

**Studi Perencanaan Pondasi Drilled Shaft Pada Struktur Bawah Proyek
Pembangunan Gedung Hotel Grand Jambo Jember**
*Study of Drilled Shaft Foundation Planning on the Lower Structure of the Grand Jambo
Jember Hotel Building Development Project*

Jaka Ferdian¹⁾, Arief Alihudin²⁾, Ilanka Cahya Dewi³⁾

¹Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Jember
email: jakaferdian48@gmail.com

²Dosen Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember
email: ariefalihudin@unmuhjember.ac.id

³Dosen Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember
email: ilankadewi@unmuhjember.ac.id

Abstrak

Pondasi dalam struktur bangunan berperan penting dalam menyalurkan beban bangunan ke tanah di bawahnya. pondasi drilled shaft menjadi alternatif dalam perencanaan pembangunan Hotel Grand Jambo karena mempertimbangkan kondisi pembebanan dan melihat karakteristik tanah lokasi setempat, maka disarankan menggunakan sistem pondasi drilled shaft. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis penurunan pada pondasi drill shaft pada gedung hotel Grand Jambo Jember. Metode yang digunakan adalah metode analitis berfokus pada perhitungan penurunan tanah berdasarkan teori dan parameter teknis yang berlaku. Penurunan untuk tiang pondasi tunggal dihitung sebesar $S = 0,023$ m, sementara penurunan untuk kelompok tiang adalah $S_g = 0,046$ m. Untuk pondasi drill shaft, perhitungan penurunan juga dilakukan dan dibandingkan dengan batas yang diizinkan. Dalam pemecahan masalah, hasil perhitungan penurunan dibandingkan dengan nilai batas maksimum yang diizinkan ($S_{izin} = 0,05$ m). Hasil penelitian menunjukkan bahwa penurunan pada semua jenis pondasi, termasuk drill shaft berada di bawah batas yang diizinkan, sehingga penurunan pondasi pada gedung ini dapat dikategorikan aman.

Kata Kunci : *Drill Shaft; Hotel; Penurunan; Pondasi; Struktur.*

Abstract

The foundation is the key in the building structure that plays an important role in distributing the building load to the ground below. Drilled shaft foundation is an alternative in the planning of the construction of the Grand Jambo Hotel because considering the loading conditions originating from the tower building is estimated to be quite heavy because it has 15 floors and considering the characteristics of the local soil, it is recommended to use a drilled shaft foundation system. This study aims to analyze the settlement of the drill shaft foundation in the Grand Jambo Jember hotel building. The method used is an analytical method focused on calculating land settlement based on applicable theories and technical parameters. The settlement for a single foundation pile is calculated at $S = 0.023$ m, while the settlement for the pile group is $S_g = 0.046$ m. For the drill shaft foundation, settlement calculations are also carried out and compared with the permitted limits. In solving the problem, the results of the settlement calculation are compared with the maximum permissible limit ($S_{izin} = 0.05$ m). The results of the study indicate that the settlement of all types of foundations, including drill shafts, is below the permitted limit, so that the settlement of the foundation in this building can be categorized as safe.

Keywords: *Drill Shaft; Hotel; Settlement; Foundation; Structure.*

1. PENDAHULUAN

Pembangunan infrastruktur telah lama menjadi pilar utama dalam upaya meningkatkan kesejahteraan manusia dan kemajuan suatu bangsa. Pada era modern ini pembangunan jalan, jembatan, gedung, dan fasilitas publik lainnya telah menjadi tonggak bagi perkembangan ekonomi, sosial, dan politik suatu negara. Salah satu elemen penting dalam suatu struktur adalah fondasi karena fondasi adalah bagian dasar dari bangunan (sub-struktur) yang berfungsi untuk mendistribusikan beban dari bangunan ke tanah dengan analisis dan penghitungan yang sesuai dengan kondisi tanah tempat bangunan akan didirikan (Pamungkas et al, 2021).

Dalam menetapkan dasar untuk sebuah struktur, jenis pondasi yang tepat dapat dipilih berdasarkan beberapa elemen, seperti tujuan bangunan, beban yang akan ditanggung, kondisi permukaan tanah, kapasitas dukung tanah yang memadai, serta penurunan yang tidak akan mengancam keselamatan bangunan (Pagehgi, 2021). Berdasarkan kedalaman, tipe pondasi terbagi menjadi pondasi dangkal dan pondasi dalam. Pondasi dalam contohnya pondasi drilled shaft. Pondasi *Drilled shaft* (poros bor) juga dikenal sebagai Pondasi *Bord pile* (tiang bor), *Drilled piers* (pilar bor), merupakan jenis pondasi dalam antara kedalaman 3 m hingga lebih, dimana dalam konstruksi jenis pondasi ini digunakan untuk mendukung beban struktural dari bangunan di atasnya dan apabila jarak tanah keras terletak di tanah yang dalam (Mananoma et al., 2023).

Pondasi drilled shaft sendiri menjadi salah satu pilihan yang populer untuk proyek-proyek konstruksi yang membutuhkan dukungan struktural yang kokoh di tanah yang dalam atau berlapis-lapis. dibandingkan dengan pondasi pracetak (tiang pancang) dengan beberapa kelemahan diantaranya : kedalaman tiang tidak dapat di variasikan, menimbulkan getaran tanah yang dapat mengakibatkan kerusakan bangunan di sekitar, dan menimbulkan

kebisingan pada saat pengerjaan pondasi (Hermanto, 2021)

Alasan pondasi drilled shaft menjadi alternatif dalam perencanaan pembangunan Hotel Grand Jambo karena mempertimbangkan kondisi pembebanan yang berasal dari bangunan tower diperkirakan cukup berat (bangunan bertingkat 15 lantai) dan melihat karakteristik tanah lokasi setempat, maka disarankan menggunakan sistem pondasi drilled shaft. Alasan lainnya dapat mengurangi getaran dan kebisingan yang ditimbulkan akibat pelaksanaan pengerjaan pondasi dan peralatan pengeboran relatif ringan dan mudah di gunakan dibandingkan dengan peralatan pemancang tiang pancang, sehingga biaya konstruksinya lebih rendah.

2. TINJAUAN PUSTAKA

A. Pondasi

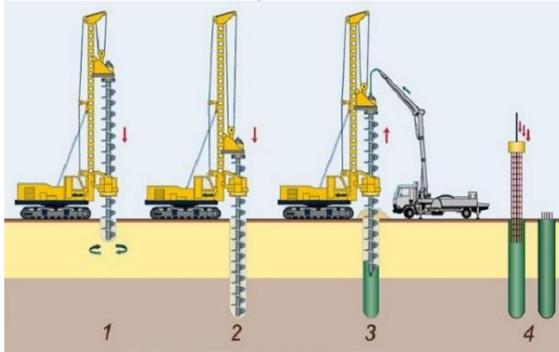
Pondasi adalah elemen dasar bangunan yang kokoh, terletak di bawah permukaan tanah sebagai tempat berdirinya bangunan (Hartono, 2020). Fungsi pondasi adalah untuk menopang dan menyalurkan beban dari struktur atas bangunan ke lapisan tanah yang kuat di bawahnya. Oleh karena itu, perhitungan pondasi harus memastikan bangunan stabil terhadap berat sendiri, beban operasional, serta gaya eksternal seperti angin dan gempa, tanpa menyebabkan kegagalan geser tanah atau penurunan pondasi yang berlebihan (Jawat & Gita, 2020).

B. Pondasi Drilled Shaft

Dalam Buku Das (1995) dituliskan Pondasi Drilled shaft (poros bor) juga dikenal sebagai Pondasi Bord pile (tiang bor) merupakan jenis pondasi dalam konstruksi bangunan yang digunakan untuk mendukung beban struktural dari bangunan di tanah yang dalam. Istilah caisson, dermaga, poros bor, dan dermaga bor sering digunakan secara bergantian dalam rekayasa pondasi; Semua mengacu pada tiang pancang cor di tempat yang umumnya memiliki diameter sekitar 750 mm sampai 305 mm atau lebih, dengan tulangan baja. Istilah poros bor untuk lubang yang dibor atau digali ke bagian bawah pondasi struktur dan kemudian diisi dengan

beton. Tergantung pada kondisi tanah, selubung dapat digunakan untuk mencegah tanah di sekitar lubang runtuh selama konstruksi. Diameter poros biasanya cukup besar untuk dimasuki seseorang untuk diperiksa.

Gambar 1. Pemasangan Bored Pile



Sumber: Irwanto et al., 2023

C. Daya Dukung Tanah

Daya dukung tanah sangat penting untuk menopang pondasi. Pondasi sendiri adalah struktur bawah tanah yang berfungsi menyalurkan beban dari berat bangunan dan beban-beban lain yang bekerja padanya ke tanah di sekitarnya (Ahmad et al., 2024).

Daya dukung tanah adalah kemampuan tanah untuk mendukung beban atau tekanan yang diberikan oleh struktur yang dibangun di atasnya tanpa mengalami kerusakan atau penurunan yang berlebihan. Konsep ini sangat penting dalam rekayasa geoteknik, terutama dalam perencanaan fondasi bangunan (Winoto & Pratiwi, 2021). Tanah yang memiliki daya dukung tinggi mampu menahan beban tanpa terjadi penurunan yang berlebihan, sementara tanah dengan daya dukung rendah dapat menyebabkan pergeseran atau penurunan pada bangunan yang dibangun di atasnya, perlu dilihat faktor-faktor yang mempengaruhinya (Alihudien & Priyono, 2023). Beberapa faktor utama yang dapat menentukan seberapa besar kemampuan tanah dalam mendukung beban antara lain adalah

1. Jenis tanah,
2. Kepadatan tanah
3. Kelembapan tanah
4. Kedalaman tanah

D. Pembebanan

Struktur suatu bangunan perlu dirancang agar dapat menahan berbagai macam beban, termasuk beban tetap, beban bergerak, beban dari angin, beban akibat gempa, beban air, serta beban khusus lainnya seperti getaran dari mesin dan tekanan listrik. Jenis serta ukuran beban yang diperhitungkan dalam rancangan struktur dipengaruhi oleh aspek-aspek seperti fungsi ruang, lokasi, bentuk, kekakuan, massa, dan ketinggian bangunan tersebut. Dalam proses perencanaan ini, fokus utama akan terletak pada beban hidup (LL), beban mati (DL), dan beban akibat gempa (E).

Pembebanan adalah pemberian beban pada struktur atau tanah untuk mengetahui seberapa besar beban yang dapat ditanggung tanpa menyebabkan kerusakan atau penurunan yang berlebihan. Pembebanan ini merupakan aspek penting dalam perancangan fondasi atau struktur bangunan karena memastikan bahwa tanah dan struktur yang dibangun di atasnya dapat menahan beban dengan aman. Dalam ilmu geoteknik dan rekayasa sipil, pembebanan bertujuan untuk mengevaluasi daya dukung tanah atau kapasitas beban maksimum yang bisa diterima oleh tanah tanpa terjadi kegagalan struktural atau penurunan yang tidak terkendali.

E. Penurunan pondasi

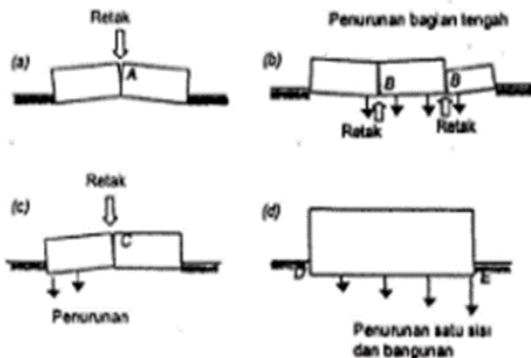
(Ramdhany & Permana, 2021) menjelaskan bahwa penurunan adalah istilah yang mengacu pada pergerakan titik tertentu pada bangunan relatif terhadap titik acuan yang tetap. Jika seluruh permukaan tanah di bawah dan di sekitar bangunan mengalami penurunan yang seragam dan tidak berlebihan, maka penurunan tersebut tidak akan terlihat secara visual dan tidak akan menyebabkan kerusakan pada bangunan. Namun, penurunan yang berlebihan dapat mengganggu kestabilan bangunan dan menyebabkan kerusakan. Beberapa jenis kerusakan bangunan yang diakibatkan oleh penurunan yaitu:

Beberapa faktor yang dapat menyebabkan terjadinya penurunan pada bangunan, yaitu:

1. Kegagalan geser atau keruntuhan tanah akibat terlampauinya kapasitas dukung tanah.

2. Kerusakan atau defleksi berlebihan pada pondasi.
3. Distorsi geser pada tanah pendukung.
4. Penurunan tanah akibat perubahan angka pori (Tjitradi et al., 2020).

Gambar 2. Jenis Kerusakan Akibat Penurunan



Sumber: Ariyanto, 2020

Ketika tanah menerima beban, tanah akan mengalami deformasi atau penurunan yang disebut settlement. Deformasi ini disebabkan oleh perubahan struktur tanah dan pengurangan volume rongga pori atau air yang terkandung di dalamnya.

1. Penurunan pada tiang tunggal

Perhitungan penurunan elastis pada pondasi tunggal dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan berikut, yang dirancang untuk mengukur deformasi elastis tanah akibat beban yang diterima oleh pondasi tersebut.:

$$S = S_s + S_p + S_{ps} \dots\dots\dots (1)$$

Dimana :

- S = Penurunan total pondasi tiang
- S_s = Penurunan akibat deformasi axial tiang tunggal
- S_p = Penurunan akibat beban pada ujung tiang
- S_{ps} = Penurunan akibat beban pada sepanjang tiang

$$\frac{(Q_p + \alpha Q_s)L}{A_p E_p} \dots\dots\dots (2)$$

Dimana :

- Q_p = Daya dukung ujung tiang
- Q_s = Daya dukung selimut tiang
- α = 0,5 untuk distribusi gesekan seragam atau parabolik sepanjang tiang sedangkan

untuk distribusi berbentuk segitiga nilai α = 0,33.

A_p = Luas Ujung tiang bawah

A_p = ¼ π D²

E_p = Modulus elastisitas material tiang

E_p = 4700√f_c'

$$\frac{(C \cdot Q_p)}{D \cdot q_p} \dots\dots\dots (3)$$

Dimana :

Q_p = Daya dukung ujung tiang

C_p = Koefisien empiris

D = Diameter Tiang

q_p = Daya dukung batas ujung tiang

q_p = $\frac{Q_p}{A_p}$

$$\frac{Q_p}{P \cdot L} \times \frac{D}{E_s} \times (1 - \mu_s^2) I_w_s \dots\dots\dots (4)$$

Dimana :

Q_p = Daya dukung ujung tiang

P = Keliling penampang tiang

L = Panjang Tiang

D = Diameter Tiang

E_s = Modulus Elastisitas tanah

I_ws = Faktor Pengaruh

$$I_w_s = 2 + 0,35 \sqrt{L/D} \dots\dots\dots (5)$$

s = Angka poisson

2. Penurunan pada tiang kelompok

Rumus penurunan tiang kelompok sebagai berikut :

$$S_g = S \frac{\sqrt{B}}{D} \dots\dots\dots (6)$$

Dimana :

S = penurunan total pondasi tiang tunggal (m)

B = Lebar kelompok tiang (m)

D = Diameter tiang (m)

3. Penurunan yang diijinkan

Rumus penurunan yang diijinkan sebagai berikut :

S_{total} < S_{ijin}

$$S_{ijin} = 10 \% \cdot D \dots\dots\dots (7)$$

Dimana :

D = Diameter tiang

F. Pengaruh Gempa

Bangunan dirancang untuk memiliki risiko keruntuhan yang sangat kecil, meskipun kerusakan akibat gempa masih mungkin terjadi. Beban gempa diperhitungkan sebagai gaya horizontal, yang dihitung dengan mengalikan koefisien respons elastis (C_{sm})

dengan berat struktur ekivalen (Himawan, 2024).

