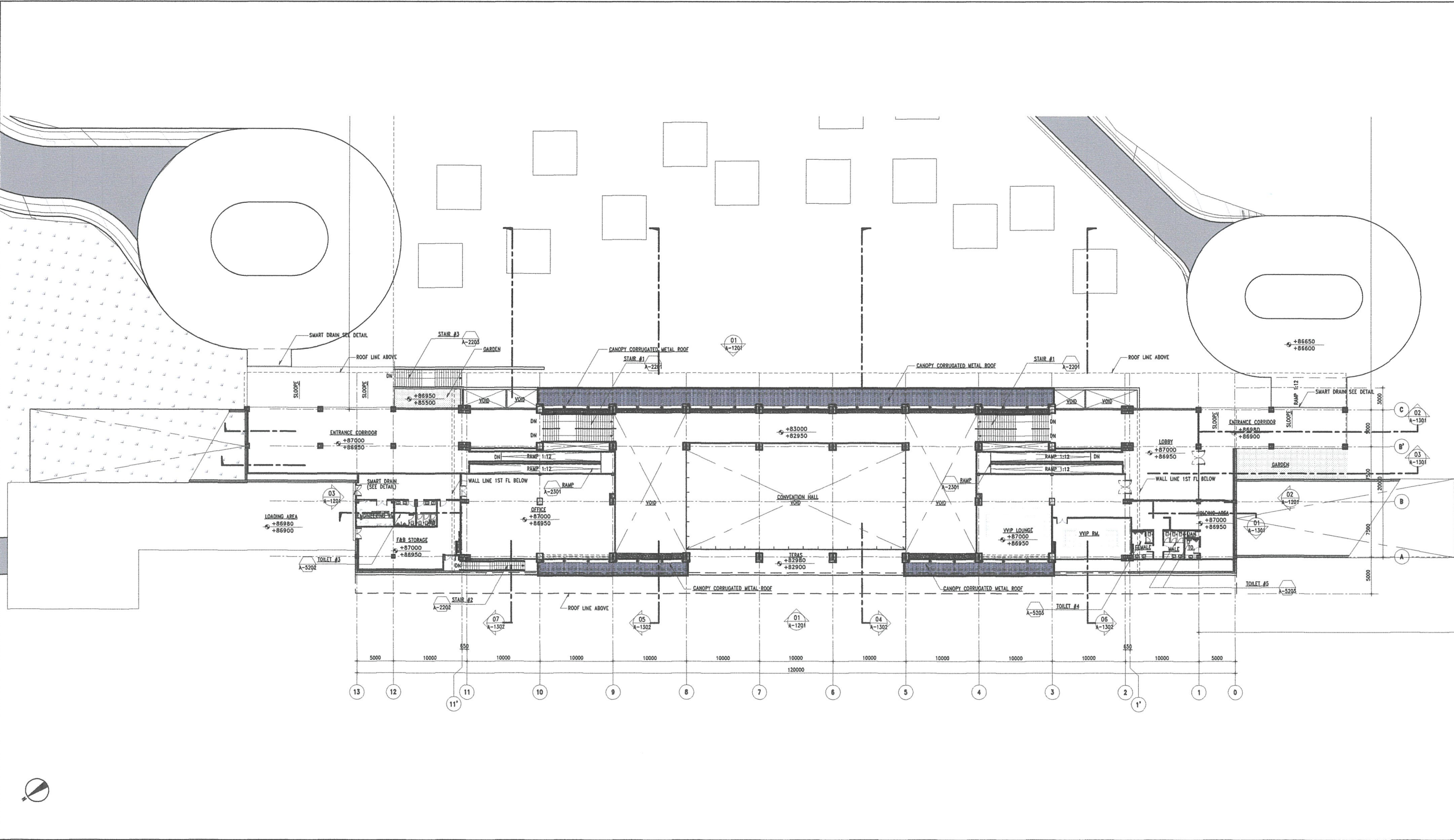
COHESION	C	0,09	kg/cm2
FRICTION ANGLE	Φ	29,28	degree

Lampiran 5. Data Hasil Tes PDA

Tabel 3. Data dan Hasil Pengujian Dinamis Tiang					
Data Tiang & Hammer					
No. Tiang	BP-93	BP-126	BP-110	BP-63	BP-9
Tanggal Uji	15/07/2022	15/07/2022	16/07/2022	16/07/2022	16/07/2022
Jenis Tiang	Bor	Bor	Bor	Bor	Bor
Diameter Tiang [mm]	800	800	800	800	800
Panjang Tiang Total [m]	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0
Panjang Tiang dibawah Sensor [m]	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5
Panjang Tiang Tertanam [m]	8,3	8,3	8,3	8,3	8,3
Jenis Hammer	Drop. Hammer	Drop. Hammer	Drop. Hammer	Drop. Hammer	Drop. Hammer
Berat Hammer [ton]	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3
Pengukuran Data (Case Method)					
RMX – Pile Capacity [ton]	230	143	287	273	377
FMX – Max. Compression Force [ton]	418	96	320	359	816
EMX – Max. Transferred Energy [ton.m]	0,31	0,03	0,19	0,12	0,21
CSX – Max. Compression Stress [Mpa]	8,3	1,9	6,4	7,2	16,2
TSX – Max. Tension Stress [Mpa]	2,0	0,3	2,5	0,7	1,1
DMX – Max. Displacement [mm]	1,2	0,5	2,9	1,0	0,8
DFN – Final Displacement [mm]	0,3	0,5	2,8	0,7	0,6
BTA – Pile Integrity Value [%]	100	84	100	91	100
Hasil (CAPWAP)					
Daya Dukung Tiang (Ru) [ton]	240,0	149,0	163,0	241,8	254,0
Lengketan (Rs) [ton]	100,0	120,0	79,0	106,6	100,0
Tahanan Ujung (Rb) [ton]	140,0	29,0	84,0	135,2	154,0
Keutuhan fondasi tiang	OK/Baik	OK/Baik	OK/Baik	OK/Baik	OK/Baik

