

**KAJIAN LAYAN KEKUATAN ABUTMENT DENGAN BIDANG  
KONTAK TANAH MIRING HORIZONTAL  
(STUDI KASUS JEMBATAN STA 7+924 JALAN TOL PASURUAN-PROBOLINGGO SEKSI I)**

Ahmad Maulana Anwar

Dosen Pembimbing:

Arief Alihudin, ST., MT. ; Adhitiya Surya Manggala, ST., MT.

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember

Jl. Karimata 49, Jember 68121, Indonesia

Email : ahmadmaulana12ipa5@gmail.com

**RINGKASAN**

Suatu konstruksi Jembatan, salah satu unsur penting adalah terletak pada abutment atau kepala jembatan dan kekuatan tanah atau pondasi. Kekuatan abutment jembatan, terletak pada kemampuan memikul beban yang ada pada bagian atas jembatan sedangkan tanah atau pondasi, terletak pada kemampuan daya dukung tanah dan ukuran atau tipe jenis pondasi yang digunakan. Dari analisa perhitungan perencanaan abutment dan analisa pondasi abutment, abutment jembatan sta 7+924 jalan tol Pasuruan-Probolinggo aman terhadap stabilitas guling dan geser. Tekanan tanah aktif diakibatkan karena adanya longsoran, longsoran cenderung mengarah ke arah bidang yang lebih muda longsor yaitu tegak lurus mengikuti bentuk bidang kontak.

**Kata kunci** : Abutment, Stabilitas, Daya Dukung, Tekanan Tanah Aktif, Longsoran

**ABSTRACT**

*A bridge construction, one of the important elements is located in the abutment or bridge head and the strength of the soil or foundation. The strength of the bridge abutment lies in the ability to carry the burden on the upper part of the bridge while the ground or foundation lies in the ability of the carrying capacity of the soil and the type or type of foundation used. 924 Pasuruan-Probolinggo toll road is safe against rolling and sliding stability. Active soil pressure is caused due to landslides, avalanches tend to lead towards younger landslides, namely perpendicular to the shape of the contact area.*

**Key Word** : Abutment, Stability, Carrying Capacity, Active Soil Pressure, Avalanches

## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Indonesia adalah salah satu negara berkembang yang sedang giat melaksanakan pembangunan di segala bidang. Jalan sebagai salah satu prasarana transportasi, mempunyai peranan yang penting di dalam kelancaran transportasi untuk pemenuhan hidup. Sehingga jalan yang lancar, aman dan nyaman telah menjadi kebutuhan hidup utama.

Jembatan adalah suatu konstruksi yang berfungsi untuk melewati lalu lintas yang terputus pada kedua ujungnya akibat adanya hambatan berupa : sungai/ lintasan air, lembah, jalan / jalan kereta api yang menyilang dibawahnya. Struktur bawah jembatan adalah pondasi. Suatu sistem pondasi harus dihitung untuk menjamin keamanan, kestabilan bangunan diatasnya, tidak boleh terjadi penurunan sebagian atau seluruhnya melebihi batas-batas yang diinginkan (Demetrios E. Trionas, P.E, 2002).

Secara garis besar konstruksi jembatan terdiri dari dua komponen utama yaitu bangunan atas (*super structure/upper structure*) dan bangunan bawah (*sub structure*). Bangunan atas merupakan bagian jembatan yang menerima langsung beban dari orang dan kendaraan yang melewatinya. Bangunan atas terdiri dari komponen utama yaitu lantai jembatan, rangka utama, gelagar melintang, gelagar memanjang, diafragma, pertambahan dan perletakan/andas. Selain itu juga terdapat komponen penunjang pada bangunan atas yaitu trotoir, perlengkapan sambungan, *ralling*, pagar jembatan, drainase, penerangan dan parapet. Bangunan bawah merupakan bagian jembatan yang menerima beban dari bangunan atas ditambah tekanan tanah dan gaya tumbukan dari perlintasan di bawah jembatan. Bangunan bawah meliputi pilar

jembatan (*pier*), pangkal jembatan (*abutment*) dan pondasi.

Abutment atau kepala jembatan merupakan bagian bawah bangunan jembatan. Abutment mempunyai fungsi untuk memikul semua beban yang bekerja pada bangunan atas jembatan, serta berfungsi untuk meneruskan beban yang dipikul bangunan atas ke lapisan tanah dasar dengan aman sekaligus sebagai bangunan penahan tanah serta menerima tekanan dan diteruskan ke pondasi.

Pembangunan jalan tol yang menjadi objek penelitian penulis khususnya Pembangunan Jalan Tol Pasuruan – Probolinggo Seksi 1, yang merupakan kelanjutan dari praktek kerja lapangan penulis. Dalam proyek pembangunan jalan tol Pasuruan – Probolinggo seksi 1 terjadi beberapa masalah salah satunya adalah desain muka abutment jembatan yang miring horizontal, hampir semua desain abutment jembatan pada proyek jalan tol Pasuruan- Probolinggo miring horizontal.

