

## ANALISIS STABILITAS EKSTERNAL *ABUTMENT* PADA JEMBATAN PENATIH

I Ketut Anggun Cihandita Winangun <sup>1)</sup>, Ir. I Wayan Wiraga, MT <sup>2)</sup>, I Made Jaya ST, MT. <sup>3)</sup>

<sup>1</sup> Mahasiswa Program Studi D-III teknik Sipil, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Bali, Jalan Kampus Bukit Jimbaran, Kuta Selatan, Kabupaten Badung, Bali-80364

<sup>2</sup> Dosen Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Bali, Jalan Kampus Bukit Jimbaran, Kuta Selatan, Kabupaten Badung, Bali-80364

<sup>3</sup> Dosen Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Bali, Jalan Kampus Bukit Jimbaran, Kuta Selatan, Kabupaten Badung, Bali-80364

E-mail: [1anggunajues@gmail.com](mailto:1anggunajues@gmail.com)

### ABSTRACT

*Abutment is a building under the bridge that is located at both ends of the bridge pillars. Abutment has a function to carry all loads acting on the building on a safe basis as well as a soil retaining building and receive pressure and forwarded to the foundation. The problem that we often encounter in bridge construction is the occurrence of structural failure, as we often see in the case of bridges that collapse / collapse. Thus, to avoid these things it is necessary to analyse the stability of the abutment. This research will analyse the stability against shear and stability against overturning caused by external loads, stability analysis against soil bearing capacity, and load distribution on the pile group based on field data. The method used is quantitative method. The results of research on the Bindu Bridge are the safe number of shear in the longitudinal direction of the bridge for strength I obtained  $SF = 14.97$ .  $SF$  slide for transverse direction At strength III = 457.37. Based on the  $SF$  value, the abutment can be said to be safe against shear forces. Safe rolling figure for the transverse direction of the bridge strength  $V = 65.9$ .  $SF$  bolster longitudinal direction of the bridge at strength  $V = 15.3$ . Based on the  $SF$  value, the abutment can be said to be safe against rolling forces. Safe figure of soil carrying capacity,  $SF = 2716.22$ .  $SF$  bore pile bearing capacity obtained  $SF = 3.37$ . Based on the  $SF$  value, the abutment can be said to be safe against the carrying capacity force.*

*Keywords : Abutment, stability analysis, soil carrying capacity, safety factor (SF)*

## ABSTRAK

*Abutment* adalah bangunan bawah jembatan yang terletak pada kedua ujung pilar - pilar Jembatan. *Abutment* mempunyai fungsi untuk memikul semua beban yang bekerja pada bangunan atas dasar dengan aman sekaligus sebagai bangunan penahan tanah serta menerima tekanan dan diteruskan ke pondasi. Masalah yang sering kita temui dalam konstruksi jembatan adalah terjadinya kegagalan strukturnya, seperti yang sering kita lihat pada kasus jembatan yang ambruk/runtuh. Dengan demikian, untuk menghindari hal - hal tersebut perlu untuk menganalisis stabilitas *abutment*nya. Pada penelitian ini akan dilakukan analisis stabilitas terhadap geser dan stabilitas terhadap guling yang diakibatkan oleh beban eksternal, Analisis stabilitas terhadap daya dukung tanah, serta distribusi beban pada kelompok tiang berdasarkan data lapangan. Metode yang digunakan yaitu metode kuantitatif. Hasil dari penelitian pada Jembatan Bindu yaitu Angka aman geser arah memanjang jembatan untuk *strenght I* didapat SF = 14,97. SF geser untuk arah melintang Pada *strenght III* = 457,37. Berdasarkan nilai SF tersebut, *abutment* dapat dikatakan aman terhadap gaya geser. Angka aman guling untuk arah melintang jembatan *strenght V* = 65,9. SF guling arah memanjang jembatan pada *strenght V* = 15,3. Berdasarkan nilai SF tersebut, *abutment* dapat dikatakan aman terhadap gaya guling. Angka aman daya dukung tanah, SF = 2716,22. SF daya dukung tiang *bore pile* didapat SF = 3,37. Berdasarkan nilai SF tersebut, *abutment* dapat dikatakan aman terhadap gaya daya dukung.