Tabel 3. Data dan Hasil Pengujian Dinamis Tiang	
Data Tiang & Hammer	
No. Tiang	BP-114
Tanggal Uji	18/08/2022
Jenis Tiang	Bor
Diameter Tiang [mm]	800
Panjang Tiang Total [m]	9,50
Panjang Tiang dibawah Sensor [m]	8,23
Panjang Tiang Tertanam [m]	8,00
Jenis Hammer	Drop. Hammer
Berat Hammer [ton]	2,3
Pengukuran Data (Case Method)	
RMX – Pile Capacity [ton]	274
FMX – Max. Compression Force [ton]	448
EMX – Max. Transferred Energy [ton.m]	1,05
CSX – Max. Compression Stress [Mpa]	8,9
TSX – Max. Tension Stress [Mpa]	5,9
DMX – Max. Displacement [mm]	2,4
DFN – Final Displacement [mm]	2,3
BTA – Pile Integrity Value [%]	81
Hasil (CAPWAP)	
Daya Dukung Tiang (Ru) [ton]	240,2
Lengketan (Rs) [ton]	97,5
Tahanan Ujung (Rb) [ton]	142,7
Keutuhan fondasi tiang	OK/Baik

Lampiran 6. Shop Drawing Struktur MICE



NOVE

NO	REVISI	TGL	TT

PROYEK :
PROYEK PENGEMBANGAN DAN PEMBANGUNAN
MICE DAN INFRASTRUKTUR
TANA MORI, KABUPATEN MANGGARAI BARAT
NUSA TENGGARA TIMUR

PEMILIK :
PT. BUKIT MANGGARAI S.T. M.M.T., PTM
Jl. BUKIT MORA, BUKIT MORA - JABAR

MENGUNAKAN :
JAYA CM
ENGINEER AND CONSULTING ENGINEERS
TANAH PERKOTAAN BLOK II
Jl. BUKIT MORA, BUKIT MORA - JABAR

MENGUNAKAN :
NINDYA LESTARI, KSO
Gedung NINDYA, Jl. Leleng Haryono MT Lantai 3 Kav. 22

MENGUNAKAN :
mamostudio - architects
Ruko Satrio EPIC 408 A, Raya Tugu
Cendek Jember, Jember, Indonesia
Phone: +62 31 7221 1888 - 8888 mamostudio.com

PEMANGGILAN :
AIRMAS ASRI
ARCHITECTS - INTERIORS - LANDSCAPE
Jalan Satrio 408 A, Raya Tugu
Cendek Jember, Jember, Indonesia
Phone: +62 31 7221 1888 - 8888 airmasasri.com

PEMANGGILAN ARSITEKTUR :
RUSA PRATIWI, AIA
1971.03.000483

NAWA GAMBAR :
MEZANINE FLOOR PLAN
(MICE)

BANGUNAN :
CONVENTION HALL

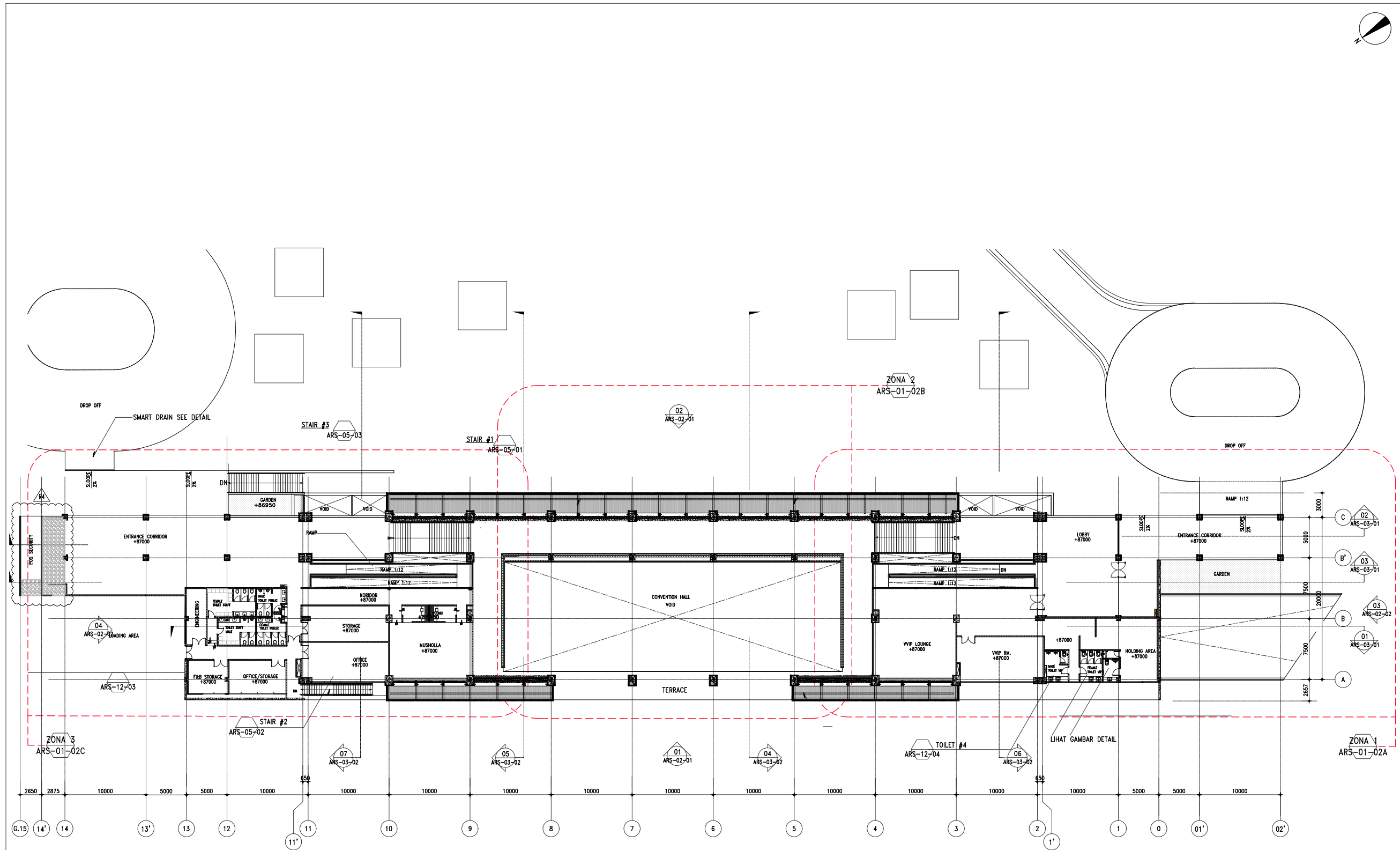
SKALA :
1 : 200

NO GAMBAR :
A-1102

REVISI :
R-0

NO	REVISI	TGL	TT

DESIGN DEVELOPMENT :
APRIL 2022



DENAH LANTAI MEZANINE
SKALA 1 : 250

SHOP DRAWING

NOTE
LEGENDA

— NOMOR DETAIL
ARS-10-02

— NOMOR GAMBAR

NO	REVISI	TGL	TTD
R3	PERUBAHAN LAYOUT CH ADD W6 PENAKAN LEVEL TOILET	4/10/2022	
R4	ADD PARTIAL PLAN DETAIL	8/10/2022	

PROYEK :
PROYEK PENGEMBANGAN DAN PEMBANGUNAN
MICE DAN INFRASTRUKTUR
TANA MORI, KABUPATEN MANGGARAI BARAT
NUSA TENGGARA TIMUR

PEMILIK :
itdc
MENARA BCA, JL. M.H. THAMRIN NO.1, RT.1/RW.5, MENTENG,
KEC. MENTENG - JAKARTA

MENYETUJUI :
MAYHENDRISON
SENIOR ENGINEER

MANAJEMEN KONSTRUKSI :
JAYA CM
Taman Perkantoran Blok B Jl. Bintaro Raya Bintaro Jaya,
Jakarta 12330, Indonesia

DIPERIKSA / DISETUJUI :
MUBARQA SYAH
DEPUTY CONTRUCTION MANAGER

KONTRAKTOR :
NINDYA LESTARI, KSO
Gedung NINDYA Jl. Lelenda Mayono MT Lantai 3 Kav. 22

DIBUAT :
Ocky Dwi Saktian Kusuma
PROJECT MANAGER

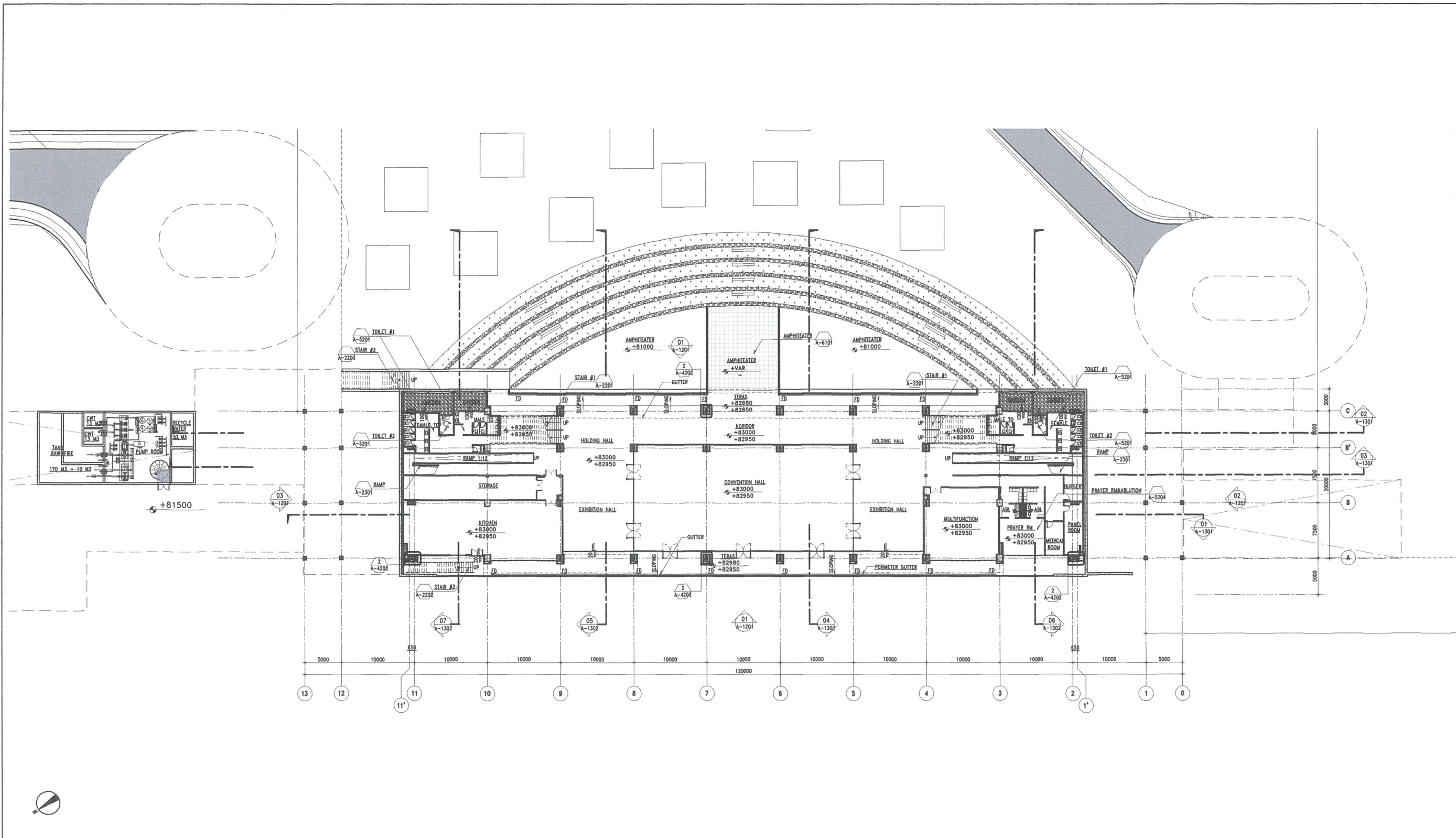
DISAIN ARSITEK :
mamostudio - architects
Ruko Springs SPRU #49 Jl. Raya Telaga
Gading Serpong, Tangerang, Indonesia
Phone +62 21 2222 5588 http://www.mamostudio.net

PERENCANA :
AIRMAS ASRI
ARCHITECTS • INTERIORS • LANDSCAPE
Jl. Cendekia No. 100 • JAKARTA 10220 • Indonesia
Telp: 021 51988817 E-mail: airmas@airmas.net.id

NAMA GAMBAR :
DENAH LANTAI MEZANINE

BANGUNAN :
MICE

SKALA :	1:250	KERTAS : A3	NO GAMBAR.
DRAFTER		TGL :	ARS-01-02
DIPERIKSA		TGL :	REVISI. R4
DIKELUARKAN UNTUK :		TGL :	



NOTE

NO	REVISI	TGL	IT

PROYEK :
 PROYEK PENGEMBANGAN DAN PEMBANGUNAN
 MICE DAN INFRASTRUKTUR
 TANA MORI, KABUPATEN MANGGARAI BARAT
 NUSA TENGGARA TIMUR

PEMILIK :

MEMBA RUMAH KOTA TANA MORI, RT.1/PA.1, KOTA MORI,
 KABUPATEN MANGGARAI BARAT, NUSA TENGGARA TIMUR

MENGUNTAH :

Y. HENDRIK HENDRIK S.T., M.M.T., P.M.
 2-10-00-00000000

MANAJEMEN KONSTRUKSI :

JAYA CM
 ENGINEERING AND CONSULTING ENGINEERS
 TANA PERSADA BLOK B,
 J. BUNDAI RUMAH KOTA, KOTA MORI - JAWA

MENGUNTAH :

Y. ANINDA WENI
 743212142.98 9 00000185 2022

KONTRAKTOR :

NINDYA LESTARI, KSO
 Gedung NINDYA, Jl. Lelend Haryono MT Lelend 3 Kav. 22

MENGUNTAH :

OSMAN ARCHITECT :
 mamostudio - architects
 Ruko Spring 17700 Rm 2, Ruko Spring
 Gedung Spring, Tangerang Selatan
 Phone +62 21 2222 0088 | www.mamostudio.net

PERENCANA :

PERENCANAAN ARSITEKTUR :

PERENCANAAN ARSITEKTUR :

PERENCANAAN ARSITEKTUR :

PERENCANAAN ARSITEKTUR :

PERENCANAAN ARSITEKTUR :

PERENCANAAN ARSITEKTUR :

PERENCANAAN ARSITEKTUR :

PERENCANAAN ARSITEKTUR :

PERENCANAAN ARSITEKTUR :

PERENCANAAN ARSITEKTUR :

PERENCANAAN ARSITEKTUR :

PERENCANAAN ARSITEKTUR :

PERENCANAAN ARSITEKTUR :

PERENCANAAN ARSITEKTUR :

PERENCANAAN ARSITEKTUR :

PERENCANAAN ARSITEKTUR :

PERENCANAAN ARSITEKTUR :

1. SEMUA DIMENSI DALAM MILIMETER KECAJALI
2. YANG PERTAMUAN DALAM GAMBAR.
3. MUTU BETON.
TIANG BOR. : $f'c = 25 \text{ MPa}$
PILECAP : $f'c = 25 \text{ MPa}$
BASEMENT WALL : $f'c = 25 \text{ MPa}$
KOR. : $f'c = 25 \text{ MPa}$
BALOK & PELAT : $f'c = 25 \text{ MPa}$
4. BAJA TULANGAN.
TULANGAN LENTUR : $f_y 420 \text{ MPa}$
TULANGAN GESER : $f_y 420 \text{ MPa}$
TULANGAN PENGEKANG : $f_y 420 \text{ MPa}$
5. BAJA TULANGAN KHUSUS
TIANG BOR.
TULANGAN LENTUR : $f_y 420 \text{ MPa}$
TULANGAN GESER : $f_y 420 \text{ MPa}$
TULANGAN PENGEKANG : $f_y 420 \text{ MPa}$

TB1-1 (400x900)				TB1-2 (400x900)			TB4-1 (1200x1000)			
CATATAN	TUMP.KIRI	LAPANGAN	TUMP.KANAN	TUMP.KIRI	LAPANGAN	TUMP.KANAN	TUMP.KIRI	LAPANGAN	TUMP.KANAN	
POTONGAN										
	TUL.ATAS	4 D 25	2 D 25	4 D 25	-	5 D 22	8 D 25	7 D 25	7 D 25	7 D 25
	TUL.BAWAH	4 D 25	4 D 25	4 D 25	-	3 D 25	4 D 22	7 D 25	7 D 25	7 D 25
	SENGKANG	1.5D13-100	D13-150	1.5D13-100	-	D13-150	D13-150	2D13-100	D13-100	2D13-100
	TUL.PINGGANG	2D10			2D10			4D10		
TB1-3 (400x900)				TB2-1 (400x800)			TB4-2 (1200x1000)			
CATATAN	TUMP.KIRI	LAPANGAN	TUMP.KANAN	TUMP.KIRI	LAPANGAN	TUMP.KANAN	TUMP.KIRI	LAPANGAN	TUMP.KANAN	
POTONGAN										
	TUL.ATAS	8 D 25	5 D 22	-	4 D 25	2 D 25	4 D 25	7 D 25	7 D 25	7 D 25
	TUL.BAWAH	4 D 22	3 D 25	-	4 D 25	4 D 25	4 D 25	7 D 25	7 D 25	7 D 25
	SENGKANG	D13-150	D13-150	-	1.5D13-100	D13-150	1.5D13-100	D13-100	D13-100	D13-100
	TUL.PINGGANG	2D10			2D10			4D10		
TB3-1 (400x750)				TB3-2 (400x750)						
CATATAN	TUMP.KIRI	LAPANGAN	TUMP.KANAN	TUMP.KIRI	LAPANGAN	TUMP.KANAN				
POTONGAN										
	TUL.ATAS	3 D 25	3 D 25	3 D 25	3 D 25	3 D 25				3 D 25
	TUL.BAWAH	3 D 25	6 D 25	3 D 25	3 D 25	4 D 25				3 D 25
	SENGKANG	D10-100	D10-100	D10-100	D10-100	D10-100	D10-100			
TUL.PINGGANG	2D10			2D10						

NOTE

NO	REVISI	TGL	TT

PROYEK :
**PROYEK PENGEMBANGAN DAN PEMBANGUNAN
 MICE DAN INFRASTRUKTUR
 TANAH MORI, KABUPATEN MANGGARAI BARAT
 NUSA TENGGARA TIMUR**

PEMILIK :

itdc
Creating Destinations
MENARA BCA, JL. M.H. THAMRIN NO.1, RT.1/RW.5, MENTENG,
KEC. MENTENG - JAKARTA

MENGETAHUI :

Ir. DEDE NOVARDI, S.T., M.M.T., IPM
2-1-00-00/208-00

MANAJEMEN KONSTRUKSI :

JAYA CM
ENGINEERS AND CONSULTING ENGINEERS
TAMAN PERKANTORAN BLOK B,
JL. BINTARO RAYA, BINTARO JAYA - JAKARTA

MENGETAHUI :

Ir. JUNIRA WENI
743212442.99 9 0000159 2022

KONTRAKTOR :

 **NINDYA LESTARI, KSO**
Gedung NINDYA Jl. Lelijend Haryono MT Lantai 3 Kav. 22

Mengetahui :


OCKY DWI SAKTI KUSUMA
PROJECT MANAGER

DISAIN ARSITEK :

 **mamostudio - architects**
Ruko Springs SPRU #42 Jl. Raya Telaga
Gading Serpong, Tangerang, Indonesia
Phone +62 21 2222 0098 <http://www.mamostudio.net>

PEMANGGUNG JAWAB : 0 - 9 .

AR. ADI PORNOMO, IAI
00100001732

REFERENCAMA :

AIRMAS ASRI
ARCHITECTS • INTERIORS • LANDSCAPE
Jl. CEM. PE. NO. 1 JAGARATA 10010 INDONESIA Telp. (021) 20041000
Fax: (021) 20041001 E-mail: airmas@asri.co.id

PENANGGUNGJAWAB STRUKTUR : 

IR. LUKMAN CHANDRA
1.2.201.1.025.09.1078083

NAMA GAMBAR :

DETAIL TIE BEAM
MICE

BANGUNAN :

CONVENTION HALL

SKALA : 1 : 25			NO GAMBAR.
DIGAMBAR	DANIEL	TGL : APRIL 2022	

DIPERIKSA	ALVIN		TGL : APRIL 2022	S5-001
	NJOMAN		TGL : APRIL 2022	

DISETUIJUI	LUKMAN C.	TGL : APRIL 2022
DIKELUARKAN UNTUK :		TGL : REVISI.

DESIGN DEVELOPMENT	APRIL 2022	R-0
--------------------	------------	-----

1. SEMUA DIHENDI DALAM MILIMETER KEKUALI YANG TERCANTUM DALAM GAMBAR.
2. MUTU BETON.
TIANG BOR : $f_c = 25 \text{ MPa}$
PILECAP : $f_c = 25 \text{ MPa}$
BASEMENT WALL : $f_c = 25 \text{ MPa}$
KOLCM : $f_c = 25 \text{ MPa}$
BALOK & PELAT : $f_c = 25 \text{ MPa}$
3. BAJA TULANGAN.
TULANGAN LENTUR : $f_y 420 \text{ MPa}$
TULANGAN GESER : $f_y 420 \text{ MPa}$
TULANGAN PENGKANG : $f_y 420 \text{ MPa}$
4. BAJA TULANGAN KHUSUS
TIANG BOR.
TULANGAN LENTUR : $f_y 420 \text{ MPa}$
TULANGAN GESER : $f_y 420 \text{ MPa}$
TULANGAN PENGKANG : $f_y 420 \text{ MPa}$

NO	REVISI	TGL	TT

PEMILIK :


MENAPAK BOLA, JALAN KEMERDEKAAN NO.1, RW.5, MENTENG,
KEC. MENTENG - JAKARTA

MENGETAHUI :


Ir. HEDI NOVRIARDI, S.T., M.M.T., IPM
2-0000-0002209-00

MANAJEMEN KONSTRUKSI :

 **JAYA CM**
CONCRETE AND BUILDING SOLUTIONS
TAMAN PERKANTORAN BLOK B,
JL. BINTARO BAYU, BINTARO JAYA - JAKARTA

MENGETAHUI :