Mengingat belum adanya teori yang menguatkan untuk mendesain muka abutment yang miring horizontal peneliti tertarik untuk mengevaluasi lebih jauh tentang “Kajian Layan Kekuatan Abutment dengan Bidang Kontak dengan Tanah Miring Horizontal”. (Studi Kasus Jembatan STA 7+924 Proyek Jalan Tol Pasuruan – Probolinggo Seksi 1).

### 1.2 Rumusan Masalah

Dari uraian diatas, masalah yang akan dibahas dalam Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimanastabilitas abutment yang bidang kontaknya miring horizontal terhadap timbunan tanah dibelakang abutment ?
2. Bagaimana daya dukung pondasi terhadap beban yang di akibatkan oleh abutment ?

### 1.3 Tujuan Penelitian

1. Menganalisa stabilitas abutment yang bidang kontakannya miring horizontal terhadap timbunan tanah dibelakang abutment.
2. Menganalisa daya dukung pondasi terhadap beban yang diakibatkan oleh abutment.

#### 1.4 Batasan Masalah

Beberapa batasan masalah yang didefinisikan dalam pembuatan Tugas Akhir antara lain:

1. Tidak membahas perhitungan *superstructure* jembatan.
2. Tidak membahas metode pelaksanaan dan anggaran biaya pelaksanaan.
3. Tidak membahas perhitungan geometri jalan dan perkerasan baik pada jembatan maupun pada daerah setelah jembatan.
4. Tidak merencanakan drainase jalan.
5. Tidak membandingkan alternatif lain diluar alternatif dalam tugas akhir ini.
6. Beban perkerasan jalan dan beban kendaraan diatas timbunan dianggap sebagai beban terbagi merata

#### 1.5 Manfaat

Hasil perhitungan kemampuan layan abutment dan tembok penahan tanah ini akan menjadi evaluasi dalam mendesain jembatan dengan abutment yang miring horizontal dan juga dapat di jadikan referensi dalam pembangunan jembatan khususnya jembatan STA 7+924 proyek tol Pasuruan-Probolinggo.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### Definisi Jembatan

Jembatan adalah suatu konstruksi yang berfungsi untuk melewati lalu lintas yang terputus pada kedua ujungnya akibat adanya hambatan berupa : sungai/ lintasan air,lembah, jalan / jalan kereta api yang menyilang dibawahnya. Struktur bawah

jembatan adalah pondasi. Suatu sistem pondasi harus dihitung untuk menjamin keamanan,kestabilan bangunan diatasnya, tidak boleh terjadi penurunan sebagian atau seluruhnya melebihi batas-batas yang diinginkan (Demetrios E.Trionas,P.E ,2002).

Secara garis besar konstruksi jembatan terdiri dari dua komponen utama yaitu bangunan atas (*super structure/upper structure*) dan bangunan bawah (*sub structure*). Bangunan atas merupakan bagian jembatan yang menerima langsung beban dari orang dan kendaraan yang melewatinya. Bangunan atas terdiri dari komponen utama yaitu lantai jembatan, rangka utama, gelagar melintang, gelagar memanjang,diafragma, pertambahan dan perletakan/andas. Selain itu juga terdapat kompenen penunjang pada bangunan atas yaitu trotoir, perlengkapan sambungan, *ralling*, pagar jembatan, drainase, penerangan dan parapet. Bangunan bawah merupakan bagian jembatan yang menerima beban dari bangunan atas ditambah tekanan tanah dan gaya tumbukan dari perlintasan di bawah jembatan. Bangunan bawah meliputi pilar jembatan (*pier*), pangkal jembatan (*abutment*) dan pondasi.

Dalam merencanakan suatu jembatan,perlu diperhatikan hal – hal sebagai berikut :

1. Pemilihan lokasi / alinyemen  
Pada umumnya lokasi jembatan direncanakan dengan mengikuti rencana alinyemen dari jalan raya yang telah ditentukan terlebih dahulu,akan tetapi dalam kondisi khusus dimana kemungkinan – kemungkinan untuk membangun jembatan yang telah ditentukan tersebut tidak memungkinkan (karena kondisi tanah atau kondisi aliran sungai) maka dimungkinkan alinyemen jalan sedikit dikorbankan.

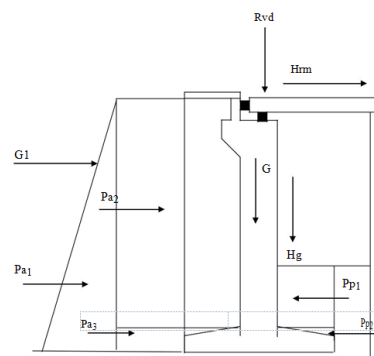
2. Penentuan kondisi eksternal (geometri jembatan, lebar, panjang dan tinggi) Pada pemilihan panjang bentang, posisi *abutmen, pier* dan arah jembatan harus mempertimbangkan unsur-unsur yang paling dominan, yaitu:
  - Topografi daerah setempat
  - Kondisi tanah dasar
  - Kondisi aliran sungai
3. Stabilitas Kontruksi  
 Stabilitas jembatan tentu saja menjadi tujuan utama dari perencanaan jembatan, dengan selalu terikat pada prinsip bahwa konstruksi harus memenuhi kriteria : kuat, kokoh dan stabil. Dalam perencanaan dimungkinkan dilakukan kajian alternatif, sehingga dipilih alternatif yang paling baik.
4. Ekonomis  
 Pertimbangan kosntruksi juga harus memperhitungkan faktor ekonomis, dengan biaya seekonomis mungkin dapat dihasilkan jembatan yang kuat dan aman.
5. Pertimbangan Pelaksanaan  
 Metode pelaksanaan harus mempertimbangan kondisi lalu lintas yang ada agar tetap berjalan dengan lancar dan aman.
6. Pertimbangan Pelaksanaan  
 Pertimbangan aspek pemeliharaan dalam perencanaan jembatan akan tetap mendapatkan perhatian perencana dalam bahan konstruksi dan tipe konstruksinya. Misalnya, faktor pengaruh air, garam zat korosif dan sebagainya.
7. Keamanan dan kenyamanan  
 Aspek keamanan merupakan faktor utama dalam perencanaan jembatan, misalnya dalam pemasangan *railing*, tinggi trotoar dan lain – lain. Aspek kenyamanan terletak pada alinyemen disekitar jembatan (terutama bila di ditikungan) yang perlu dibuat dengan ari – jari yang cukup besar dan perbedaan kelandaian yang kecil.
8. Estetika

Bentuk penampilan yang sesuai dengan lingkungan sekitarnya perlu dipertimbangkan dalam pemilihan setiap elemen konstruksi jembatan.

### Kriteria Perencanaan Abutment

Pada perencanaan abutment jembatan ini akan diperhitungkan banyak gaya dan beban yang bekerja pada abutment tersebut.

Gaya-gaya tersebut dapat digambarkan sebagai berikut :



Gambar 2.1. Gaya yang bekerja pada abutment

Keterangan :

Pa1 , Pa2 , Pa3: Gaya tekanan aktif tanah pada belakang abutment

Pp1 , Pp2: Gaya tekan pasif tanah pada depan abutment

G: Berat sendiri abutment

G1: Gaya gempa akibat bangunan atas

Hg: Gaya gesek akibat tumpuan bergerak

Hrm: Gaya akibat rem

Rvd: Gaya tekan akibat beban dari atas

### Gaya-gaya yang bekerja pada abutment

- Gaya akibat beban mati
- Gaya Horisontal akibat gesekan tumpuan bergerak (Hg)

Koefisien gesekan = 0,25  
 (PPPJJR / 1987 pasal 2.6.2)  
 H gesekan = koefisien gesekan  
 R<sub>vd</sub>

$$R_{vd} = \frac{P_{total}}{2} = \dots t \dots \dots \dots (2.1)$$

- Gaya akibat beban hidup

$$R_{qL} = \frac{q}{2,75} \times l = \dots ton \dots \dots \dots (2.2)$$

$$R_{pL} = \frac{P}{2,75} \times k \times l = \dots ton \dots \dots \dots (2.3)$$

$$\text{Koefisien kejut} = 1 + \frac{20}{50 + L} = \dots ton \dots \dots \dots (2.4)$$

Diperhitungkan 5% dari beban D tanpa koefisien kejut dengan titik tangkap 1,8m diatas permukaan lantai kendaraan (PPPJJR / 1987 hal 15 ).

- Gaya gempa akibat bangunan atas

$$\text{traksi } R_{rt} = \frac{5\% \times (R_{PL} + R_{qL})}{2} = \dots ton \dots \dots \dots (2.5)$$

- Gaya horisontal tanah

$$K_a = \tan^2(45^\circ - \frac{\Phi}{2}) \dots \dots \dots (2.7)$$

$$K_p = \tan^2(45^\circ + \frac{\Phi}{2}) \dots \dots \dots (2.8)$$

### Hitungan daya dukung tanah dasar pondasi

Daya dukung tanah dasar pondasi berdasarkan rumus Tarzhagi untuk pondasi

$$Q_{ult} = C \cdot N_c + D \cdot \gamma_1 \cdot N_q + 0,5 \cdot B \cdot \gamma_2 \cdot N_\gamma \dots \dots \dots (2.13)$$

$$Q_{all} = \frac{Q_{ult}}{SF} \dots \dots \dots (2.14)$$

- Syarat aman terhadap geser

$$SF = \frac{\sum V \cdot \tan \frac{2}{3} \Phi + c \cdot B}{\sum H} \dots \dots \dots (2.15)$$

- Syarat aman terhadap guling

$$SF = \frac{\sum M_x}{\sum M_y} \dots \dots \dots (2.16)$$

- Syarat aman terhadap eksentrisitas

$$e = \frac{B}{2} - \frac{\sum M_x - \sum M_y}{\sum V} < \frac{B}{6} \dots \dots \dots (2.17)$$

- Kontrol terhadap tegangan

$$\sigma = \frac{\sum V}{B \cdot L} \left( 1 \pm \frac{6 \cdot e}{B} \right) \dots \dots \dots (2.18)$$

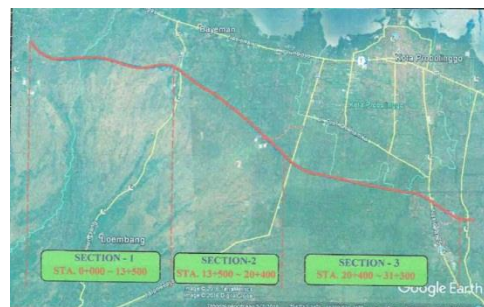
$$\sigma_{maks} = Q_{all} \quad (\text{OK})$$

$$\sigma_{min} \leq Q_{all} \quad (\text{OK})$$

## III. METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1 Lokasi Proyek

Secara administratif lokasi proyek jalan tol Pasuruan-Probolinggo berada di dua Kabupaten di Provinsi Jawa Timur yaitu Kabupaten Pasuruan dan Kabupaten Probolinggo, utamanya jembatan STA 7+924 terletak di desa Sebalong, Kecamatan Grati, Kabupaten Pasuruan, Provinsi Jawa Timur. Secara geologis lokasi Proyek seperti yang dijelaskan pada Gambar 3.1 dan Gambar 3.2



Gambar 3.1 Peta lokasi proyek



Gambar 3.2 Gambar Abutment



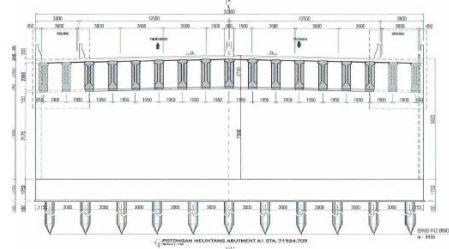
Gambar 3.3 Gambar Abutmen

## IV. ANALISA & PEMBAHASAN

### 4.1 Analisa Perhitungan Pembebanan dan Momen Pada Abutmen

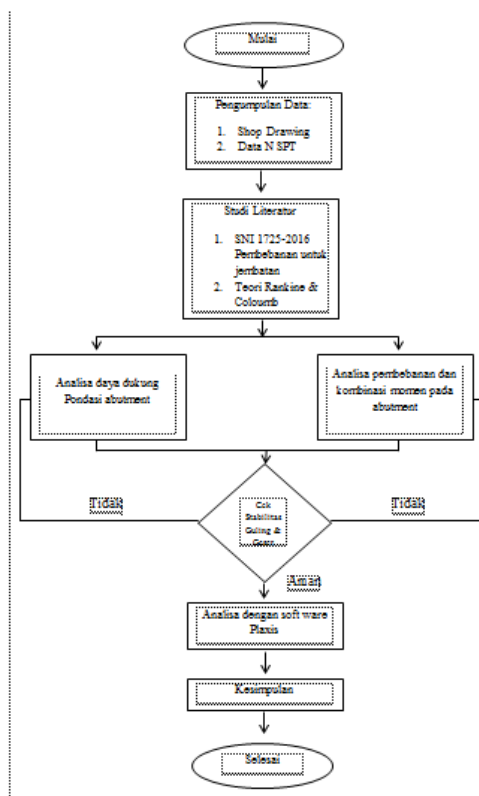


Gambar 3.3 Gambar Abutmen



Gambar 4.1 Potongan Abutment

### 3.2 Kerangka Pemikiran



#### 4.1.1 Data Struktur Atas

Uraian Dimensi :

- Tebal Slab Lantai = 0.25 m
  - Tebal aspal+overlay = 0.10 m
  - Tebal Genangan Hujan = 0.10 m
  - Jumlah Balok Utama = 17 buah
  - Jarak Antar Balok = 1.95 m
  - Lebar jalur lalu lintas = 15.55 m
  - Lebar Median = 0.80 m
  - Lebar total = 32.3 m
  - Panjang bentang = 50.80 m
  - Tinggi bidang samping = 2.50 m
- Bahan Struktur :
- Mutu Beton : K 300
  - Kuat Tekan : 24.9 Mpa

#### 4.1.2 Analisis Beban Kerja

Dari perhitungan analisis beban kerja pada abutment didapatkan rekap beban kerja sebagai berikut :

Tabel 4.9 Rekap beban kerja

No	Rekap Beban Kerja	Arah	Vertikal	Horizontal						Momen					
				X1 (kN)	X2 (kN)	X3 (kN)	X4 (kN)	X5 (kN)	X6 (kN)	Mx (kN-m)	My (kN-m)	Mz (kN-m)	Mt (kN-m)		
1	Aksi Berat		22094.46												
2	Beban hidup		0.00												
3	Beban mati tambahan		0.00												
4	Beban angin		0.00												
5	Beban gempa		0.00												
6	Beban lain		0.00												
7	Aksi tumpuan		0.00												
8	Beban angin		0.00												
9	Beban gempa		0.00												
10	Tak tanah dinamis		0.00												
11	Aksi Lantai		0.00												

#### 4.1.3 Kontrol Stabilitas Guling

##### 4.1.3.1 Stabilitas Guling Arah X

Pondasi tiang tidak diperhitungkan dalam analisis stabilitas terhadap guling, sehingga SF = 2.2

Letak titik guling A (ujung pondasi) terhadap pusat pondasi

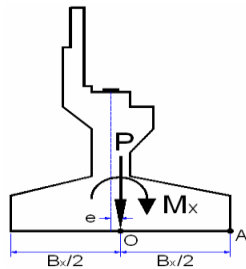
$$B_x/2 = 4.75 \text{ m}$$

k = persen kelebihan beban yang diijinkan (%)

Mx = momen penyebab guling arah X

Momen penahan guling :  $M_{px} = P \times (B_x/2) \times (1+k)$

Angka aman terhadap guling :  $SF = M_{px}/M_x$  harus  $\geq 2.2$



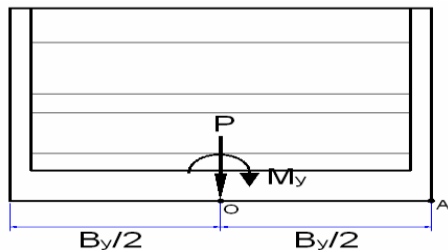
Tabel 4.16 Stabilitas Guling Arah X

No	KOMBINASI BEBAN	k	P (kN)	Mx (0°) (kN-m)	Mx (26°) (kN-m)	Mx (45°) (kN-m)	Mpx (kNm)	SF (0°)	SF (26°)	SF (45°)	Keterangan
1	KOMBINASI-1	0%	59498.04	109278.23	57566.12	46745.78	282615.71	2.59	4.91	6.05	>2.2 Aman
2	KOMBINASI-2	25%	59549.25	148535.28	108493.18	88100.41	353573.67	2.38	3.26	4.01	>2.2 Aman
3	KOMBINASI-3	40%	59549.25	112200.73	57566.12	46745.78	396002.51	3.53	6.88	8.47	>2.2 Aman
4	KOMBINASI-4	40%	59549.25	112949.64	57566.12	46745.78	396002.51	3.51	6.88	8.47	>2.2 Aman
5	KOMBINASI-5	50%	57487.77	149169.19	50827.07	41354.63	409600.35	2.75	8.04	9.90	>2.2 Aman

#### 4.1.3.2 Stabilitas Guling Arah Y

Letak titik guling A (ujung pondasi) terhadap pusat pondasi

$$B_y/2 = 16.2 \text{ m}$$

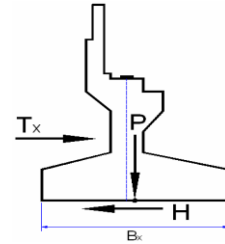


Tabel 4.17 Stabilitas Guling Arah Y

No	KOMBINASI BEBAN	k	P (kN)	My (0°) (kN-m)	My (26°) (kN-m)	My (45°) (kN-m)	Mpy (kNm)	SF (0°)	SF (26°)	SF (45°)	Keterangan
1	KOMBINASI-1	0%	59498.04	0.00	67856.27	75717.65	908893.40	0.00	0.00	0.00	
2	KOMBINASI-2	25%	59549.25	1145.76	127886.73	142702.85	1202150.48	1049.21	9.40	8.42	>2.2 Aman
3	KOMBINASI-3	40%	59549.25	1145.76	67856.27	75717.65	1346408.53	1175.12	19.84	17.78	>2.2 Aman
4	KOMBINASI-4	40%	59549.25	1145.76	67856.27	75717.65	1346408.53	1175.12	19.84	17.78	>2.2 Aman
5	KOMBINASI-5	50%	57487.77	54862.19	60030.46	75717.65	1392641.19	25.38	23.20	18.39	>2.2 Aman

#### 4.1.4 Kontrol Stabilitas Guling

##### 4.1.4.1 Stabilitas Geser Arah X



Parameter pile cap :

Sudut gesek dalam  $\phi = 28^\circ$

Kohesi  $c = 15 \text{ kPa}$

Ukuran pile cap  $B_x = 9.5 \text{ m}$

$B_y = 32.3 \text{ m}$

k = persen kelebihan beban yang diijinkan (%)

$T_x =$  gaya penyebab geser

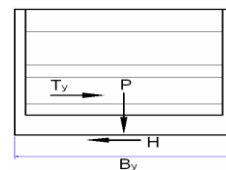
Gaya penahan geser :

$$H = (c * B_x * B_y + P * \tan \phi) * (1+k) \text{ harus } > 1.1$$

Tabel 4.18 Stabilitas Geser Arah X

No	KOMBINASI BEBAN	k	Tx (0°) (kN)	Tx (26°) (kN)	Tx (45°) (kN)	P (kN)	H (kN)	SF (0°)	SF (26°)	SF (45°)	Keterangan
1	KOMBINASI-1	0%	26402.97	14116.10	11462.78	59498.04	36242.18	1.37	2.57	3.16	>1.2 Aman
2	KOMBINASI-2	25%	32171.75	20650.79	16769.19	59549.25	44186.08	1.37	2.14	2.63	>1.2 Aman
3	KOMBINASI-3	40%	26652.97	14116.10	11462.78	59549.25	48936.08	1.84	3.47	4.27	>1.2 Aman
4	KOMBINASI-4	40%	26733.93	14116.10	11462.78	59549.25	48936.08	1.83	3.47	4.27	>1.2 Aman
5	KOMBINASI-5	50%	22252.67	6534.70	5306.41	57487.77	50458.39	2.27	7.72	9.51	>1.2 Aman

##### 4.1.4.1 Stabilitas Geser Arah X



Parameter tanah dasar pile cap :

Sudut gesek dalam  $\phi = 28^\circ$

Kohesi  $c = 15 \text{ kPa}$

Ukuran pile cap  $B_x = 9.5 \text{ m}$

$B_y = 32.3 \text{ m}$

k = persen kelebihan beban yang diijinkan (%)

Tx= gaya penyebab geser

Gaya penahan geser :

$$H=(c*Bx*By+P*\tan\phi)*(1+k) \text{ harus } > 1.1$$

Tabel 4.19 Stabilitas Geser Arah Y

No	KOMBINASI BEBAN	k	Ty (0°)	Ty (25°)	Ty (45°)	P	H	SF	SF	SF	Keterangan
			(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(°)	(°)	(°)	
1	KOMBINASI-1	0%	0.00	16639.40	18567.13	50468.04	36242.18	0.00	2.18	1.95	-1.2 Aman
2	KOMBINASI-2	25%	103.15	24342.20	27162.33	59549.25	44186.08	428.38	1.82	1.63	-1.2 Aman
3	KOMBINASI-3	40%	103.15	16639.40	18567.13	59549.25	48936.08	474.43	2.94	2.64	-1.2 Aman
4	KOMBINASI-4	40%	103.15	18567.13	18567.13	59549.25	48936.08	474.43	2.64	2.64	-1.2 Aman
5	KOMBINASI-5	50%	7203.84	8595.19	8595.19	157487.77	50468.39	7.00	5.87	5.87	-1.2 Aman

## 4.2 Analisis Pondasi Abutment

### 1. Data Material Pondasi

Bahan Material Pondasi :

Mutu beton K-400

Kuat tekan beton  $f_c=33.2$  Mpa

Mutu baja tulangan U- 39

Tegangan leleh bajafy= 390 MPa

Modulus elastisitas beton  
 $E_c= 27081.13735$  MPa

Berat beton bertulang  
 $w_c= 24.00$  kN/m<sup>3</sup>

Pondasi End Bearing Dan Friction :

Berat volume tanah  
 $w_s= 18$  kN/m<sup>3</sup>

Sudut gesek dalam  $\phi= 30$  °

Kohesi tanah,  $c= 30$  kPa

Dimensi Pile Cap :  
 Lebar arah x,  $B_x= 9.5$  m  
 Tebal,  $h_p= 1.75$  m

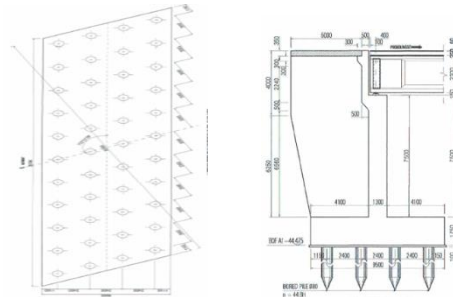
Lebar arah y,  $B_y= 32.3$  m  
 Tebal,  $h_t= 1.75$  m

Dimensi tiang Bore Pile :

Diameter luar  $D= 0.8$  m

Panjang,  $L= 18.0$  m

Jarak pusat tiang pancang terluar terhadap sisi luar Pile cap  $a=1.2$  m



Gambar 4.3. Denah Bore Pile & Detail Abutment

Data Susunan Bore Pile :

Jumlah baris tiang  $n_y = 11$

Jumlah tiang dalam satu baris  $n_x = 4$

Jarak antara tiang dalam arah X

$X=2.4$ m

Jarak antara tiang dalam arah Y

$Y=3.0$ m

### 4.2.1 Rekap Daya Dukung Aksial Tiang

Untuk daya dukung aksial tiang diambil berdasarkan kekuatan bahan yaitu 4782.17 kN.

Jumlah baris tiang,  $n_y = 11$

Jumlah tiang dalam satu baris,  $n_x = 4$

Jarak antara tiang,  $X(m) = 3.0$

$Y(m) = 2.4$

Jarak antara tiang terkecil,  $S = 3.0$

Jarak antar tiang  $S_b = 2.4$  m, harus < 4.251 ok!