Kata Kunci : *Abutment*, analisis stabilitas, daya dukung tanah, angka keamanan

## PENDAHULUAN

Jembatan merupakan prasarana dalam mendukung laju perekonomian serta berperan sangat besar dalam kemajuan dan perkembangan suatu daerah. Pada wilayah kota Denpasar khususnya di kecamatan Denpasar timur terdapat tiga jembatan yang salah satunya adalah jembatan Tukad Bindu dengan berbagai karakteristik lalu lintas yang beraneka ragam seperti sepeda motor, mobil, bus dan truk.

Dari Simpang Gatot Subroto Timur sampai Simpang Jalan Tohpati merupakan salah satu akses dengan volume lalu lintas tinggi karena merupakan Jalur logistik dari Kabupaten Badung menuju Kota Denpasar. Terkait hal tersebut pada ruas jalan ini terdapat Jembatan Tukad Bindu yang memiliki lebar awal perkerasan 7 meter dengan panjang 35 meter. Berdasarkan informasi yang di dapat dari tim teknis Bina

Marga Provinsi Bali, dikarenakan umur rencana yang sudah terlampaui ada beberapa kerusakan terhadap konstruksi lantai jembatan yang sudah mulai jebol dan pada konstruksi rangka baja terkena korosi oleh karena itu dengan mempertimbangkan aspek dan kondisi tersebut maka sangat perlu untuk dilakukan pergantian jembatan ruas Sp. Cokroaminoto – Sp. Tohpati dengan memperhatikan jenis struktur pondasi.

Pergantian Jembatan Bindu yang akan di perbaiki dengan panjang 50 meter dan terdiri dari struktur atas dan struktur bawah, pada struktur atas meliputi parapet, balok girder dan plat lantai. Sedangkan bagian struktur bawah jembatan salah satunya meliputi *Abutment*. *Abutment* atau kepala jembatan adalah bagian bangunan yang terletak pada ujung jembatan, selain sebagai pendukung bagi bangunan atas juga memikul gaya lainnya yang distribusikan pada tanah melalui pondasi dan juga berfungsi sebagai dinding penahan tanah. Jenis abutment yang akan direncanakan adalah T terbalik yang memiliki tinggi 5 meter dengan panjang abutment 18,2 meter dan lebar abutment 7,5 meter. Dalam tugas akhir ini membahas tentang stabilitasan gaya yang bekerja pada *Abutment* Bindu.

## **METODE PENELITIAN**

Lokasi proyek penggantian Jembatan Tukad Penatih terletak di Kecamatan Denpasar Timur, Kota Denpasar, Provinsi Bali. Penggantian jembatan ini dilakukan karena jembatan sebelumnya telah berumur serta adanya penyempitan jalan ketika melewati jembatan tersebut.

### **1. Data-data penunjang**

- a. Data tanah standart penetration test ( SPT )
- b. Data teknis struktur
  - Gambar perencanaan
  - Mutu bahan

### **2. Perhitungan Pembebanan Struktur Atas**

Beban gempa sebagai gaya horizontal yang ditentukan dari perkalian antara koefisien respons elastis (Csm) dengan berat struktur ekuivalen yang kemudian

dimodifikasi dengan faktor modifikasi ( $R_d$ ). Koefisien respons elastis ( $C_{sm}$ ) diperoleh dari peta percepatan batuan dasar dan spectra percepatan sesuai dengan daerah gempa dan periode ulang gempa rencana.

### 3. Perencanaan Struktur Abutment Jembatan

- Menghitung gaya dan beban yang bekerja pada *abutment*
- Menghitung daya dukung tanah di bawah *abutment*
- Cek stabilitas struktur bawah *abutment*

### 4. Menghitung daya dukung tiang pondasi bor pile

Perhitungan daya dukung pondasi bor pile pada jembatan mengacu pada SNI dengan memperhatikan hal berikut

- Kedalaman pondasi
- Dimensi pondasi
- Menentukan daya dukung kelompok tiang pondasi sumuran

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Analisis Pembebanan

Analisis pembebanan meliputi Beban mati, Beban hidup, Beban akibat aksi lingkungan, Beban akibat gesekan pada perletakan, Beban akibat tekanan tanah

### 2. Kombinasi Pembebanan

Tabel di bawah ini menunjukkan kombinasi pembebanan yang digunakan dalam kontrol stabilitas tanpa dikalikan dengan faktor beban

Tabel 1 Kombinasi Beban *Strength I*

NO	AKSI / BEBAN	KODE	VERTIKAL	HORIZONTAL		MOMEN	
			P (kN)	T <sub>X</sub> (kN)	T <sub>Y</sub> (kN)	M <sub>X</sub> (kNm)	M <sub>Y</sub> (kNm)
1	Berat sendiri	MS	20685.50	-	-	-	-
2	Beban mati tambahan	MA	18.33	-	-	-	-
3	Tekanan tanah aktif	TA	-	1865.95		3391.86	-
4	Beban lajur "D"	TD	2442.16	-	-	183.16	

5	Beban Pendestarian	TP	437.50	-	-	-	-
6	Gaya rem	TB	-	228.16	-	229.96	-
7	Beban akibat temperatur	ET	44.06	-	-	133.75	-
8	Beban akibat gesekan	FB	-	78.07	-	316.17	-
$\Sigma P =$			23627.55	2172.18	-	4254.90	-

### 3. Kontrol Stabilitas

#### a. Stabilitas guling arah memanjang jembatan

Tabel 2 Kombinasi momen *Strength* I penahan guling arah memanjang

NO	AKSI / BEBAN	KODE	Gaya Vertikal ( kN )	Terhadap Titik 0	Momen ( kN/m )
1	Berat sendiri	MS	20685.50	3.70	76536.35
2	Beban mati tambahan	MA	18.33	3.70	67.82
3	Tekanan tanah aktif	TA	-	-	-
4	Beban lajur "D"	TD	2442.16	3.70	9035.99
5	Beban Pendestarian	TP	437.50	3.70	1618.75
6	Gaya rem	TB	-	-	-
7	Beban akibat temperatur	ET	44.06	3.70	163.02
8	Beban akibat gesekan	FB	-	-	-
$\Sigma P =$			23627.55	$\Sigma P =$	87421.94

#### b. Stabilitas guling arah melintang jembatan

Tabel 3 Kombinasi momen *Strength* I penahan guling arah melintang

NO	AKSI / BEBAN	KODE	Gaya Vertikal ( kN )	Terhadap Titik 0	Momen ( kN/m )
1	Berat sendiri	MS	20685.50	9.1	188238.05
2	Beban mati tambahan	MA	18.33	9.1	166.803
3	Tekanan tanah aktif	TA	-	-	-
4	Beban lajur "D"	TD	2442.16	9.1	22223.656
5	Beban Pendestarian	TP	437.50	9.1	3981.25
6	Gaya rem	TB	-	-	-
7	Beban akibat temperatur	ET	44.06	9.1	400.946

8	Beban akibat gesekan	FB	-	-	-
		$\Sigma P =$	23627.55	$\Sigma P =$	215010.705

### c. Kontrol stabilitas terhadap geser

- Stabilitas geser arah memanjang jembatan

Tabel 4 Stabilitas geser pada *abutment* arah memanjang jembatan

NO	KOMBINASI	$\Sigma P(kN)$	$\Sigma H_p(kN)$	$\Sigma H_x(kN)$	SF	Keterangan
1	<i>Strength I</i>	12656,55	22687,10	-	-	Aman
2	<i>Strength III</i>	11022,65	19758,31	43,20	457,37	Aman
3	<i>Strengt V</i>	11022,65	19758,31	48,70	405,71	Aman
4	<i>Extreme I</i>	12656,56	22687,10	-	-	Aman

- Stabilitas geser arah melintang jembatan

Tabel 5 Stabilitas geser pada *abutment* arah melintang jembatan

NO	KOMBINASI	$\Sigma P(kN)$	$\Sigma H_p(kN)$	$\Sigma H_x(kN)$	SF	Keterangan
1	<i>Strength I</i>	12656,55	22687,10	-	-	Aman
2	<i>Strength III</i>	11022,65	19758,31	43,20	457,37	Aman
3	<i>Strengt V</i>	11022,65	19758,31	48,70	405,71	Aman
4	<i>Extreme I</i>	12656,56	22687,10	-	-	Aman

### 4. Stabilitas terhadap keruntuhan kapasitas dukung tanah

Menghitung kapasitas dukung tanah berdasarkan Terzaghi:

$$q_u = c \cdot N_c \cdot (1 + 0,3 \cdot B/L) + p_o \cdot N_q + 0,5 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma \cdot (1 - 0,2 \cdot B/L)$$

Data untuk perhitungan

Kohesi,  $c$  = 0 kN/ m<sup>2</sup>

Kedalaman pondasi bor pile,  $D_f$  = 10 m

Berat Volume tanah = 17,2 kN/m<sup>3</sup>

Tekanan overburden pada dasar pondasi,  $p_o$

$$P_o = D_f \cdot \gamma = 22 \cdot 17,2 = 172 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Lebar pondasi arah x, } B_x = 7,5 \text{ m}$$

$$\text{Lebar pondasi arah y, } B_y = 18,2 \text{ m}$$

Dari tabel 3.1 halaman 94 buku teknik pondasi 1 Hari Cristiadi H, dengan nilai  $\Phi = 35$  o diperoleh

$$N_c = 57,8 ; N_q = 41,4 ; N_\gamma = 42,4$$

$$q_u = c \cdot N_c \cdot (1 + 0,3 \cdot B/L) + p_o \cdot N_q + 0,5 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma \cdot (1 - 0,2 \cdot B/L)$$

$$= 0,57,8 \cdot (1 + 0,3 \cdot 7,9/18,2) + 172 \cdot 41,4 + 0,5 \cdot 17,2 \cdot 7,5 \cdot 42,4 \cdot (1 - 0,2 \cdot 7,5/18,2)$$

$$= 9618,37 \text{ kN/ m}^2$$

Kapasitas dukung tanah ijin, q ijin

Angka aman, SF

$$q \text{ ijin} = q_u / SF$$

$$= 9618,37 / 3$$

$$= 3206,12 \text{ kN/m}^2$$

## SIMPULAN DAN SARAN

### 1. Simpulan

Dari hasil analisis dan desain yang telah dilakukan, disimpulkan hasil sebagai berikut ini:

1. Kesimpulan dari hasil yang telah diperoleh yaitu, bahwa abutmen dengan dimensi yang sudah dibangun mendapatkan hasil stabilitas atau angka keamana yang menyatakan bahwa abutment aman terhadap guling dengan angka *SF strength I* = 20.5 (Aman) arah memanjang dengan titik 0 = 3.7 dan angka arah memanjang dengan titik 0 9.1 dengan angka *SF strength I* = 50.5 (Aman).

2. Angka keamanan terhadap guling ( SF )

- Guling arah memanjang jembatan

$$SF \text{ strenght } I = 14,97 \geq 1,5 \text{ (Aman)}$$

$$SF \text{ strenght } III = 13,89 \geq 1,5 \text{ (Aman)}$$

$$SF \text{ strength } V = 13,82 \geq 1,5 \text{ (Aman)}$$

$$Extreme I = 14,97 \geq 1,5 \text{ (Aman)}$$

- Guling arah melintang jembatan  
 $SF \text{ strength III} = 457,37 \geq 1,5(\text{Aman})$   
 $SF \text{ strenght V} = 405,71 \geq 1,5(\text{Aman})$

Berdasarkan nilai SF tersebut, abutment dapat dikatakan aman terhadap gaya guling

### 3. Saran

Berdasarkan kesimpulan yang telah dipaparkan diatas, maka dapat disarankan hal-hal sebagai berikut:

- Pada penelitian berikutnya diharapkan analisis dilakukan dengan metode elemen hingga yang dibantu dengan menggunakan software plaxis serta menghitung momen dengan bantuan SAP 2000 dan software pendukung lainnya.
- Pada penelitian selanjutnya diharapkan dilakukan penelitian dengan subjek penelitian jembatan untuk daerah lainnya

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] (Pinayungan 2019). BAB II TINJAUAN PUSTAKA 2.1. 1–64. *Gastron ecuatoriana y Tur local*. 2019;1(69):5-24.
- [2] Badan Standardisasi Nasional. SNI 1725:2016 Pembebanan untuk Jembatan. *Badan Standardisasi Nas*. