



FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH JEMBER

# SIDANG TABS

## STRUCTURAL DESIGN STUDY OF ABUTMENTS USING BORED PILE FOUNDATIONS BRIDGE BESUK BONDOWOSO

### STUDI PERENCANAAN STRUKTUR ABUTMENT MENGGUNAKAN PONDASI BORED PILE

(STUDI KASUS : JEMBATAN BESUK KEC. KLABANG KAB. BONDOWOSO)

M. RIFKI ALFARIES

22I06II060

DOSEN PEMBIMBING 1 : ILANKA CAHYA DEWI, ST., MT  
DOSEN PEMBIMBING 2 : Dr. Ir. ARIEF ALIHUDIEN, ST., MT  
DOSEN PENGUJI 1 : Ir. TOTOK DWI KURYANTO MT.,  
DOSEN PENGUJI 2 : Dr. IRAWATI ST., MT



FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH JEMBER



# >>> PENDAHULUAN

## LATAR BELAKANG

- Pembangunan Jembatan Besuk memiliki tujuan utama yakni untuk meningkatkan konektivitas antar wilayah di Kabupaten Bondowoso, khususnya sebagai penghubung antara Kecamatan Klabang dengan kecamatan di sekitarnya dan juga penghubung Kabupaten Bondowoso dan Situbondo
- Sebelum pembangunan masyarakat setempat menghadapi keterbatasan akses transportasi karena harus menempuh jalur alternatif yang lebih jauh dan memakan waktu lama
- Dengan adanya pembangunan jembatan besuk arus mobilitas masyarakat menjadi lebih lancar, baik untuk kegiatan sehari-hari seperti akses pendidikan, kesehatan, maupun untuk aktivitas ekonomi
- Jembatan ini juga menjadi infrastruktur vital yang memperkuat jaringan jalan antar desa, memperpendek jarak tempuh, serta meningkatkan efisiensi perjalanan antar wilayah.



## >>> RUMUSAN MASALAH

1. Bagaimana daya dukung ketahanan aksial (vertikal) pondasi *bored pile*?
2. Bagaimana daya dukung ketahanan lateral pondasi *bored pile*?
3. Bagaimana daya dukung ketahanan *overall stability* pada pondasi *bored pile* jembatan Besuk?

## >>> BATASAN MASALAH

1. Peraturan yang dipakai, yaitu:
  - **SNI 1725-2016, (Tentang Pembebaan untuk Jembatan).**
  - **SNI 2833-2016, (Pedoman Perencanaan Jembatan Tahan Gempa).**
2. Tidak dilakukan peninjauan pada analisa biaya (RAB), metode pelaksana, manajemen konstruksi, serta arsitektur.
3. Pemodelan struktur menggunakan aplikasi yakni **(Geo 5 dan Microsoft Excel 2021)**
4. Jenis tanah yang digunakan sesuai dengan kondisi yang ada dilapangan.

## >>> MAKSUD DAN TUJUAN

1. Dapat mengetahui daya dukung ketahanan aksial (vertikal) pondasi *bored pile*.
2. Dapat mengetahui daya dukung ketahanan lateral pondasi *bored pile*.
3. Dapat mengetahui daya dukung ketahanan *overall stability* pada pondasi *bored pile*.



# >>> METODOLOGI PENELITIAN

## PENGUMPULAN DATA LOKASI PENELITIAN :

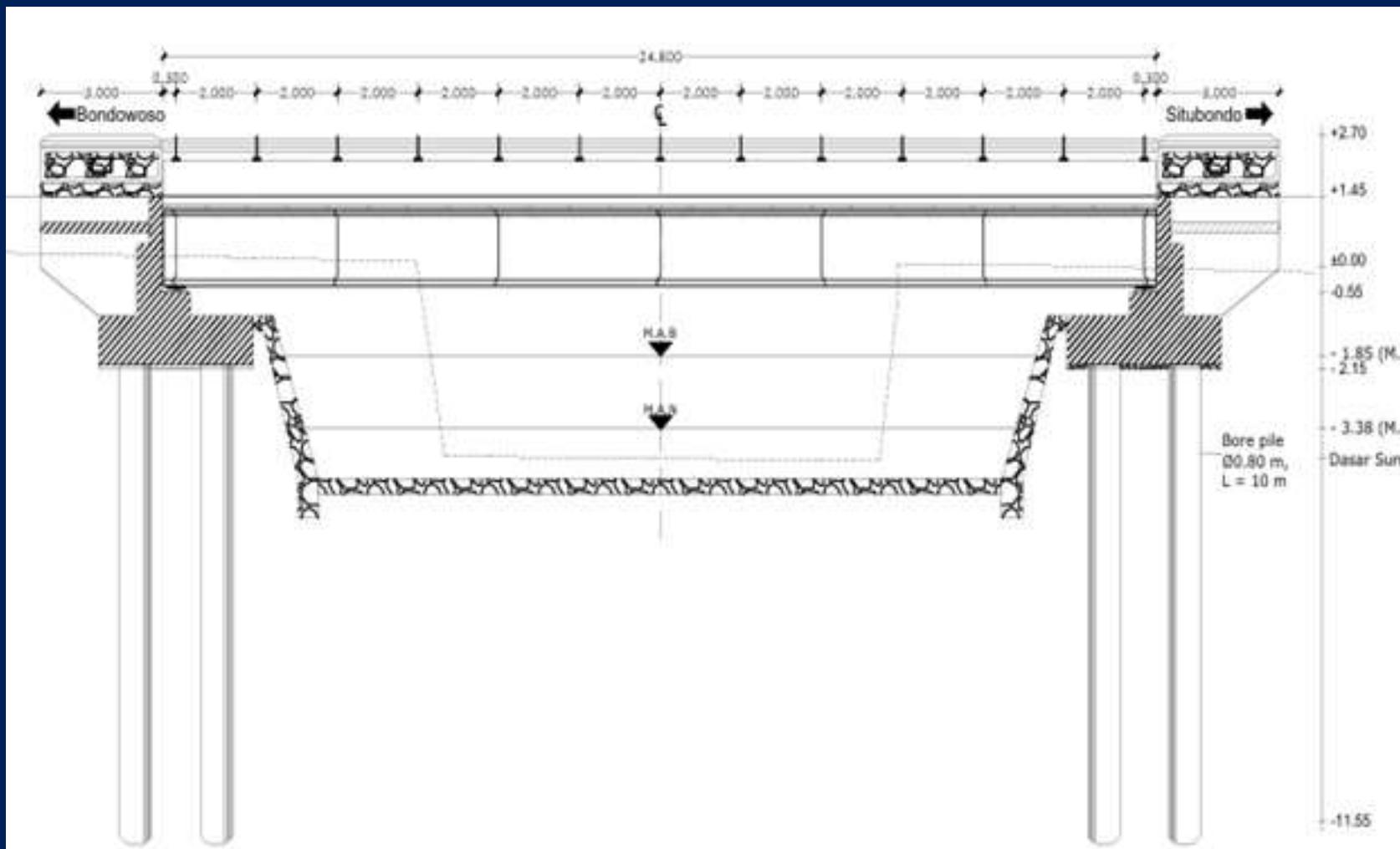


Gambar 3. 1 Lokasi Penelitian  
(Sumber: Google Earth; 2025)



# >>> METODOLOGI PENELITIAN

# PENGUMPULAN DATA DATA UMUM



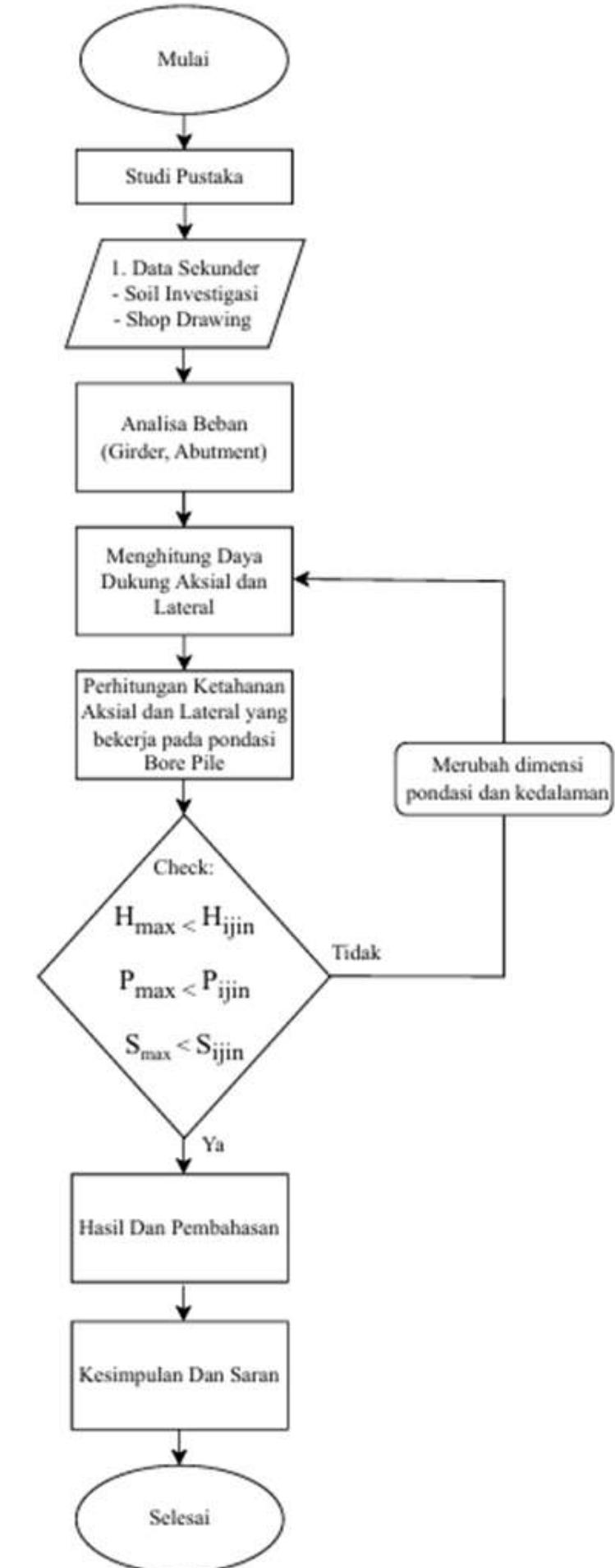
## Gambar 3. 2 Ilustrasi Pembangunan Jembatan Besuk (Sumber: Shop drawing, 2025)

- Owner : UPT Pengelolaan Jalan dan Jembatan DPU Bina Marga Jawa Timur
  - Proyek : Penggantian Jembatan Besuk Ruas BTS Kota Bondowoso – BTS Kab. Situbondo
  - Lokasi : Ruas BTS Kota Bondowoso – BTS Kab Situbondo (Link 35.054) KM. BWS. 18+300 Desa Besuk Kec. Klabang Kab. Bondowoso
  - Fungsi Proyek : Jembatan Penghubung antara Kabupaten Bondowoso dan Situbondo
  - Luas Jembatan : 221.4m<sup>2</sup>



# >>> METODOLOGI PENELITIAN METODE ANALISA DATA

**Gambar 3. 3 Diagram Alir Studi Perencanaan Struktur  
Abutment Menggunakan Pondasi Bored Pile**





## >>> HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam penelitian ini, tanah yang digunakan adalah tanah pasir. Yang mempunyai butiran besar dan kasar. Data tentang tanah sendiri diperoleh dari PT. Mitra Cipta Engineering. Berikut adalah tabel daya tanah hasil Uji SPT (Standard Penetration Test).

Data Tanah SPT		
Depth (m)	Soil Description	N SPT Value
0	Sand, Brown	-
5	Gravel and Sand, Grey	50
10	Silt and Sand, Brown	50
15	Sand, Greyish Brown	50
20	Sand and Silt, Brown	50

(Sumber : PT. Mitra Cipta Engineering)

Diperoleh parameter tanah yang didapatkan dari hasil pengkorelasian, sebagai berikut:

$$\phi$$

$$= 41$$

$$\gamma$$

$$= 10$$

$$\gamma_{\text{sat}}$$

$$= 17,3$$



# >>> HASIL DAN PEMBAHASAN

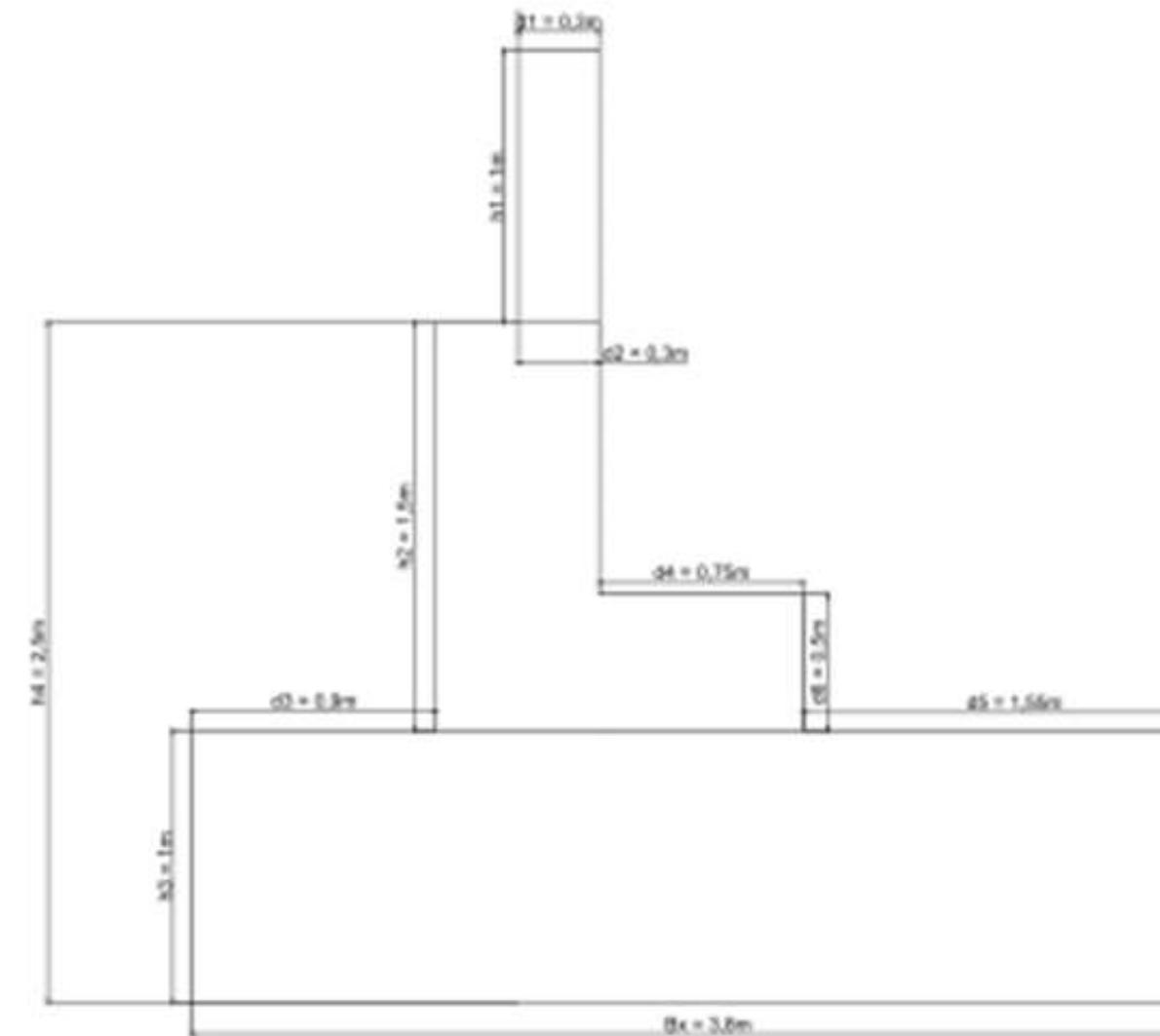
**Data Jembatan :**

Panjang bentang jembatan	= 24,6 m
Lebar total jembatan	= 9 m
Lebar jalur lalu lintas	= 7 m
Lebar trotoar	= 0,60 m
Tebal aspal + overlay	= 0,10 m
Tebal genangan air hujan	= 0,05 m

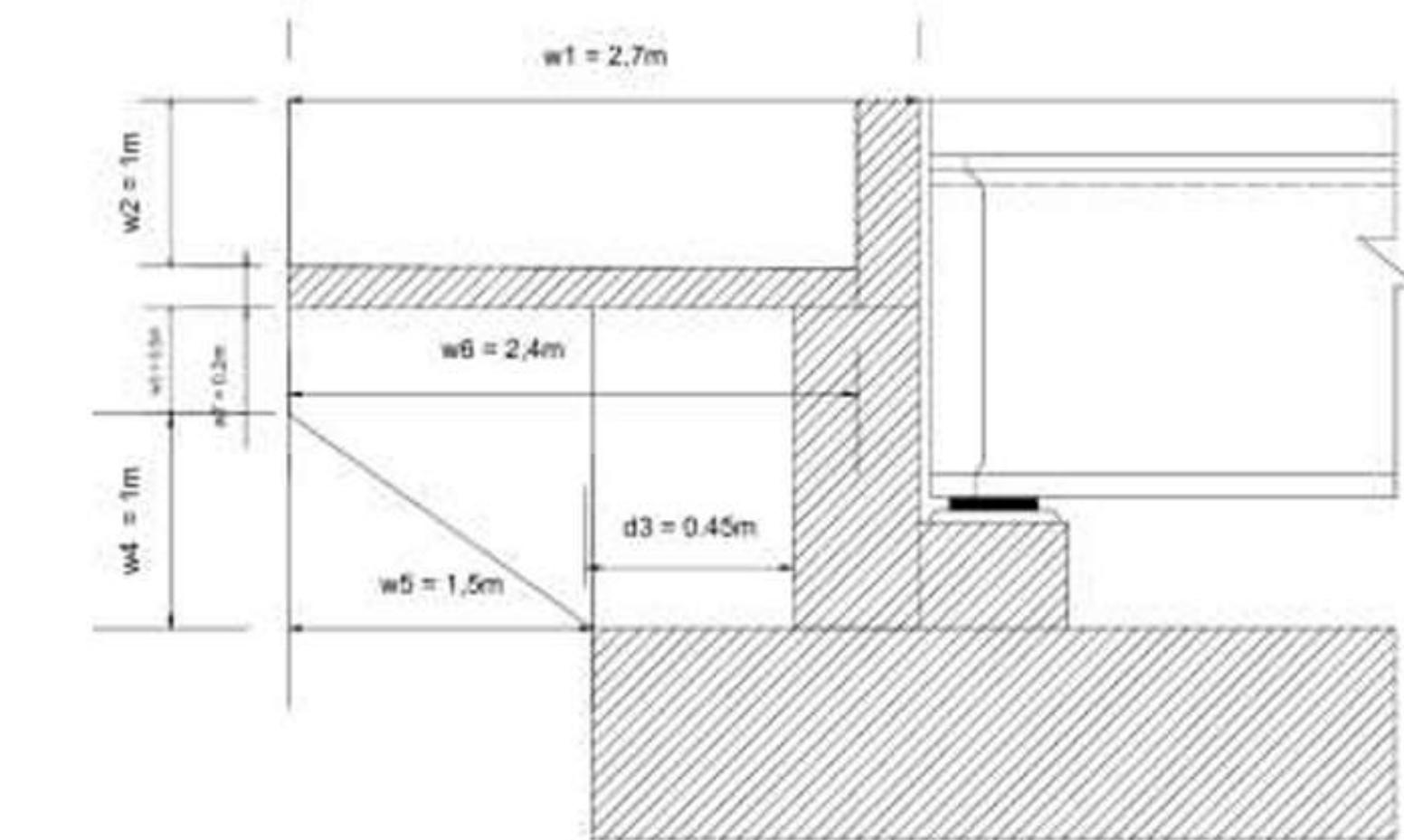


# >>> HASIL DAN PEMBAHASAN

## Data Abutment:



Gambar 4. 1 Dimensi Abutment  
(Sumber : Autocad 2021 )



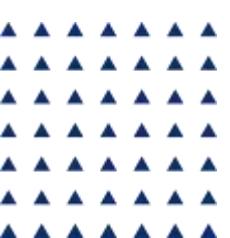
Gambar 4. 2 Dimensi Potongan Abutment  
(Sumber : Autocad, 2021)



# >>> HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam Analisa Beban Girder Didapatkan  
Perhitungan :

1. Berat Sendiri
  - Berat Sendiri Struktur Atas
  - Berat Sendiri Struktur Bawah
2. Beban Mati Tambahan
3. Tekanan Tanah
4. Beban Lajur "D" (TD)
5. Beban Pedestrian/Pejalan Kaki (TP)
6. Gaya Rem
7. Pengaruh Temperatur
8. Beban Angin
  - Tekanan Angin Horizontal
  - Angin yang meniup bidang samping jembatan
  - Beban Angin dari struktur atas
  - Gaya Angin yang langsung bekerja pada struktur bawah
  - Gaya Angin pada kendaraan (EWI)
  - Tekanan Angin Vertikal
9. Beban Gempa
  - Beban Gempa arah Memanjang Jembatan (ARAH-X)
  - Beban Gempa arah Melintang Jembatan (ARAH-Y)
  - Distribusi beban gempa pada Abutment
  - Tekanan Tanah Dinamis akibat Gempa
10. Gesekan pada perletakan





# >>> HASIL DAN PEMBAHASAN

## Kombinasi beban Kerja

**Tabel 4. 17 Rekap Kombinasi Beban Untuk Perencanaan Tegangan Kerja**

Tabel 4. 17 Rekap Kombinasi Beban Untuk Perencanaan Tegangan Kerja

No	Kombinasi	Tegangan berlebihan	P (kN)	Tx (kN)	Ty (kN)	Mx (kN-m)	My (kN-m)
1	Kombinasi-1	0%	4491,35	547,56	0,00	1336,14	0,00
2	Kombinasi-2	25%	4491,37	308,16	1959,39	665,76	4800,30
3	Kombinasi-3	40%	4491,37	672,56	1959,39	1773,64	4800,30
4	Kombinasi-4	40%	4491,37	689,86	1959,39	1540,35	4800,30
5	Kombinasi-5	50%	3378,06	1400,72	313,75	4122,12	1114,54

(Sumber : Hasil Perhitungan, 2025)



# >>> HASIL DAN PEMBAHASAN

## Analisis Daya Dukung (Daya Dukung Aksial)

$$\begin{aligned} Q_s &= \pi \times D_s \times (1 - \sin\varphi) \times \sigma \times \tan\delta \times dz \\ &= 162,99 \text{ kN} \end{aligned}$$

### Keterangan:

- $Q_s$  : Gesekan Kulit  
 $\pi$  : Konstanta Phi (3,14)  
 $D_s$  : Diameter Tiang  
 $\Phi$  : Sudut Gesekan Internal  
 $\sigma$  : Tegangan Beban Atas Efektif  
 $\delta$  : Tangens Sudut Gesekan Antarmuka  
 $Dz$  : Ketebalan yang dihitung dari elemen lapisan tanah,

$$\begin{aligned} Q_p &= A_p \times [q' \times (N_q - 1) \times F_{qs} \times F_{qd} \times F_{qc}] \\ &= 808347,700 \text{ kN} \end{aligned}$$

### Keterangan:

- $Q_p$  : Perlawanan Bantalan Akhir  
 $A_p$  : Luas Dasar  
 $q'$  : Tekanan Beban Atas Efektif  
 $N_q$  : Faktor Kapasitas Bantalan  
 $F_{qs}$  : Faktor Bentuk  
 $F_{qd}$  : Faktor Kedalaman  
 $F_{qc}$  : Faktor Kemiringan Beban,

$$\begin{aligned} Q_{all(\text{net})} &= \frac{Q_p(\text{net}) + Q_s}{F_S} \\ &= 323404,277 \text{ kN} \end{aligned}$$

### Keterangan:

- $Q_p(\text{net})$  : Perlawanan Bantalan Ujung Bersih  
 $Q_s$  : Perlawanan Gesekan Permukaan  
 $F_S$  : Faktor Keamanan (2,5)



FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH JEMBER



# >>> HASIL DAN PEMBAHASAN

## Analisis Daya Dukung (Daya Dukung Lateral)

$$Q_C = 1,57 \cdot D_s^2 \times (E_p \times R_1) \left( \frac{\gamma \times D_s \times \phi' \times K_p}{E_p \times R_1} \right)^{0,57}$$
$$= 15013,66 \text{ kPA}$$

**Keterangan :**

**Qc : Kapasitas Beban Lateral Maksimum**

**Ds : Diameter Tiang**

**Ep : Modulus Elastisitas Bahan Tiang**

**R1 : Rasio Kaku Relatif**

**g : Berat Jenis Tanah**

**$\Phi'$  : Sudut Gesekan Internal Efektif**

**Kp : Koefisien Tekanan Tanah Pasif**



# HASIL DAN PEMBAHASAN

## Kontrol terhadap Beban Abutment (Kontrol Terhadap Beban Aksial)

Tabel 4. 18 Kontrol Beban Aksial

Kombinasi	Q	My	Mx	n1	$\Sigma x^2$	$\Sigma y^2$	x	y
Kombinasi-								
1	4491,35	0,00	1336,14	8	8	62,5	1	3,75
Kombinasi-								
2	4491,37	4800,30	665,76	8	8	62,5	1	3,75
Kombinasi-								
3	4491,37	4800,30	1773,64	8	8	62,5	1	3,75
Kombinasi-								
4	4491,37	4800,30	1540,35	8	8	62,5	1	3,75
Kombinasi-								
5	3378,06	1114,54	4122,12	8	8	62,5	1	3,75

	My	Mx	Po1		P izin	Cek
Q/n1	x/ $\Sigma x^2$	y/ $\Sigma y^2$				
561,4188	0	80,16832	641,5871	<	10465,26	<b>AMAN</b>
561,4211	600,0371	39,9457	1201,404	<	10465,26	<b>AMAN</b>
561,4211	600,0371	106,4183	1267,877	<	10465,26	<b>AMAN</b>
561,4211	600,0371	92,42074	1253,879	<	10465,26	<b>AMAN</b>
422,2578	139,3181	247,3271	808,903	<	10465,26	<b>AMAN</b>

(Sumber : Hasil Perhitungan, 2025)

### Keterangan :

Q : Gaya aksial (kN)

My : Momen terhadap sumbu Y (kN-m)

Mx : Momen terhadap sumbu X (kN-m)

n1 : Jumlah titik kontrol / elemen pembagi

$\Sigma x^2$  : Jumlah kuadrat jarak arah X

$\Sigma y^2$  : Jumlah kuadrat jarak arah Y

x : Koordinat atau jarak pusat terhadap sumbu x (m)

y : Koordinat atau jarak pusat terhadap sumbu y (m)

P<sub>ol</sub> : Tekanan maksimum yang terjadi (kN)

P<sub>izin</sub> : Tekanan tanah izin (kN/m<sup>2</sup>)



# >>> HASIL DAN PEMBAHASAN

## Kontrol Terhadap Ketahanan Lateral

Tabel 4. 19 Kontrol Beban Lateral

Kombinasi	Ty	Tx		H ijin	Check	
Kombinasi-						
1	0,00	547,56	<	Qc*n	=	120.109 AMAN
Kombinasi-						
2	1959,39	308,16	<	Qc*n	=	120.109 AMAN
Kombinasi-						
3	1959,39	672,56	<	Qc*n	=	120.109 AMAN
Kombinasi-						
4	1959,39	689,86	<	Qc*n	=	120.109 AMAN
Kombinasi-						
5	313,75	313,75	<	Qc*n	=	120.109 AMAN

(Sumber : Hasil Perhitungan, 2025)

### Keterangan :

**Ty: Gaya lateral arah y (kN)**

**Tx : Gaya lateral arah X (kN)**

**Qc x n : Kapasitas lateral izin total (kN)**

**H ijin: Gaya horizontal izin (kN)**

## Kontrol Terhadap Penurunan (Settlement) Untuk menkontrol terhadap penurunan sebagai berikut :

$$q = Qg / (L_g \times B_g)$$

$$Qg = \text{Kombinasi } 50\%$$

$$= 3378,063$$

$$L_g = 10,4 \text{ m}$$

$$B_g = 5,4 \text{ m}$$

$$I = 1 - L/8 \times B_g \geq 0,5$$

$$= 0,769$$

$$q = Qg / (L_g \times B_g)$$

$$= 60,151 \text{ kN/m}^2$$



# >>> HASIL DAN PEMBAHASAN

Lalu untuk tumpukan kelompok di pasir dan kerikil, untuk penurunan elastis, mayerhoff 1976 menyarankan hubungan empiris/ rumus sebagai berikut:

$$S_{g(e)} (\text{mm}) = \frac{0,96 \times q \sqrt{Bg I}}{N60}$$

$$q = 60,151 \text{ kN/m}^2$$

$$Bg = 5,4 \text{ m}$$

$$I = 0,769$$

$$N60 = 35,09$$

$$S_{g(e)} = 2,939 \text{ mm}$$

$$S_{\max} < S_{ijin}$$

$$S_{\max} = 2,939 \text{ mm}$$

$$S_{ijin} = 15 \text{ mm}$$

$$S_{\max} < S_{ijin} = 2,939 < 15 \text{ maka Pondasi AMAN terhadap penurunan (settlement).}$$

## Keterangan :

**q: Tekanan tanah (kN/m<sup>2</sup>)**

**Qg : Beban vertikal total dari kombinasi 50% (kN)**

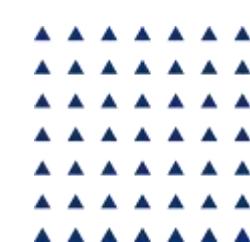
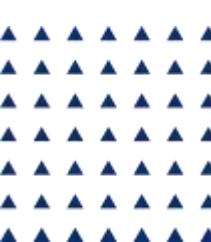
**Lg : Panjang kelompok tiang (m)**