Diameter Tiang,  $D = 0.8$  m

Efisiensi kelompok tiang (menurut BDM)

$Eff = 0.7248$

$P \text{ ijin} = 926.46$  kN

Diambil daya dukung aksial ijin tiang :

$P \text{ ijin} = 926.46$  kN



### 4.2.2 Daya Dukung Lateral Ijin Tiang

Kedalaman ujung tiang,

$$L_a = h_p = 1.75 \text{ m}$$

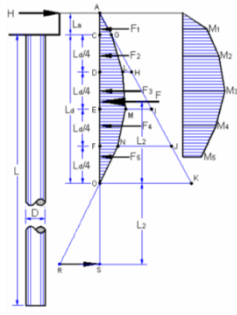
Sudut gesek,  $\phi = 30^\circ$

Panjang Tiang  $L = 18 \text{ m}$

Panjang jepitan tiang,  $L_d = 6\text{m}, B_y = 32.3, W_s = 18 \text{ kN/m}^3$

Koefisien tekanan tanah pasif,

$$K_p = \tan^2(45^\circ + \phi/2) = 3.001$$



Gambar 4.4 Diagram Tekanan Tanah Pasif

### 4.2.3 Kontrol Daya Dukung Ijin Tiang

- Daya Dukung Ijin Aksial

Tabel 4.27 Perhitungan daya dukung aksial terhadap beban arah X

No.	KOMBINASI	Persen	$P_{mak}$	$P_{mak}$	$P_{mak}$	Kontrol thd	$P_{ijin}$	Keter
	BEBAN KERJA	Pijin	kN (0°)	kN (26°)	kN (45°)	Daya dukung ijin	kN	
1	KOMBINASI-1	100%	2694.713	2059.429	1926.501	< 100%*Pijin=	4782.2	Aman
2	KOMBINASI-2	125%	3178.15	2686.532	2029.068	< 125%*Pijin=	5977.7	Aman
3	KOMBINASI-3	140%	2731.779	2060.592	1711.904	< 140%*Pijin=	6695.0	Aman
4	KOMBINASI-4	140%	2740.98	2060.592	1711.904	< 140%*Pijin=	6695.0	Aman
5	KOMBINASI-5	150%	3139.086	1932.180	1665.052	< 150%*Pijin=	7173.3	Aman

Tabel 4.28 Perhitungan daya dukung aksial terhadap beban arah Y

No.	KOMBINASI	Persen	$P_{mak}$	$P_{mak}$	$P_{mak}$	Kontrol thd	$P_{ijin}$	Keter
	BEBAN KERJA	Pijin	kN (0°)	kN (26°)	kN (45°)	Daya dukung ijin	kN	
1	DMBINASI-1	100%	1352.228	1673.517	1710.740	< 100%*Pijin=	4782.171	Aman
2	DMBINASI-2	125%	1358.817	1958.916	2029.068	< 125%*Pijin=	5977.714	Aman
3	DMBINASI-3	140%	1358.817	1674.681	1711.904	< 140%*Pijin=	6695.040	Aman
4	DMBINASI-4	140%	1358.817	1674.681	1711.904	< 140%*Pijin=	6695.040	Aman
5	DMBINASI-5	150%	1566.304	1590.775	1665.052	< 150%*Pijin=	7173.257	Aman

### 4.2.4 Daya Dukung Ijin Lateral

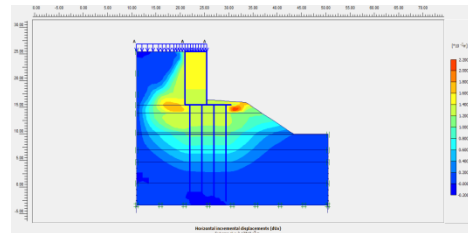
Dari perhitungan pondasi diatas didapat daya dukung lateral ijin pondasi bore pile

Tabel 4.29 Daya dukung ijin lateral

No.	KOMBINASI	Persen	$h_{mak}$	$h_{mak}$	$h_{mak}$	Kontrol thd	$h_{ijin}$	Keter
	BEBAN KERJA	Pijin	(0°)	(26°)	(45°)	Daya dukung ijin		
1	KOMBINASI-1	100%	600.067	320.820	260.518	< 100%* $h_{ijin}$ =	640.415	Aman
2	KOMBINASI-2	125%	731.176	460.336	381.118	< 125%* $h_{ijin}$ =	800.510	Aman
3	KOMBINASI-3	140%	605.749	320.820	260.518	< 140%* $h_{ijin}$ =	896.581	Aman
4	KOMBINASI-4	140%	607.589	320.820	260.518	< 140%* $h_{ijin}$ =	896.581	Aman
5	KOMBINASI-5	150%	505.743	148.516	120.600	< 150%* $h_{ijin}$ =	960.623	Aman

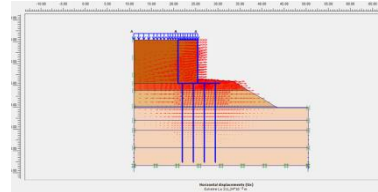
### 4.3 Analisis Soft Ware Plaxis

Setelah melakukan serangkaian perhitungan analisa pembebanan & momen pada abutment dan analisa daya dukung pondasi, untuk membuktikan arah tekanan tanah timbunan dibelakang abutment menggunakan soft ware plaxis 3d. Dan berikut hasil perpindahan tanah yang diakibatkan beban yang dipikul abutment



Gambar 4.7 Total Displacement – Shadings (Perpindahan Total)

Untuk arah tekanan tanah, Tekanan tanah aktif diakibatkan karena adanya longsor, longsor cenderung mengarah ke arah bidang yang lebih muda longsor yaitu tegak lurus mengikuti bentuk bidang kontak.