Hasil perkalian ini kemudian dimodifikasi menggunakan faktor modifikasi respons (R_d) sesuai dengan formula berikut:

$$EQ = \frac{C_{sm} \cdot W_t}{R_d} \dots\dots\dots (8)$$

Keterangan :

EQ = Gaya gempa horinzontal statis (kN)

Csm = Koefisien respon gempa elastis

Rd = Faktor modifikasi respon

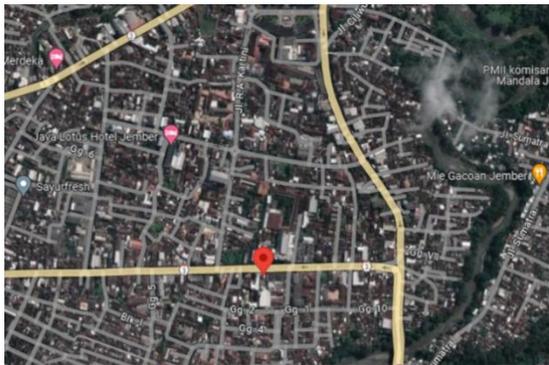
Wt = Berat total struktur terdiri dari beban mati dan beban hidup yang sesuai (kN)

3. METODE PENELITIAN

A. Lokasi Penelitian

Lokasi perencanaan Proyek Gedung Grand Jambo Jember berada di Jalan Trunojoyo Jl. Kauman No.51a, Kauman, Kepatihan, Kec. Kaliwates, Kabupaten Jember, Jawa Timur.

Gambar 3. Lokasi Penelitian



Sumber: Hasil Google Earth, 2025.

B. Pengumpulan Data

Pada proyek Hotel Grand Jambo Jember saat ini dalam tahap perencanaan sehingga data yang digunakan terdiri dari :

1. Data umum
2. Spesifikasi Struktur
3. Data gambar
4. Data tanah

C. Metode Analisis dan Pengolahan data

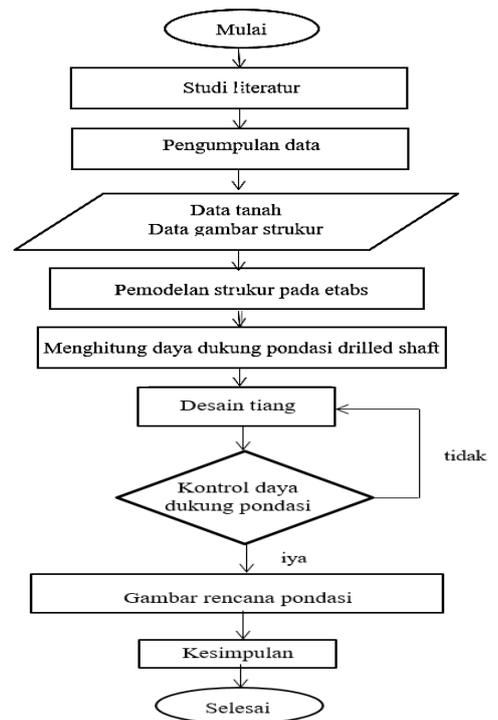
Analisis dan pengolahan data dilakukan secara bertahap. Adapun perencanaan pondasi perencanaan pondasi drilled Shaft dilakukan sebagai berikut:

1. Mengumpulkan data dan pembebanan bangunan.
2. Merencanakan pembebanan dengan menggunakan Etabs V 2022.3.0
3. Menghitung kapasitas daya dukung pondasi dihitung menggunakan metode Terzaghi
4. Memperhitungkan penurunan pondasi drilled Shaft.

D. Diagram Alir

Alur penelitian menggambarkan tahapan-tahapan yang terstruktur dalam perencanaan dan pelaksanaan penelitian, mulai dari tahap awal hingga proses penelitian dan analisis selesai dilaksanakan. Berikut ini adalah alur penelitian yang diterapkan dalam penelitian ini.

Gambar 4. Flowchart Penelitian



Sumber: Data Penelitian, 2025.

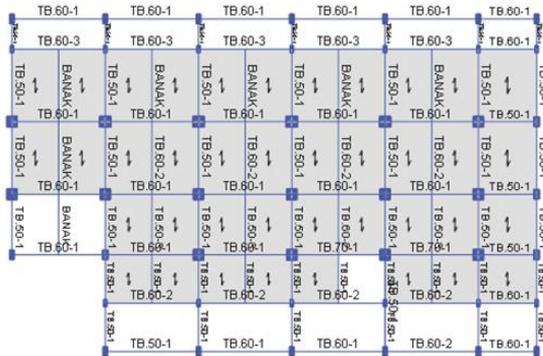
4. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Data Gedung

Gedung Hotel Grand Jambo terletak di daerah strategis Jl. Trunojoyo Jl. Kauman No. 51a, Kauman, Kepatihan, Kec. Kaliwates, Kabupaten Jember. Hotel ini memiliki desain

arsitektur yang modern dan luas bangunan yang mencakup area seluas 48,95 m x 28,15 m. Berikut adalah gambar denah lantai 1 dari Gedung Hotel Grand Jambo serta memberikan gambaran lebih jelas mengenai pengaturan ruang di gedung ini terlihat pada **Gambar 5**. berikut.

Gambar 5. Denah Lantai 1 Hotel Grand



Jambo

Sumber: Data Penelitian, 2025.

B. Hasil Pembebanan

Analisis pembebanan sangat penting untuk mengidentifikasi beban-beban yang berkontribusi terhadap terjadinya penurunan (*settlement*). Selain itu, analisis ini juga diperlukan untuk menentukan besarnya beban terpusat yang bekerja pada setiap kolom.

1. Beban Struktur Bangunan

Beban yang bekerja pada struktur atas bangunan meliputi beban mati dan beban hidup. Beban mati merupakan beban tetap yang berasal dari berat sendiri elemen struktural, sedangkan beban hidup adalah beban yang dapat berubah-ubah sesuai dengan penggunaan bangunan. Rincian mengenai besaran beban mati dan beban hidup sebagai berikut.:

- Beban hidup pada gedung hotel grand jambo yaitu :
 Berat secara umum = 250 kg/m²
 Berat koridor & cafe = 250 kg/m²
 - Beban Mati
 Berat sendiri beton bertulang = 2400 kg/m³
 Berat plafon dan rangka = 125 kg/m²
 Berat finishing lantai = 25 kg/m²
 Berat tembok bata ringan = 100 kg/m²
2. Kombinasi Pembebanan

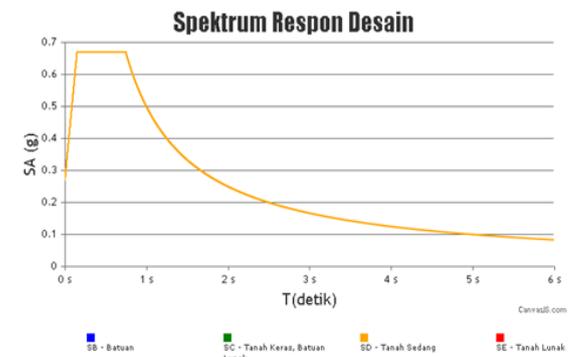
Kombinasi pembebanan pada pondasi yang digunakan yaitu:

- Kombinasi I = 1,4 DL
- Kombinasi II = 1.2 DL + 1.6 LL
- Kombinasi III, gempa arah x= 1.2 DL + 1 LL
- Kombinasi IV, gempa arah y =1.2 DL + 1 LL

3. Faktor Respon (c)

Menurut (SNI-1976-2019), spektrum respons gempa dimaksud perlu diperiksa terlebih dahulu. Peta bahaya gempa SNI 1726:2019 menunjukkan lokasinya. Berikut ini adalah proses-proses yang dapat digunakan untuk membentuk spektrum respons gempa desain pada **Gambar 6**. berikut

Gambar 6. Grafik Respon Spektrum



Sumber: Data Penelitian, 2025.

Pada titik koordinat (-8.166667- 113.7)

$S_s = 0.8790$ percepatan tanah puncak (pga)

$S_1 = 0.3940$ g pada tanah sedang (SD), kabupaten Jember ditetapkan sebagai daerah gempa sedang di Indonesia (puskim.pu.go.id)

4. Koefisien Gempa Elastik

koefisien respon gempa elastik (Csm) didapatkan dari persamaan berikut :

$$C_{sm} = \frac{SD_1}{T}$$

$$C_{sm} = 0,5/0,67 = 0,746$$

C. Analisis Pondasi Drilled Shaft

1. Pemodelan Etabs

Model struktur yang digunakan adalah struktur beton bertulang bertingkat banyak. Data struktur bangunan yang digunakan adalah proyek Pembangunan hotel grand jambo jember. Jumlah tingkat struktur adalah 15 lantai.

Pada analisis struktur, pemodelan 3 dimensi struktur tanpa bresing dinamakan model 1. Untuk penulangan balok induk, balok anak, dan kolom struktur digunakan bantuan program ETABS. Adapun idealisasi struktur dengan bantuan program tersebut dapat dilihat pada **Gambar 7**. berikut.

Gambar 7. Idealisasi 3D Struktur Hotel Grand Jambo Program Etabs. V 2022.3.0



Sumber: Hasil Penelitian, 2025.

Sebagai kelanjutan dari gambaran idealisasi 3D struktur bangunan yang telah disusun menggunakan program ETABS, berikut ini disajikan gambar denah struktur lantai 2 basement yang juga dihasilkan melalui program yang sama. Gambar ini memberikan rincian lebih lanjut mengenai distribusi elemen-elemen struktural pada lantai basement, yang merupakan bagian penting dalam perencanaan keseluruhan struktur bangunan seperti gambar berikut.

Gambar 8. Denah Struktur lantai 2 basment

Sumber: Hasil Penelitian, 2025.

2. Pembebanan

Dari hasil analisi struktur dengan program bantu ETABS 2022 diperoleh besarnya reaksi perletakan untuk proses perencanaan pondasi. Berikut adalah reaksi perletakan struktur Gedung Hotel Grand Jambo seperti pada **Tabel 1**. berikut.

Tabel 1. Rekap Joint Reaction Etabs

Un	FX (Kn)	FY (Kn)	FZ (Kn)	MX (Kn-m)	MY (Kn-m)	MZ (Kn-m)
126	4,43	-13,25	4239,2	105,29	82,17	-0,067
53	7,45	-40,67	3277,4	99,91	34,44	-0,003

49 10,81 -55,10 3023,5 81,03 50,33 0,095

Sumber: Hasil Penelitian, 2025.

3. Daya Dukung Tanah

Perhitungan daya dukung tanah dapat ditentukan secara memadai dari angka ketahanan standart penetration test, menggunakan metode rumus sebagai berikut.

$$q_{net}(kN/m^2) = (N_{60} \times 1,5) + 2$$

Dimana $N_{60} = 34,4$ didapatkan dari nilai N-SPT

$$q = (34,4 \times 1,5) + 2$$

$$q = 51,6 + 2$$

$$q = 53,6 \text{ ton/m}^2$$

D. Perencanaan pondasi drilled shaft

Adapun kriteria-kriteria yang diterapkan dalam perencanaan pondasi Drilled Shaft pada proyek pembangunan Hotel Grand Jambo adalah sebagai berikut:

- Massa jenis beton bertulang : 240 kg/m³
- Berat jenis beton bertulang : 2400 kg/m³
- Mutu beton : 25 Mpa
- Mutu tulangan baja : fy 400 Mpa
- Diameter Tiang : 800 mm
- Kedalaman : 17,5 m

Sebagai bagian dari proses perencanaan pondasi Drilled Shaft pada pembangunan Hotel Grand Jambo, dilakukan uji Standard Penetration Test (SPT) untuk mendapatkan informasi yang lebih mendalam mengenai kondisi tanah di lokasi. Data yang diperoleh dari uji SPT sangat penting dalam menentukan kapasitas daya dukung tanah serta kedalaman dan ukuran pondasi yang sesuai, sehingga perencanaan pondasi dapat disesuaikan dengan karakteristik tanah yang teridentifikasi.

Tabel 2. Hasil Uji N-SPT

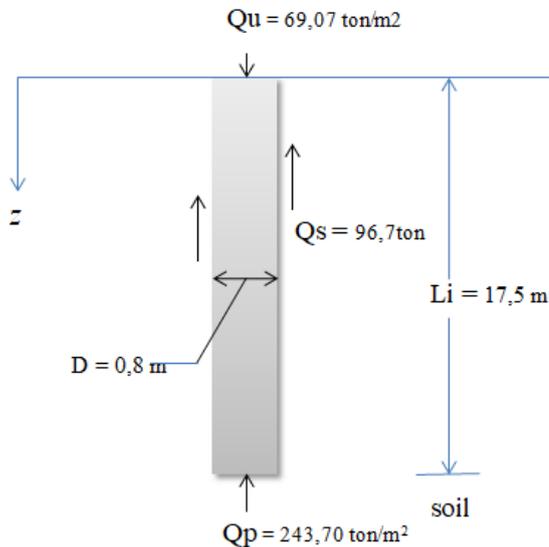
NO	T(m)	N	N/T
1	1	8	8
2	3	25	8,33
3	5	17	3,4
4	7	45	6,43
5	9	26	2,89
6	11	31	2,82
7	13	40	3,08
8	15	42	2,80
9	17	76	4,47
Total	81	310	42,22

N-SPT rata-rata = 34,4

Sumber: Hasil Perhitungan, 2025.

E. Daya Dukung Pondasi

Dari perhitungan daya dukung tiang bor dari data N-SPT menggunakan metode *Reese & Wright* dapat di lihat Pada gambar berikut :



Gambar 9. Daya dukung pondasi
 Sumber: Hasil Perhitungan, 2025.

- Daya Dukung Bahan Tiang (P tiang)
 Teg. ijin beton (s) = $0.25 - 0.33 \text{ fc}'$,
 $= 63,732 \text{ kg/cm}^2$
 P tiang = 407888 kg
 $= 407,888 \text{ ton}$
- Kapasitas Dukung Ultimate Tiang
 $Q_{ult} = Q_s + Q_p$
 $= 96,7 + 243,70$
 $= 340,4 \text{ ton}$
- Kapasitas Dukung Izin
 $Q_{all} = \frac{Q_{ult}}{SF}$
 $= \frac{340,4}{3}$
 $= 113,46 \text{ ton}$
 Berat tiang = 7,74 ton
 Beban netto yg diijinkan
 $= Q_{all} - \text{Berat Tiang}$
 $= 113,46 - 7,74$
 $= 105,72 \text{ ton}$
 $= 1036,42 \text{ kN}$
 Dimana daya dukung bahan tiang bisa di kategorikan aman apabila beban netto yg diijinkan < kuat bahan tiang (P tiang).
 $105,72 \text{ ton} < 407,888 \text{ ton}$.

F. Kapasitas Izin Kelompok Tiang

1. Data Tiang
 Berat pile cap+15% = 389,491 kN = 38,95 ton
 Force = 4239,19 kN = 423,92 ton
 Momen x = 105,2876 kN.m = 10,53 ton.m
 Momen y = 82,1679 kN.m = 8,22 ton.m
 $Q_{all, tunggal} = 113,4 \text{ ton}$
 Diameter tiang = 80 cm
2. Jumlah Tiang
 - $n \text{ Tiang} = \frac{V}{Q_{all}} = 5,69 \text{ buah} = 6 \text{ buah}$
 Maka jumlah tiang yang dipakai pada bangunan Hotel Grand Jambo adalah sebanyak 6 buah tiang.
3. Efisiensi Tiang
 - $\Theta = \arctan \frac{D}{S} = 0,38 = 21,80^\circ$
 - $E_g = 1 - \frac{\theta}{90} \left[\frac{(n-1)m + (m-1)n}{m.n} \right] = 0,717$
 Didapat nilai efisiensi tiang sebesar 0,656, yang berarti bahwa daya dukung pondasi harus dikalikan dengan faktor 0,656 untuk mendapatkan kapasitas daya dukung yang lebih realistis sesuai dengan kondisi di lapangan.
4. Daya Dukung Tiang
 - $Q_{ijin, tot, ef} = n \times Q_{all} \times E_g = 488,3 \text{ ton}$
 - $Q_{ijin, ef} = Q_{all} \times E_g = 81,395 \text{ ton}$
 Dari perhitungan diatas menunjukkan hasil daya dukung tiang adalah 81,395 ton untuk 1 tiang dan 488,3 ton untuk tiang keseluruhan yang berjumlah 6 tiang, yang menunjukkan daya dukung pondasi setelah koreksi atau penyesuaian faktor-faktor tertentu.
5. Distribusi Beban Tiang
 - $P_{max} = \frac{P}{n} + \frac{M_x X_{max}}{\Sigma y^2} + \frac{M_y X_{max}}{\Sigma x^2}$
 $= 78,30 \text{ ton}$
 - $P_{min} = \frac{P}{n} - \frac{M_x X_{max}}{\Sigma y^2} - \frac{M_y X_{max}}{\Sigma x^2}$
 $= 68,67 \text{ ton}$
 - $P_{max} < Q_{all, kelompok}$
 - $79,927 < 81,395$, OK
 Dari perhitungan distribusi beban diatas menjelaskan bahwa pondasi yang dianalisis aman, karena beban maksimum yang diterima tidak melebihi kapasitas daya dukung pondasi.

G. Penurunan Pondasi

1. Penurunan Pondasi Tiang Tunggal (S)
 Penurunan elastis pondasi tunggal dapat dihitung dengan persamaan, sebagai berikut:

- $L = 17,5 \text{ m}$
- $P = 1,57 \text{ m}$
- $D = 0,8 \text{ m}$
- $F_c' = 25 \text{ Mpa}$
- $Q_p = 243,70 \text{ ton/m}^2 = 2389,11 \text{ kN}$
- $Q_s = 96,7 \text{ ton}$
- $C_p = 0,03$ (Nilai Koefisien C_p)
- $q_p = \text{Daya dukung batas ujung tiang}$
- $q_p = \frac{Q_p}{A_p}$
 $= 485,35 \text{ ton}$
- $A_s = \pi \times D \times L$
 $= 3,14 \times 0,8 \times 17,5$
 $= 43,96 \text{ m}^2$
- $E_s = 20000 \text{ kN/m}^2$ (Modulus elastis tanah)
 $\mu_s = 0,3$ (passion ratio)
- $E_p = 4700\sqrt{f_c'}$
 $= 4700\sqrt{25}$
 $= 23.500 \text{ MPa} \rightarrow 23.500.000 \text{ kN/m}^2$
- $A_p = \frac{1}{4} \pi D^2 = 0,1963$
- $S_1 = \frac{(Q_p + \alpha \cdot Q_s)L}{A_p \cdot E_p}$
 $= 0,005 \text{ m}$
- $S_2 = \frac{(C \cdot Q_p)}{D \cdot q_p}$
 $= 0,019 \text{ m}$
- $S_3 = \frac{Q_p}{P \cdot L} \times \frac{D}{E_s} \times (1 - \mu_s^2) I_w_s$
 $= 0,00073 \text{ m}$
- $S = S_1 + S_2 + S_3$
 $= 0,02473 \text{ m}$
- $S_{izin} = 10\% \times D$
 $= 10\% \times 0,8 \text{ m} = 0,08 \text{ m}$

Setelah dilakukan perhitungan penurunan pondasi tiang tunggal yang terjadi dapat dikatakan aman apabila sebagai berikut.

$$S < S_{izin} \quad 0,02473 \text{ m} < 0,08 \text{ m}$$

Menurut (Permana & Gunawan, 2021), jika penurunan pondasi melebihi batas toleransi, maka pondasi tersebut tidak mampu menopang beban struktur di atasnya. Karena hasil perhitungan menunjukkan bahwa nilai penurunan (S) lebih kecil dari batas penurunan yang diizinkan (S_{izin}), maka dapat disimpulkan bahwa pondasi tiang tunggal aman terhadap penurunan.

2. Penurunan Pondasi Tiang Kelompok (S_g)

$$S_g = S \frac{\sqrt{B}}{D}$$

$$= 0,02473 \text{ m} (\sqrt{3,6 \text{ m}}) / 0,8 \text{ m}$$

$$= 0,052 \text{ m} \rightarrow 0,08 \text{ m}$$

Besarnya penurunan pondasi tiang tunggal yang terjadi dapat dikatakan aman apabila

$$S < S_{izin} = 0,05242 \text{ m} < 0,08 \text{ m}$$

Dikarenakan besar $S_g < S_{izin}$ maka penurunan pondasi tiang kelompok yang terjadi aman.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

1. Hasil pembebanan yang bekerja pada bangunan gedung hotel grand jambo Jember di dapatkan nilai gaya reaksi sendi maksimum force sebesar 423,92 ton . Dengan nilai daya dukung tiang tunggal Qizin sebesar 81,93 ton. Dan reaksi yang bekerja pada tiang tunggal P_{max} sebesar 79,92 ton. Dimana daya dukung tiang tunggal bisa di kategorikan aman apabila $P_{max} < Q_{izin}$ tiang tunggal, yaitu 79,92 ton < 81,39 ton. Maka untuk distribusi beban daya dukung tiang tunggal di kategorikan aman. Kemudian Dengan jumlah 6 tiang di dapatkan nilai daya dukung Qizin total tiang kelompok sebesar 488,370 ton. Dimana bisa di kategorikan aman apabila nilai force < Qizin total tiang kelompok yaitu 423,92 ton < 488,370 ton. Hal ini menunjukkan bahwa daya dukung total kelompok tiang tersebut cukup untuk mendukung beban yang bekerja, sehingga dapat menjamin dan keamanan struktur.
2. Perhitungan penurunan tanah untuk tiang pondasi tunggal adalah $S = 0,02473 \text{ m}$ dan penurunan kelompok tiang adalah $S_g = 0,05242 \text{ m}$ dan untuk nilai izin penurunan (S_{izin}) = 0,08 m. Dapat disimpulkan bahwa besarnya penurunan pondasi tiang yang terjadi tergolong aman karena $S < S_{izin}$, $S = 0,02473 \text{ m} < 0,08 \text{ m}$ dan $S_g < S_{izin}$, $S_g = 0,05242 \text{ m} < 0,08 \text{ m}$. Dengan demikian, penurunan pondasi tiang yang terjadi pada gedung hotel Grand Jambo Jember masuk dalam kategori aman.

B. Saran

Untuk perencanaan berikutnya dapat menambahkan perhitungan RAB dan perhitungan tulangan pondasi untuk hasil yang akurat dan di karenakan perlunya

mempertimbangkan faktor ekonomi dan mengutamakan metode konstruksi yang aman serta efisien.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, H. H., Yanuar, S. F., & Dewi, I. C. 2024. Soft Soil Improvement Planning Study for Mosque. *Jurnal Smart Teknologi*. 5(2): 193–199.
- Alihudien, A., & Priyono, P. 2023. Identifikasi Jenis Tanah Wilayah Dekat Pantai Puger Menggunakan Bagan Klasifikasi Tanah Robertson 1990. *Jurnal Rekayasa Infrastruktur Hexagon*. 8(2): 133-143.
- Apriliani, N. R., Priyono, P., & Alihudien, A. (2020). Tinjauan Kapasitas Abutmen Jembatan Sengkaling Malang Dengan Beban Gempa. *Jurnal Rekayasa Infrastruktur Hexagon*. 5(1): 14-28.
- Ariyanto, A. S. 2020. Analis Jenis Keursakan Pada Gedung Bertingkat (Studi Kasus pada Gedung Apartemen dan Hotel Candiland Semarang). *Bangun Rekaprima*. 6(1): 45.
- Badan Standard Nasional. 2019. *SNI-1976 Pedoman Umum Pembebanan untuk Bangunan Gedung dan Struktur Lain*. Badan Standard Nasional. Edisi 1. Jakarta-Indonesia.
- Das, B. 1995. *Principles Of Foundation Engineering*. Braja Mohan Das. Edisi 7th. Massachusetts-Amerika Serikat.
- Dewi, I. C., & Priyono, P. (2018). Analisa Desain Fly Over Dan Slab on Pile Pada Perencanaan Jalan Lingkar Barat Kota Surabaya. *Jurnal Rekayasa Infrastruktur Hexagon*, 3(2). 112-115
- E. T. Pamungkas, E. Gardjito, S. Winarto, F. M. A. 2021. Meningkatkan Daya Dukung Tanah dengan Pondasi Mini Pile. *Jurmateks*. 9(1): 89-92.
- Hartono. 2020. Analisis Tanah Dasar Pondasi Terhadap Kestabilan Kedudukan Bangunan. *Wahana Teknik Sipil*. 17(1): 1–10.
- Hermanto, R. 2021. Proposed Use Of Foundation Structure Drilled-Shafts With Bells And Grade Beam On Expansive Soil. *Jurnal Smart Teknologi*. 1(1): 100–111.
- Himawan, I. 2024. Perhitungan Beban Gempa Pada Bangunan Gedung Berdasarkan Standar Gempa Indonesia Yang Baru. *Pilar: Media Komunikasi Dan Pengembangan Teknik Sipil Universitas Diponegoro*. 14(1): 42–57.
- Irwanto, T. J., Suryani, N. L., Ramdha, B. V., Rahman, A., & Ihsan, M. A. N. 2023. Metode Pelaksanaan Pekerjaan Pondasi Bore Pile Pada proyek Gedung Baru Instalasi Pelayanan Utama Rumah Sakit Dr Saiful Anwar Malang. *Jurnal Pengabdian Teknik Dan Sains (JPTS)*. 3(01): 16–25.
- Jawat, I. wayan, & Gita, P. P. T. 2020. Kajian Metode Pelaksanaan Pekerjaan Pondasi Bored Pile Pada Tahap Perencanaan Pelaksanaan. *PADURAKSA: Jurnal Teknik Sipil Universitas Warmadewa*. 9(2): 126–142.
- Mananoma, T., Thalita D. Maratade, A., A.Y Lapadengan, T. T., & Reza Mamuaya, I. 2023. Pemilihan Tipe Pondasi Dalam Dengan Menggunakan Metode Ahp. *EDUSAINTEK: Jurnal Pendidikan, Sains Dan Teknologi*. 11(2): 604–613.
- Pagehgi, J. 2021. Analisis Penggunaan Pondasi Mini Pile Dan Pondasi Borpile Terhadap Biaya Dan Waktu Pelaksanaan Pembangunan Ruang Kelas Smpn 10 Denpasar. *Jurnal Extrapolasi*. 8(01).
- Permana, S., & Gunawan, A. 2021. Evaluasi Pondasi Bored Pile pada Proyek Kolam Ponds dengan Pile Driving Analyze Test. *Jurnal Konstruksi*. 18(2): 51–61.
- Putri, S., Gunasti, A., & Alihudien, A. 2024. Analisis Perbandingan Efisiensi Biaya dan Waktu pada Pondasi Sumuran dan Pondasi Tapak Pembangunan Gedung Tipikor Polda Aceh. *Sustainable Civil Building Management and Engineering Journal*. 1(3): 6-8.
- Ramdhan, M., & Permana, S. 2021. Analisis Daya Dukung dan Penurunan Pondasi Bored Pile Menggunakan Nilai Standard Penetration Test (SPT) pada Proyek Pembangunan Kereta Cepat Indonesia China. *Jurnal Konstruksi*. 19(1): 212–218.
- Syeirliana, M., Kuryanto, T. D., & Alihudien,

- A. (2024). Studi Alternatif Penggunaan Dinding Penahan pada DPT Kanan Intake Dam Genduk. *Jurnal Smart Teknologi*. 5(2): 155-167.
- Tjitradi, D., Eliatun, E., & Tjitradi, O. S. 2020. Pemodelan Kerusakan Bangunan Akibat Penurunan Pondasi Di Lahan Basah Kota Banjarmasin. *Jurnal Kacapuri : Jurnal Keilmuan Teknik Sipil*, 3(2), 16.
- Winoto, G. W., & Pratiwi, D. S. 2021. Perbandingan Daya Dukung Fondasi Tiang Bor pada Ensoft Shaft dengan Hasil Uji PDA. *Prosiding FTSP Series*. (12)2: 501–505.