

Studi Banding Struktur Dinding Penahan Tanah Kantilever Tanpa dan dengan Menggunakan “Soldier Pile”
(Studi Kasus: Dinding Penahan Tanah pada Jembatan Besuk Kecamatan Klabang Kabupaten Bondowoso)
Comparative Study of The Structure of Cantilever Earth Retaining Walls Without and Using “Soldier Pile”
(Case Study: Earth Retaining Walls on The Besuk Bridge, Klabang District, Bondowoso District)

Deni Murdiyanto¹, Arief Alihudien², Pujo Priyono³

¹Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember
Email: murdiyantodeni@gmail.com

²Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember
Email: ariefalihudien@unmuhjember.ac.id

³Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember
Email: pujopriyono@unmuhjember.ac.id

Abstrak

Dinding penahan tanah tipe kantilever dengan berbahan pasangan beton bertulang, dikarenakan terdapat suatu kelemahan akan kemampuan tarik pasangan yang rendah, maka dipersyaratkan bahwa ketinggiannya tidak melebihi dari 4 (empat) meter. Dari pengambilan titik koordinat didapatkan dua titik koordinat penyelidikan tanah yaitu titik BH-1 dan BH-2. Selain itu juga dilakukan ter Borlog yang memuat nilai SPT dan klasifikasi jenis tanah berikut alternatif perhitungan daya dukung tanah terhadap 1 (satu) tiang pancang dan bored pile. Kemudian disajikan juga hasil analisa laboratorium terhadap contoh tanah UDS (*undisturbed sample*). Merujuk dari hasil perhitungan tekanan tanah lateral dengan kedalaman 2 m tanpa dipasang *soldier pile* memperoleh SF sebesar 2,7 sedangkan tekanan tanah lateral dengan kedalaman tanah 5,5 m dipasang *soldier pile* memperoleh SF sebesar 2,1 (Jarak SF < 2). Sedangkan hasil perhitungan desain *soldier pile* dapatkan diameter *soldier pile* 0,3 m dan ketinggian 6 m dengan diameter serta jarak tulangan sebesar D13-150.

Kata Kunci: Dinding Penahan Tanah Kantilever, Soldier Pile

Abstract

*Cantilever type retaining walls made from reinforced concrete, due to the weakness of the low tensile strength of the pair, require that the height not exceed 4 (four) meters. From taking the coordinate points, two ground investigation coordinate points were obtained, namely points BH-1 and BH-2. Apart from that, a Borlog test is also carried out which contains the SPT value and soil type classification along with alternative calculations of the soil bearing capacity for 1 (one) pile and bored pile. Then the results of laboratory analysis of the UDS (*undisturbed sample*) soil samples are also presented. Referring to the results of lateral earth pressure calculations with a depth of 2 m without the soldier pile installed, the result was an SF of 2.7, while the lateral earth pressure with a soil depth of 5.5 m with the soldier pile installed obtained an SF of 2.1 (SF Distance < 2). Meanwhile, the results of the soldier pile design calculations show a soldier pile diameter of 0.3 m and a height of 6 m with a diameter and reinforcement distance of D13-150.*

Keywords: Cantilever Retaining Wall, Soldier Pile

1. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Rehabilitasi Jembatan Desa Besuk Kecamatan Klabang Kabupaten Bondowoso, yang disebabkan oleh patahnya abutmen akibat gerusan air sungai. Salah satu resiko kerusakan lain pada jembatan tersebut seperti ambruknya jembatan akibat patahnya abutmen. Jembatan adalah suatu struktur yang berfungsi sebagai lintasan untuk memperpendek jarak dengan menyeberangi suatu rintangan tanpa menutup rintangan itu sendiri (Pujo, 2022). Kerusakan pada jembatan sebagai salah satu jalan penghubung antar desa pada wilayah tersebut mengakibatkan tidak efisiennya waktu tempuh perjalanan transportasi masyarakat, karena masyarakat harus melewati jalan lain yang jaraknya tempuhnya lebih jauh. Transportasi mempunyai peran penting dalam peningkatan ekonomi suatu daerah (Arief, 2023). Selain itu transportasi jalan juga merupakan suatu prasarana yang sangat berperan penting dalam arus lalu lintas (Amri, 2022). Transportasi darat seperti jalan raya dapat mempercepat perkembangan ekonomi (Nanang, 2023). Pertumbuhan dan kemajuan sosial ekonomi masyarakat serta perubahan struktur perekonomian Indonesia memiliki dua urgensi penting (Adhitya, 2022).

Terhadap salah satu item pekerjaan pada proyek ini adalah pekerjaan Dinding Penahan Tanah yang berfungsi untuk menahan tanah agar stabil untuk pembangunan jembatan. Telah disepakati block grand anggaran setelah melalui studi kelayakan bahwa jenis dinding penahan tanah yang dibangun merupakan jenis dinding penahan tanah berbahan pasangan beton bertulang sistem kantilever. Yang berlatar belakang ketersediaan anggaran yang diperlukan untuk dinding penahan tanah.

Dinding penahan tanah tipe kantilever dengan berbahan pasangan beton bertulang, dikarenakan terdapat suatu kelemahan akan kemampuan tarik pasangan yang rendah, maka dipersyaratkan bahwa ketinggiannya tidak melebihi dari 4 (empat) meter.

Beberapa literatur (Bowles, 1982), menyatakan bahwa untuk lereng yang akan dibangun dinding penahan tanah dengan ketinggian lebih dari 5 (lima) meter, umumnya

menggunakan dinding penahan tanah beton bertulang tipe “counterfort”.

B. Rumusan Masalah

Ada beberapa aspek spesifik yang harus anda perhatikan dalam penelitian ini:

- Bagaimana menganalisa perilaku penyebaran beban dari tekanan tanah ke dinding penahan tanah dengan “Soldier pile”?
- Bagaimana cara menghitung “Soldier Pile” beton bertulang untuk optimasi ketahanan lentur dinding penahan tanah?

C. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk:

- Menganalisa perilaku penyebaran beban dari tekanan tanah ke dinding penahan tanah dengan “Soldier pile”.
- Menghitung “Soldier Pile” beton bertulang untuk optimasi ketahanan lentur dinding penahan tanah.

D. Batasan Masalah

Agar permasalahan tidak bertambah parah dan agar penelitian ini tetap fokus pada rumusan masalah. Berikut batasan masalah penelitian untuk tugas akhir:

- Survei dan penelitian dilakukan di ruas jembatan Besuk, Kecamatan Klabang Kabupaten Bondowoso.
- Menciptakan konsep perilaku penyebaran beban dari tekanan tanah ke dinding penahan tanah dengan “Soldier pile” pada jembatan Besuk, Kecamatan Klabang Kabupaten Bondowoso.

Pengambilan data:

- Data Tanah
 - Data Lereng
 - Data Lokasi
- Menghitung ukuran “Soldier Pile” beton bertulang untuk optimasi ketahanan lentur dinding penahan tanah.

E. Manfaat Penelitian

Berikut adalah beberapa manfaat yang diharapkan dapat diperoleh dari temuan penelitian ini:

- a. Dapat memberikan tambahan pengetahuan mengenai dinding penahan tanah dengan “soldier pile” beton bertulang.
- b. Dapat dijadikan sebagai acuan dalam penggunaan “soldier pile” beton bertulang untuk optimasi ketahanan lentur dinding penahan tanah.

2. TINJAUAN PUSTAKA

A. Dinding Penahan Tanah

Suatu dinding yang direncanakan untuk mencegah suatu permukaan tanah yang berbeda level ketinggiannya diantara dua sisinya yang berseberangan dinamakan dinding penahan tanah. Suatu timbunan tanah di sisinya yang lebih tinggi level permukaannya dinamakan timbunan tanah kembali (backfill), yang mana dinding ditujukan untuk mampu menopang tanah tersebut (Hardiyatmo, 2003). Tujuan dari dinding penahan adalah untuk menstabilkan tanah dan mengurangi risiko tanah longsor. entah karena berat tanah itu sendiri, beban yang diberikan padanya, atau beban air hujan (Tanjung, 2016).

B. Mekanika Tanah Yang Perlu Untuk Tujuan Perencanaan Dinding Penahan Tanah

Besarnya tekanan tanah bergantung pada keadaan kesetimbangan dalam tanah, dua keadaan kesetimbangan yang terjadi pada tanah adalah:

- **Kesetimbangan elastis**
Kesetimbangan elastis, terjadi jika tegangan geser di dalam tanah lebih kecil daripada kekuatan geser tanah tersebut,
- **Kesetimbangan plastis**
Kesetimbangan plastis adalah bila tegangan geser di dalam tanah sama dengan kekuatan geser tanah tersebut

C. Kedalaman Minimum Pondasi

Dengan Teori tekanan tanah Rankine, memungkinkan mendapatkan suatu perumusan kedalaman minimum pondasi. Perhatikan suatu kubus kecil dibawah pondasi. Tekanan vertikal arah ke bawah dari telapak dianggap sebagai tegangan utama yang terbesar dan tekanan lateral p_2 adalah tekanan tanah Rankine.

D. Beton dan Beton Bertulang

Beton adalah gabungan dari pasir, batu pecah yang bersatu dan berkolaborasi membentuk massa keras dengan campuran pasta semen dan air. Kadang-kadang, satu atau beberapa “*admixture*” dimasukkan untuk mengubah sifat-sifat beton seperti kemudahan dalam pengolahan “*workability*”, daya tahan “*durability*”, dan percepatan waktu pengerasan “*time of hardening*”. Seperti kebanyakan jenis batuan, beton memiliki kekuatan tekan yang tinggi dan kekuatan tarik yang rendah. Beton bertulang merupakan suatu kombinasi beton dan baja yang diletakkan yang mana diperlukan tulangan baja untuk menahan tarik. Tulangan baja juga bisa dengan baik untuk menahan gaya tekan dan sehingga bias dimanfaatkan untuk kolom (Sudarno, 2022)

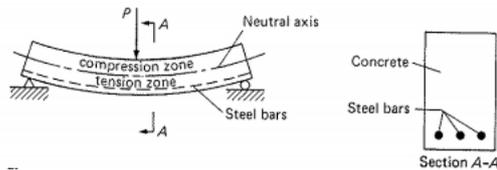
E. Hipotesa Dasar Beton Bertulang

Baja dan beton mampu bekerjasama untuk beberapa alasan:

1. lekatan (interaksi antara baja tulangan dan bagian beton yang mengeras disekeliling baja tulangan;
2. kemampuan beton untuk kedap atau tahan air, sehingga mampu mencegah baja terjadi korosi;
3. laju termal antara baja dan beton yang hampir sama, sehingga bisa diabaikannya gaya tambahan akibat bila terjadi perubahan temperatur atmosfer. Tercatat laju thermal beton adalah 0,000010 sampai 0,000018 per °C dan 0,000012 per °C masing-masing untuk beton dan baja tulangan.

Beton bertulang adalah suatu gabungan logika dari dua material: Beton memiliki kekuatan tekan yang tinggi namun kekuatan tariknya rendah, sedangkan baja tulangan yang disematkan dalam beton mampu memenuhi kebutuhan akan kekuatan tarik. Akibat beban luar yang bekerja pada elemen lentur akan mengakibatkan suatu perubahan bentuk atau deformasi pada elemen tersebut. Deformasi akan selalu diikuti oleh munculnya gaya dalam berupa momen lentur yang mengakibatkan serat-serat terluar dari penampang elemen lentur mengalami tarikan dan tekanan. Gambar 1 adalah suatu ilustrasi dimana penempatan tulangan baja pada daerah tarik. Akan tetapi, dikarenakan baja juga bisa

menahan tekan sebaik menahan tarik, maka tulangan juga digunakan untuk bagian yang mampu memikul tekan pada kolom beton bertulang, dan seringkali di area tekan penampang balok.



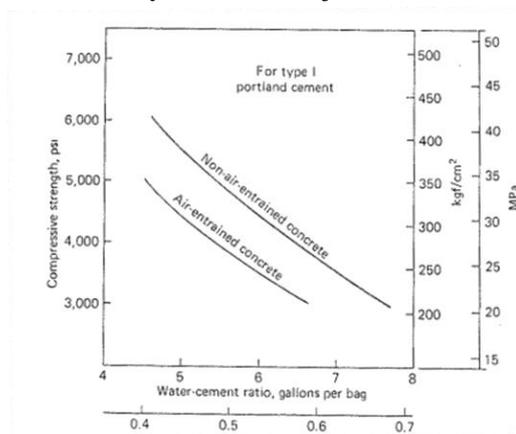
Gambar 1. Posisi Baja Tulangan Pada Balok Beton Bertulang

(Sumber : <https://sanggapramana.wordpress.com/2010/07/31/pemasangan-tulangan-pada-balok/>)

F. Sifat-Sifat Karakteristik dan Mekanik Beton

- Kuat Tekan Beton

Salah satu faktor variabel penting yang bisa mempengaruhi kuat tekan beton adalah penggunaan rasio air-semen (*w/c ratio*), semakin rendah nilai rasio air-semen menciptakan kuat tekan yang lebih besar (Gambar 2.11), yang mana kaidah hubungan ini sudah dinyatakan semenjak tahun 1920 an.

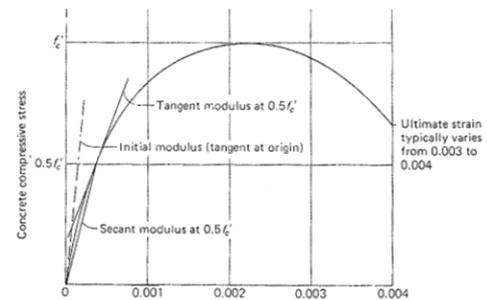


Gambar 2. Pengaruh rasio air semen (*w/c*) pada kekuatan tekan usia beton 28 hari.

(Sumber : <https://sanggapramana.wordpress.com/2010/07/31/pemasangan-tulangan-pada-balok/>)

- Modulus elastisitas beton (E_c)

Modulus tangen juga dapat dihitung pada titik lain jika diperlukan (misal di tegangan dengan nilai $0,5.f'c$), disebut modulus tangen di $0,5.f'c$. Kemiringan garis lurus yang menghubungkan titik pusat dengan nilai tegangan tertentu ($0,5.f'c$) disebut modulus elastisitas tekan (secant modulus) di $0,5.f'c$ dari beton. Biasanya nilai secant modulus di nilai tegangan antara $0,25.f'c$ sampai $0,5.f'c$ pada perhitungan desain disebut sebagai modulus elastisitas.



Gambar 3. Hubungan tegangan-regangan beton dalam keadaan tekan

(Sumber : <https://sanggapramana.wordpress.com/2010/07/31/pemasangan-tulangan-pada-balok/>)

4. METODOLOGI PENELITIAN

A. Data Umum

Bab tentang metodologi ini menjelaskan langkah-langkah dan operasional penelitian yang dilakukan untuk mempersiapkan karya ilmiah ini. Data lapangan yang dikumpulkan berfungsi sebagai gambaran akurat mengenai perubahan kondisi nyata di lapangan. Metode pelaksanaan penelitian yang menjadi pokok bahasan laporan tugas akhir ini akan diuraikan pada bab ini.

Semua ini dilakukan untuk menjamin bahwa data-data pendukung kajian masalah disusun secara rapi dan metodis, sehingga memungkinkan tercapainya tujuan kajian. Pendekatan penelitian ini terdiri dari:

- Persiapan penelitian, yang meliputi tinjauan literatur mengenai subjek-subjek yang berhubungan dengan tujuan penelitian.
- Teknik pengumpulan data yang menggabungkan objek kajian dan data lapangan.

- Investigasi akan menggunakan metode analisis stabilitas data.

Topik yang akan dibahas meliputi analisis stabilitas, metode pengumpulan data lapangan, protokol penyajian data, dan banyak ringkasan informasi yang dikumpulkan dari survei lapangan. Pedoman perencanaan mendasar ini diperlukan untuk mendapatkan hasil yang diinginkan, terutama karena survei lapangan memerlukan waktu dan upaya untuk menyelesaikannya.

B. Gambar Lokasi Penelitian

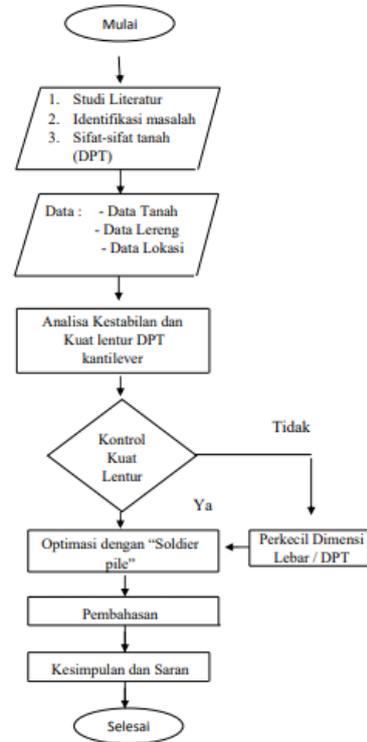
- Lokasi yang ditinjau berada di Desa Besuk Kecamatan Klabang Kabupaten Bondowoso



Gambar 4. Lokasi Perencanaan
 (Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2023)

Rehabilitasi Jembatan Desa Besuk Kecamatan Klabang Kabupaten Bondowoso, yang disebabkan oleh patahnya abutmen akibat gerusan air sungai. Salah satu resiko kerusakan lain pada jembatan tersebut seperti ambruknya jembatan akibat patahnya abutmen. Selain itu kerusakan pada jembatan sebagai salah satu jalan penghubung antar desa pada wilayah tersebut mengakibatkan tidak efisiennya waktu tempuh perjalanan masyarakat, karena masyarakat harus melewati jalan lain yang jaraknya tempuhnya lebih jauh.

b. Diagram Alur Perencanaan



Gambar 5 . Flowchart Alur Perencanaan
 Sumber : Data Pribadi, 2023

5. ANALISA DAN PEMBAHASAN

Dari hasil perhitungan diketahui :

A. Koordinat Titik-Titik Penyelidikan Tanah

Koordinat titik penyelidikan tanah bisa dilihat dari tabel dibawah ini:

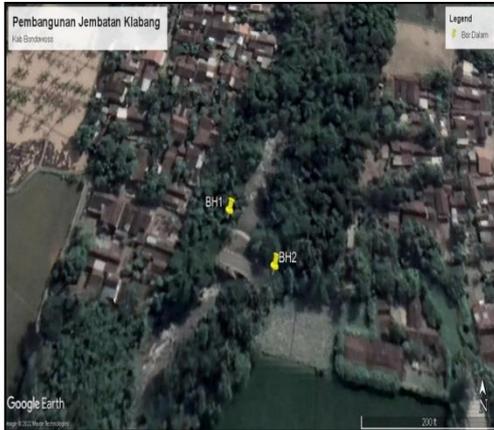
Tabel 1. Koordinat Titik Penyelidikan Tanah

TITIK	Koordinat(UTM)	
	(Easting)	(Northing)
BH-1	826372.00	9134437.00
BH-2	826395.00	9134416.00

Sumber: Data Penelitian, 2023

B. Data Lokasi

Lokasi pekerjaan penyelidikan tanah terletak di Desa Besuk, Kecamatan Klabang, Kabupaten Bondowoso.



Gambar 6. Lokasi Penyelidikan Tanah
 Sumber : Data Pribadi, 2023

C. Tekanan Tanah Lateral

Tekanan Tanah Lateral

beban merata $q = 2,5 \text{ KN/m}$
 elevasi Ground ancor 1 = 2 m
 elevasi Ground ancor 2 = 4,5 m
 $Pa' = 2051,776$
 $Pa'' = 1214,675$
 $= 837,1014$

#Tanah = 2m

Tanpa dipasang Solder Pile tanah aktif

akibat beban q (Pq) = $q \times Ka \times H$
 $= 10 \text{ KN/m}$

akibat tanah aktif (Pa) = $(1/2 \times \gamma \times Ka \times H^2) - (2 \times C \times \sqrt{Ka \times H})$
 $= 54,4 \text{ KN/m}$

Tanah Pasif

Akibat tanah Pasif = $(1/2 \times \gamma \times Kp \times H^2) + (2 \times C \times \sqrt{Kp \times H})$
 $= 61,6 \text{ KN/m}$

Ditabelkan Sebagai Berikut

Tabel 2. Tekanan tanah lateral kedalaman tanah 2 m

	Pa (KN/m)	X (m)	M (KN.m)
Ea1	10	2	20
Ea2	36,02	12,00	432,26
Ea3	12,59	23	289,68
Ea4	54,4	2,68	145,79

	Pa (KN/m)	X (m)	M (KN.m)
Ea5	852,986	12,00	10235,83
Ea6	298,248	23	6859,71
Ea7	837,101	14,989	12547,31
Ea8	1563,788	23	35967,12
Ea9	-328,194	24,4	-8007,92

	Pp (KN/m)	X (m)	M (KN.m)
Ep 1	61,6	1,33	81,928
Ep 2	525,910	10	5259,103
Ep 3	5227,732	12,67	66235,37
Ep 4	211,513	21	4441,783
Ep 5	2035,103	21	42737,15
Ep 6	1832,828	22	40322,21

Sumber : Data Perhitungan, 2023

$$SF = \sum Mp / \sum Ma = 1.5-2$$

$$= 159077,5 / 58489,78$$

$$= 2,7 \text{ OK !!!}$$

Tanah = 5,5 m

Dengan Solder pile

Ditabelkan sebagai berikut :

Tabel 3. Tekanan tanah lateral kedalaman tanah 5.5 m

	Pa (KN/m)	X (m)	M (KN.m)
Ea1	10	2	20
Ea2	36,02	10,00	360,21
Ea3	12,59	21	264,49
Ea4	54,400	0,7	38,08
Ea5	852,986	10,00	8529,86
Ea6	298,248	21	6263,21
Ea7	837,101	12,7	10631,19
Ea8	1563,788	21	32839,55
Ea9	-328,194	22	-7220,26

	Pp (KN/m)	X (m)	M (KN.m)
Ep 1	4438,374	9,83	43629,22
Ep 2	1844,312	17,5	32275,46
Ep 3	1832,828	18,5	33907,31

Sumber : Data Perhitungan, 2023

$$SF = \sum Mp / \sum Ma = 1.5-2$$

$$= 109812 / 51726,33$$

$$= 2,1 \text{ OK !!!}$$

D. Perhitungan Soldier Pile

Data

Diameter bore soldier pile = 300 mm

Jari-jari Soldier pile = 150 mm

Tulangan = 12 D 19

Mutu baja = U40

$$\begin{aligned} F_y &= 420 \\ \text{Mutu beton} &= 300 \\ F_c &= 24,9 \\ EC &= 4700 \cdot (f_c^{0.5}) \\ &= 23452,9529 \end{aligned}$$

Langkah 1 : mula-mula pada penampang hanya memikul normal tekan

$$\begin{aligned} K300 \rightarrow f_c &= 24,9 \\ U24 \rightarrow f_y &= 420 \text{ Mpa} \\ 16\text{Ø}22 \rightarrow A_{st} &= 3400,62 \text{ mm}^2 \\ \text{Kolom} \rightarrow A_g &= 35325 \text{ mm}^2 \\ P_n &= 2103939,9 \text{ N} \end{aligned}$$

Langkah 2 : Penampang memikul tarik
 $P_n = -1428260,4$

Langkah 3 : Dalam keadaan setimbang tercapai saat $\epsilon'c = 0,003$

$$\begin{aligned} \text{Tulangan } \epsilon_s = \epsilon_y &= 0,0021 \\ \epsilon_d &= 0,0021 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} d = D - p - \text{Ø} - 1/2\text{Ø} &= 238,5 \text{ mm} \\ X_b &= 140,294 \text{ mm} \end{aligned}$$

Jarak tulangan daerah

$$\begin{aligned} \text{Deretan 1} = 9 &= 88,5 \text{ mm} \\ \text{Deretan 2} = 8 &= 84,1685017 \text{ mm} \\ \text{Deretan 3} = 7 &= 71,598004 \text{ mm} \\ \text{Deretan 4} = 6 &= 27,348004 \text{ mm} \end{aligned}$$

Menentukan tegangan baja untuk T1, T2, T3, T4, C6, C7, C8, C9

$$\begin{aligned} \epsilon_y \text{ untuk T1} &= f_y / E_s = 0,0021 \\ \text{Ditabelkan sebagai berikut :} \end{aligned}$$

Tabel 4. Tabel hasil Tegangan Baja

Nama	Besarnya	fs(Mpa)
$\epsilon_1 = \epsilon_y$	0,0021	420
ϵ_2	0,002007377	401,475
ϵ_3	0,001738574	347,715
ϵ_4	0,000792347	158,469
ϵ_5	0,000377253	75,451
ϵ_6	0,001323479	264,696
ϵ_7	0,001592282	318,456
ϵ_8	0,001684906	336,981

Sumber : Data Perhitungan, 2023

a. Kontrol Lendutan

berdasarkan ketentuan SNI beton thn 2002 maka :

dengan Secant pile

$$\text{Diameter} = 0,3 \text{ m}$$

$$\text{Panjang (H)} = 6 \text{ m}$$

Lendutan izin maksimum dihitung dengan rumus :

$$\begin{aligned} \text{Lendutan} &= H / 150 \\ &= 6000 / 150 \\ &= 33,33333 \text{ mm} \\ &= 0,033333 \text{ mm} \end{aligned}$$

Jadi lendutan izin maksimum berdasarkan peraturan SNI beton untuk bangunan Gedung tahun 2002 sebesar **0.33 m = 33 cm**

b. Kontrol Tulangan Geser

Berdasarkan ketentuan SNI 03-2847-2013 Pasal 11.2.1.1

$$\text{Tebal selimut} = 40 \text{ mm}$$

$$\text{tebal dinding} = 800 \text{ mm}$$

$$\text{tulangan } 12 \text{ D } 19$$

Maka :

$$\begin{aligned} d &= b - \text{tebal selimut} - D.tul/2 \\ &= 800 - 50 - 9,5 \\ &= 740,5 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_c &= 0,17 \cdot \Lambda \cdot f_c' \cdot B_w \cdot D \\ &= 0,17 \times 1 \times 29,05^{0.5} \times 1000 \times 749 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Ø.Vc} &= 686,283,895 \text{ N} = 686,2839 \text{ KN} \\ &= 686,283895 \times 0,75 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &= 514,7129213 > 212,4 \text{ KN} \\ &\text{(OKE!)} \end{aligned}$$

c. Kontrol Penulangan Lentur

$$\begin{aligned} m &= f_y / 0,85 f_c \\ &= 9,71955 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho \text{ min} &= 1,4 / f_y \\ &= 0,005833333 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho \text{ max} &= 0,046849609 \\ \text{Mu} &= 558,67 \text{ KNm} \\ &= 558670000 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Mn} &= \text{Mu} / \text{Ø} \\ &= 657258823,5 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Rn} &= \text{Mn} / b \times d^2 \\ &= 1,20 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P &= 0,0321 \\ \text{As} &= 4319,583333 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Asmin} &= 4157,448692 \\ 1,4 \times b \times d / f_y &= 771,3541667 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_s &= 0,45 (A_g / A_c - 1) f_c / f_y \end{aligned}$$

dimana :

$$A_g = 502400$$

$$A_c = 406944$$

$$\rho_s = 0,012777$$

jarak lilitan spiral

$$s = 256,6441$$

= 150 mm
dari hasil ini maka harus dipakai D13-150

d. Kontrol Penulangan Memanjang

As min = 4157,45 mm²
Ast = 16 D 2
= 6079,04 mm²
As min 2 = 4319,58 mm²
Jadi Ast > Asmin > As min2 (OKE!)

6. PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari analisa dapat disimpulkan :

1. Merujuk dari hasil perhitungan tekanan tanah lateral dengan kedalaman 2 m tanpa dipasang *soldier pile* memperoleh SF sebesar 2,7 sedangkan tekanan tanah lateral dengan kedalaman tanah 5,5 m dipasang *soldier pile* memperoleh SF sebesar 2,1 (Jarak SF < 2).
2. Dari hasil perhitungan juga di dapatkan diameter *soldier pile* 0,3 m dan ketinggian 6 m dengan diameter serta jarak tulangan sebesar D13-150.