**Bg : Lebar kelompok tiang (m)**

**I : Faktor Pengaruh**

**Sg(e) : Penurunan elastis kelompok tiang (mm)**

**Sijin : penurunan yang masih diizinkan menurut standar atau kriteria perencanaan (berdasarkan metode bowless/mayerhoff) Untuk Sijin Bangunan tinggi/jembatan/abutment yaitu 15 mm**



# >>> HASIL DAN PEMBAHASAN

## Kontrol Overall Stability

Momen geser Ma = 4244,61 kNm/m

Momen ketahanan Mp = 182619,65 kNm/m

Safety Factor Sf = 45,03 > 2,5

Untuk mencari nilai aman pada overall stability menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\frac{Mp}{Ma} > 2,5$$

Tabel 4. 20 Kontrol *Overall Stability* pada kedalaman 10 meter

No	Kombinasi	Ma	Mp	SF	Keterangan
1	Kombinasi 1	4516,51	184775,59	40,91	OK
2	Kombinasi 2	4742,79	194636,33	41,04	OK
3	Kombinasi 3	4602,73	188572,12	40,97	OK
4	Kombinasi 4	4661,23	190961,35	40,97	OK
5	Kombinasi 5	4222,05	190139,54	45,03	OK

(Sumber : Hasil Perhitungan GEO 5. 2025)



# >>> KESIMPULAN

**Berdasarkan hasil analisis dan perhitungan perencanaan struktur abutment menggunakan pondasi borepile pada Jembatan Besuk, Kecamatan Klabang, Kabupaten Bondowoso, dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:**

- 1. Daya Dukung Aksial Pondasi Bored Pile** Hasil perhitungan menunjukkan bahwa daya dukung tiang aksial tunggal dengan metode Reese & Wright menghasilkan nilai antara 268,090 ton hingga 470,697 ton. Kapasitas total pondasi yang dibutuhkan untuk menahan beban vertikal sebesar 49.881,266 kN , dengan jumlah tiang optimal sebanyak 10 buah pada metode Reese & Wright dan 12 buah pada metode Meyerhof. Nilai faktor keamanan terhadap beban aksial diperoleh sebesar 4,39 (manual) dan 4,05 (Geo5), sehingga pondasi dinyatakan aman terhadap beban vertikal yang bekerja.
- 2. Daya Dukung Lateral Pondasi Bored Pile** Berdasarkan hasil perhitungan, kapasitas dukung tiang lateral berkisar antara 3.024 ton hingga 20.580 ton. Nilai tersebut menunjukkan bahwa pondasi memiliki kemampuan menahan gaya horizontal akibat beban rem, gempa, serta tekanan tanah aktif. Hasil kontrol terhadap beban lateral juga menunjukkan kondisi aman, di mana beban kerja maksimum masih di bawah kapasitas ijin yang dihitung.
- 3. Analisis stabilitas keseluruhan** menghasilkan faktor keamanan (SF) sebesar  $45,03 > 2,5$  untuk kombinasi yang menunjukkan bahwa sistem pondasi dan abutment berada dalam kondisi sangat stabil terhadap potensi kelongsoran global maupun rotasi. Dengan demikian, struktur pondasi boredpile Jembatan Besuk secara keseluruhan dinyatakan stabil dan aman terhadap seluruh beban kerja yang direncanakan.



# >>> SARAN

- 1. Untuk Perencanaan Teknis Selanjutnya disarankan agar dilakukan analisis lanjutan menggunakan model 3D (misalnya Plaxis 3D atau SAP2000) untuk memperoleh hasil yang lebih representatif terhadap perilaku struktur abutment dan pondasi dalam kondisi pembebanan kompleks.**
- 2. Analisis Penurunan (Settlement) Meskipun hasil perhitungan menunjukkan nilai penurunan sebesar 0,79 cm dalam 98 tahun yang masih aman, disarankan untuk melakukan pemantauan dalam jangka panjang setelah konstruksi selesai sebagai upaya verifikasi terhadap hasil analisis teoritis.**
- 3. Untuk Penelitian Selanjutnya Disarankan untuk menambahkan analisis interaksi tanah-struktur (soil-structure interaction) serta pengujian lapangan seperti PDA Test atau Pile Loading Test, guna memperoleh hasil yang lebih realistik terhadap kondisi aktual tanah dan perilaku pondasi borepile.**



FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH JEMBER

TERIMA  
KASIH