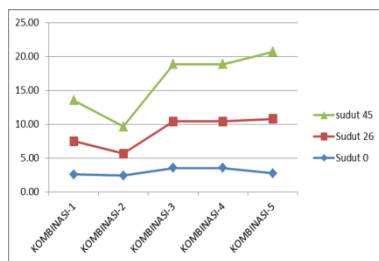
Gambar 4.8 Arah tekanan tanah

### 4.4 Pembahasan

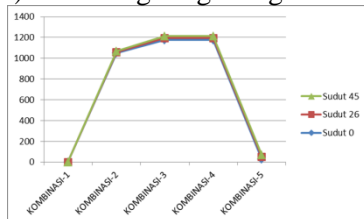
Dari hasil perhitungan analisa pembebanan dan momen untuk mengontrol stabilitas abutment terhadap guling dan geser serta daya dukung pondasi terhadap beban yang dipikul abutment jembatan Sta 7+924 jalan tol Pasuruan-Probolinggo dinyatakan aman terhadap guling dan geser serta pondasi tiang bore pile mampu menahan beban yang dipikul abutment dan tekanan tanah. Untuk nilai aman atau  $SF$  (Safety Factor) dari stabilitas guling dan geser arah X cenderung naik apabila sudut

kemiringan semakin besar dari 0, sedangkan stabilitas guling dan geser arah Y cenderung menurun apabila sudut kemiringan semakin besar dari 0.

Dan untuk daya dukung pondasi abutment terhadap beban yang dipikul abutment aman karena beban P maksimum abutment lebih kecil dari P ijin abutment. Tekanan tanah aktif diakibatkan karena adanya longsoran, longsoran cenderung mengarah ke arah bidang yang lebih muda longsor yaitu tegak lurus mengikuti bentuk bidang kontak.



Gambar 4.9 Diagram Faktor keamanan (SF)stabilitas guling dan geser arah X



Gambar 4.10 Diagram Faktor keamanan (SF)stabilitas guling dan geser arah Y

## V. Kesimpulan Dan Saran

### 5.1. Kesimpulan

1. Dari analisa perhitungan pembebanan dan momen pada abutment jembatan sta 7+924 di peroleh nilai Sf untuk stabilitas guling arah X untuk sudut  $0^\circ = 2,59$ ;  $26^\circ = 4,91$ ;  $45^\circ = 6,05$  dan arah Y untuk sudut  $0^\circ = 25,38$ ;  $26^\circ = 23,30$ ;  $45^\circ = 18,39$ , sedangkan untuk stabilitas geser arah X untuk sudut  $0^\circ = 1.37$ ;  $26^\circ = 2.57$ ;  $45^\circ = 3,16$  dan arah Y untuk sudut  $0^\circ = 7$ ;  $26^\circ = 5,87$ ;  $45^\circ = 5,87$  .Jadi jembatan sta 7+924 dikategorikan aman terhadap guling dan geser karena nilai sf (Faktor keamanan) lebih besar dari nilai SF

dari SNI yaitu 2,2 untuk guling dan 1,2 untuk geser.

2. Dari hasil perhitungan daya dukung diperoleh nilai P maksimum untuk sudut  $0^\circ = 2694,71$  kN;  $26^\circ = 2059,53$  kN;  $45^\circ = 1926,5$  kN. Jadi daya dukung pondasi dikategorikan aman karena nilai P mak lebih kecil dari P ijin pondasi yaitu 4782,2 kN
3. Tekanan tanah aktif diakibatkan karena adanya longsoran, longsoran cenderung mengarah ke arah bidang yang lebih muda longsor yaitu tegak lurus mengikuti bentuk bidang kontak.

### 5.2 Saran

Perlunya dilakukan perhitungan lebih detail dan melakukan simulasi arah tekanan tanah pada abutment dengan bidang kontak miring.

### DAFTAR PUSTAKA

Anonim; 1976; Pedoman Perencanaan Pembebanan Jembatan; SKBI-1.3.28.1987 UDC : 642.21; DIREKTORAT JENDRAL BINA MARGA, Badan Penrbit Pekerjaan Umum, Jakarta.

Anonim; 2016; Pembebanan Jembatan; SNI- 1725; BADAN STANDARDISASI NASIONAL, Jakarta.

Supriyadi, Bambang & Muntohar, Agus; 2007; Jembatan; BETA OFFSET; Yogyakarta.

Bowles, Josephe; Analisis Dan Desain Pondasi Jilid 2; Erlangga; Jakarta