Ir. NURINA WENI
74321 2102 99 9 00000159 2022

MENGETAHUI : 
OCKY DWI SAKTIAN KUSUMA
PROJECT MANAGER 

PENANGGUNG JAWAB

AR. ADI PURNOMO, IAI

01.0.0001732

PENANGGUNG JAWAB STRUKTUR :



IR. LUKMAN CHANDRA
1.2.201.1.025.09.1078083

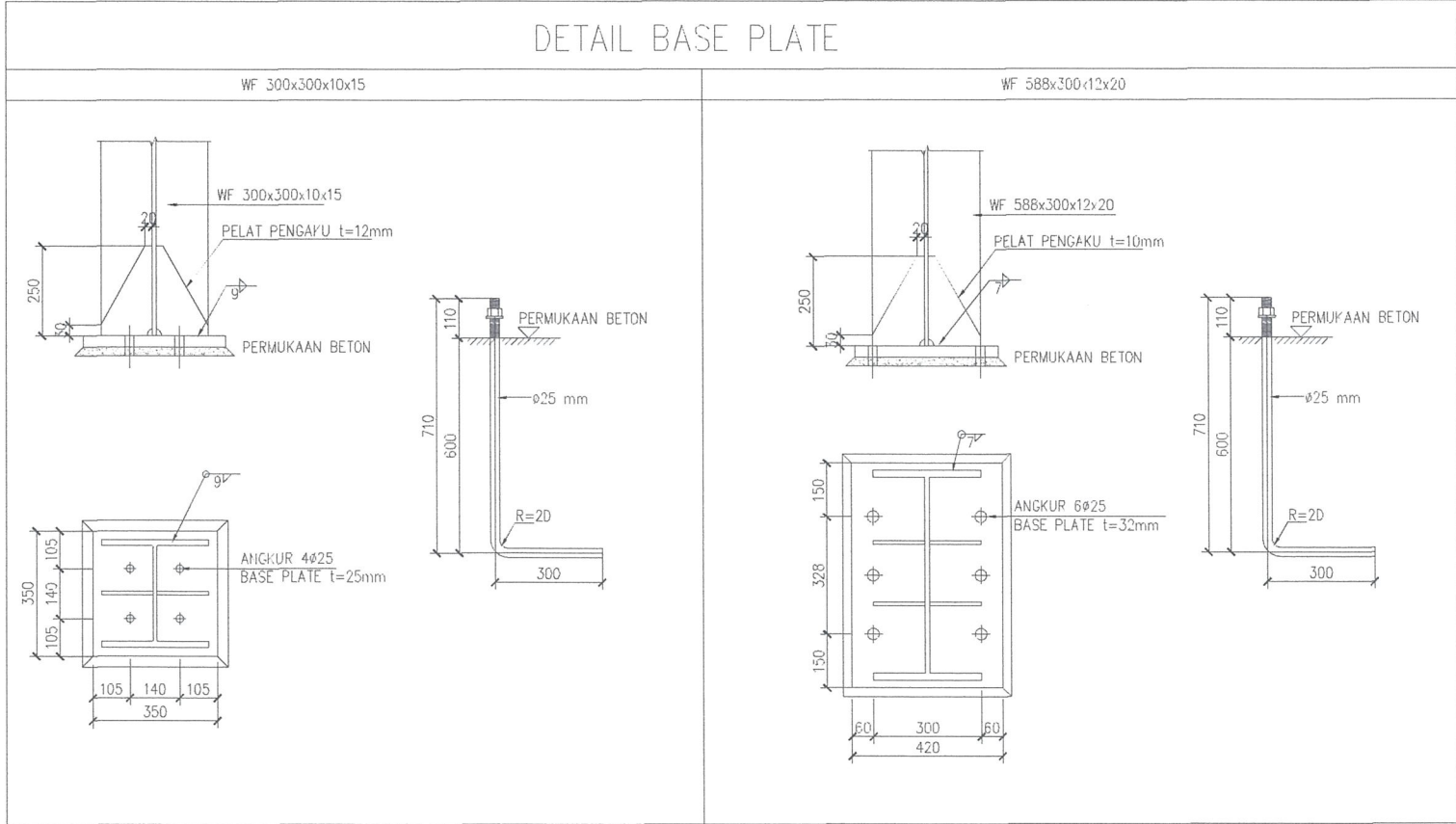
BANGUNAN : CONVENTION HALL

SKALA :	1 : 300	NO GAMBAR.	
DIGAMBAR :	DANIEL	TGL :	APRIL 2022
DIPERIKSA :	ALVIN	TGL :	APRIL 2022
	NJOMAN	TGL :	APRIL 2022
DISETUIJ :	LUKMAN C.	TGL :	APRIL 2022
DIKELUARKAN UNTUK :		TGL :	
DESIGN DEVELOPMENT	APRIL 2022	REVISI.	R-0



1. SEMUA DIMENSI DALAM MILIMETER KEUALI YANG TERCANTUM DALAM GAMBAR.
2. MUTU BETON.
- TIANG BOR : f'c=25 MPa
 - PILECAP : f'c=25 MPa
 - BASEMENT WALL : f'c=25 MPa
 - KOLOM : f'c=25 MPa
 - BALOK & PELAT : f'c=25 MPa
3. BAJA TULANGAN.
- TULANGAN LENTUR : fy 420 MPa
 - TULANGAN GESER : fy 420 MPa
 - TULANGAN PENGEKANG : fy 420 MPa
4. BAJA TULANGAN KHUSUS
- TIANG BOR : fy 420 MPa
 - TULANGAN LENTUR : fy 420 MPa
 - TULANGAN GESER : fy 420 MPa
 - TULANGAN PENGEKANG : fy 420 MPa

TIPE	A		B		C		D	
UKURAN	700/700		700/900		1000/1000		500/500	
TULANGAN	16-D25		20-D25		28-D29		16-D22	
SENGKANG	D13-100	D13-150	D13-100	D13-150	D13-100	D13-150	D13-100	D13-150
POSISI	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN	LAPANGAN
	WF 300x300x10x15		WF 588x300x12x20				WF 300x300x10x15	



NOTE

NO	REVISI	TGL	TT

PROYEK :
PROYEK PENGEMBANGAN DAN PEMBANGUNAN
MICE DAN INFRASTRUKTUR
TANA MORI, KABUPATEN MANGGARAI BARU
NUSA TENGGARA TIMUR

PEMILIK :
MENARA BCA, JL. M.H. THAMMUN NO.1, RT.1/RW.5, MENTENG,
KEC. MENTEN, JAKARTA

MENGETAHUI :
Ir. DEDE NOVARDI, S.T., M.M.T., IPM
0-15-00-000008-00

MANAJEMEN KONSTRUKSI :
JAYA CM
JAYA CONSTRUCTION MANAGEMENT
TAMAN PERKANTORAN BLOK B,
JL. BINTARO RAYA, BINTARO JAYA - JAKARTA

MENGETAHUI :
Ir. JUMIRA WENI
74321244999 9 00000159 2022

KONTRAKTOR :
NINDYA LESTARI, KSO
Gedung NINDYA, Jl. Lelgend Haryono MT Lantai 3 Kav. 22

MENGETAHUI :
OCKY DWI SAKTIANUSUMA
PROJECT MANAGER

DISAIN ARSITEK :
mamostudio - architects
Ruko Springs SPRING 888 Jl. Raya Telaga
Gading Semping, Tangerang, Indonesia
Phone +62 21 2222 0088 http://www.mamostudio.net

PENANGGUNGJAWAB :
R. AL PURNOMO, IA
2.01.0.0001732

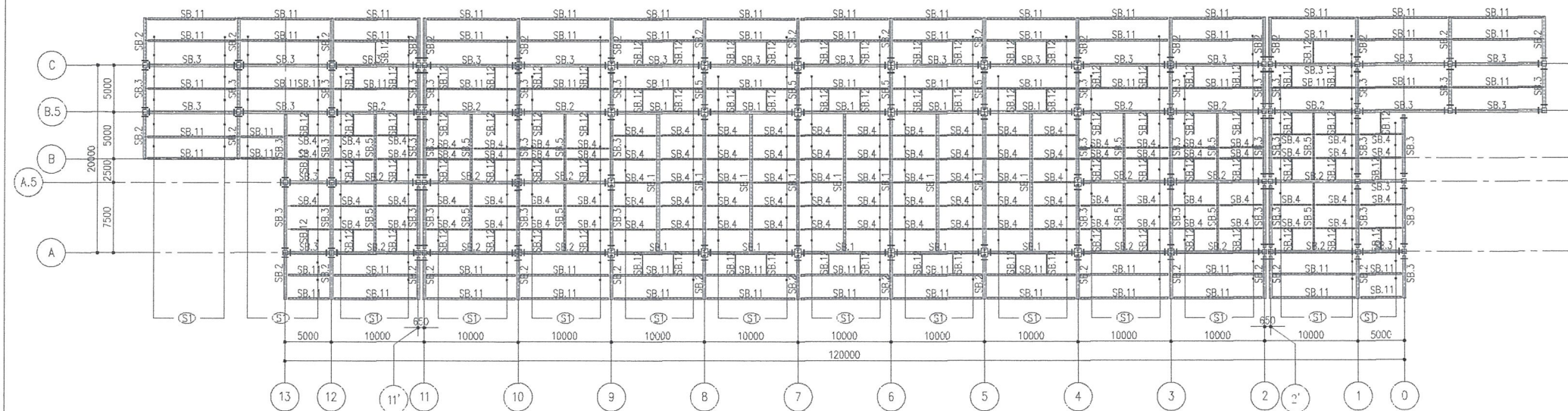
PERENCANA :
AIRMAS ASRI
ARCHITECTS • INTERIORS • LANDSCAPE
Jl. CIMA 19-016 JAKARTA 10010 INDONESIA. TEL: 021 6646 0000
Fax: 021 6646 0001 E-mail: info@airmasasri.com

PENANGGUNGJAWAB STRUKTUR :
R. LUKMAN CHANDRA
1.2.291.1.025.06.1078083

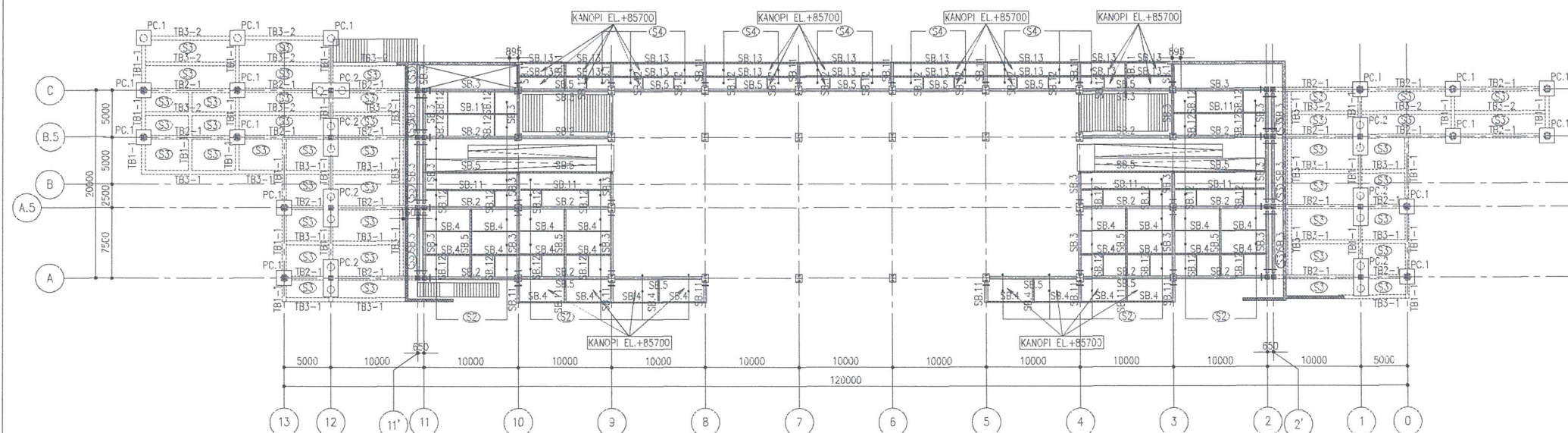
NAMA GAMBAR :
DETAIL KOLOM
MICE

BANDUNGAN :
CONVENTION HALL

SKALA :	1 : 25	NO GAMBAR:	
DIGAMBAR :	DANIEL	TGL : APRIL 2022	
DIPERIKSA :	ALVIN	TGL : APRIL 2022	S4-002
DISEKUI :	NUJMAN	TGL : APRIL 2022	
DISEKUI :	LUKMAN C.	TGL : APRIL 2022	
DISEKUI :		TGL :	
DESIGN DEVELOPMENT	APRIL 2022	REVISI:	R-0



DENAH LANTAI ATAP
SKALA 1:300



DENAH LANTAI MEZZANINE
SKALA 1:300

1. SEMUA DIMENSI DALAM MILIMETER KEUALI YANG TERCANTUM DALAM GAMBAR.
2. MUTU BETON :
 TIANG BOR : $f_c=25$ MPa
 PILECAP : $f_c=25$ MPa
 BASEMENT WALL : $f_c=25$ MPa
 KOLOM : $f_c=25$ MPa
 BALOK & PELAT : $f_c=25$ MPa
3. BAJA TULANGAN :
 TULANGAN LENTUR : f_y 420 MPa
 TULANGAN GESER : f_y 420 MPa
 TULANGAN PENGEKANG : f_y 420 MPa
4. BAJA TULANGAN KHUSUS :
 TIANG BOR : f_y 420 MPa
 TULANGAN LENTUR : f_y 420 MPa
 TULANGAN GESER : f_y 420 MPa
 TULANGAN PENGEKANG : f_y 420 MPa

DAFTAR MATERIAL	
TIPE	DIMENSI
SB.1	WF 900x300x16/28
SB.2	WF 800x300x14/26
SB.3	WF 700x300x13/24
SB.4	WF 300x150x6/5x9
SB.5	WF 600x200x11x17
SB.6	WF 588x300x12/20
SB.7	WF 400x400x13/21
SB.8	UNP 150x75x6/5
SB.9	WF 200x100x5/5x8
SB.10	WF 250x125x6/9
SB.11	WF 500x200x10/16
SB.12	UNP 100x50x5
SB.13	WF 350x175x7/11

DAFTAR MATERIAL	
TIPE	DIMENSI
TB1	400 900
TB2	400 800
TB3	400 750
TB4	1200x1000

- Sambungan JEPIT BALOK KE KOLOM DENGAN END PLATE
- Sambungan JEPIT BALOK KE KOLOM DENGAN END PLATE
- Sambungan JEPIT BALOK ANAK KE BALOK UTAMA
- Sambungan SENDI BALOK ANAK KE BALOK UTAMA

NOTE

NO	REVISI	TGL	IT

PROYEK :
 PROYEK PENGEMBANGAN DAN PEMBANGUNAN
MICE DAN INFRASTRUKTUR
 TANA MORI, KABUPATEN MANGGARAI BARA
 NUSA TENGGARA TIMUR

PEMILIK :

gtdc
 Gerdas Berdikar
 MENARA BCA, JL. J. H. THAMM NOL.1,
 KEC. MENTENG - JAKARTA

MENGETAHUI :

Ir. DEDY WARDI, S.T., M.M.T., IPM
 2-15-00-00208-00

MANAJEMEN KONSTRUKSI :

JAYA CM
 ENGINEERING AND CONSULTING ENGINEERS
 TAMAN PERKANTORAN BLOK B,
 JL. BINTARO KAYA, KEMAS JAYA - JAKARTA

MENGETAHUI :

Ir. JUYA WENI
 74321244269 9 00300159 2022

KONTRAKTOR :

NINDYA LESTARI, KSO
 Gedung NINDYA, Jl. Lelend Haryono MT Lantai 3 Kav. 22

MENGETAHUI :

OCKY DWI SAKTI KUSUMA
 PROJECT MANAGER

DESAIN ARSITEK :

mamostudio - architects
 Ruko Springe SPUU Blok J. Raya Telaga
 Gedung Semping, Tangerang, Indonesia
 Phone +62 21 2222 0386 info@mamostudio.net

PEMANGGUNG JAWAB :

AR. ADI PURNOMO, IAI
 2.01.0 0001732

PERENCANA :

AIRMAS ASRI
 ARCHITECTS • INTERIORS • LANDSCAPE
 A CREAT & ART. AIRMAS ASRI ARCHITECTS, INSIDEN PONDOK PONDOK
 PONDOK PONDOK, Lantai 1, PONDOK PONDOK

PEMANGGUNG JAWAB STRUKTUR :

Ir. LUKMAN CHANDRA
 1.2.201.1.025.08.1078083

NAMA GAMBAR :

DENAH LANTAI MEZZANINE DAN
 LANTAI ATAP MICE

BANGUNAN :

CONVENTION HALL

SKALA :	1 : 300	NO GAMBAR :	
DIGAMBAR :	DANIEL	TGL :	APRIL 2022
DIPERIKSA :	ALVIN	TGL :	APRIL 2022
DISEKUI :	NAJMAN	TGL :	APRIL 2022
DISEKUI :	LUKMAN C.	TGL :	APRIL 2022
DESIGN DEVELOPMENT :	APRIL 2022	REVISI :	R-0