B. Saran

Berdasarkan hasil dari analisa penulis bermaksud memberi saran :

1. Studi kelayakan harus dilakukan sebelum desain jembatan atau struktur bangunan lainnya untuk memastikan bahwa perhitungan struktur menghasilkan hasil perencanaan yang sesuai dari segi kualitas, biaya, dan waktu.
2. Agar struktur yang telah selesai dapat memenuhi spesifikasi yang ada, perencanaan struktur harus mematuhi pengembangan peraturan dan pedoman standar terkini.

7. DAFTAR PUSTAKA

A, Tanjung & Y, Afrisa, 2016, *Perencanaan Dinding Penahan Tanah Tipe Penangga pada Tebing Sungai Lematang Kabupaten Lahat Sumatera*

Selatan, Politeknik Negeri Sriwijaya.

Alihudien, Arief & Adhitya Surya. 2023. *Pemodelan Plaxis Dengan FEM Terhadap Perilaku Tahanan Vertikal Grup Pile 2x2 Pada Tanah Pasir Loose Dan Medium*. <http://repository.unmuhjember.ac.id/20620/1/Turnitin%20Pemodelan%20Plaxis%20Dengan%20FEM.pdf>. Diakses pada tanggal 25 Oktober 2023.

Bowles, Joseph E. *Analisa dan Desain Pondasi Jilid 2*. <http://kin.perpusnas.go.id/DisplayData.aspx?pId=4701&pRegionCode=HABIBIE&pClientId=632>. Diakses pada tanggal 25 Oktober 2023.

Gunasti, Amri. 2022. *Studi Pemilihan Desain Perkerasan Jalan Pada Jalan Yang Rusak Berat Serta Analisa Finansial*. <http://repository.unmuhjember.ac.id/14642/2/14.%20Turnitin.pdf>. Diakses pada tanggal 25 Oktober 2023.

Hardiyatmo, H.C. 2003. *Mekanika Tanah II*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta

Hardiyatmo, H. C. 2010. *Mekanika Tanah I*. Edisi Ke V Gadjah Mada University Press. Yogyakarta

Priyono, Pujo & Muhtar. 2022. *Study Redesain Dimensi Abutmen Jembatan Kironggo Bondowoso Akibat Perbedaan Periode Getar Dan Kelas Situs Tanah*. <http://repository.unmuhjember.ac.id/17221/1/3%207381-20440-1-PB.pdf>. Diakses pada tanggal 25 Oktober 2023.

Rizal, Nanang Saiful & Adhitya Surya Manggala. 2023. *Perencanaan dan Perkerasan Drainase Jalan Nasional Baru di Kabupaten Jember*. <http://repository.unmuhjember.ac.id>

d/20621/. Diakses pada tanggal 25 Oktober 2023.

Sudarno, Tampubolon. 2022. Struktur Beton 1 .
<http://repository.uki.ac.id/7923/1/BukuStrukturBeton1.pdf>. Diakses pada tanggal 25 Oktober 2023.

Sudarno, Tampubolon. 2021. Struktur Baja 1 .
<http://repository.uki.ac.id/7925/1/BUKUMATERIPEMBELAJARANSTRUKTURBAJA1.pdf>.
Diakses pada tanggal 25 Oktober 2023.

Surya, Adhitya.Dkk. 2022. PKM Perangkat Desa Sukogidri Dalam Penyusunan Peta Digital Potensi Wilayah Menuju Smart Village.
<http://repository.unmuhjember.ac.id/15122/3/Laporan%20Materi%20PKM%202022.pdf>. Diakses pada tanggal 25 Oktober 2023.

IBM PKP. Petunjuk Umum Konstruksi.
https://ibmpkp.pu.go.id/assets/public/2__Buku_Saku_Petunjuk_Umum_Konstruksi_2023.pdf. Diakses pada tanggal 25 Oktober 2023.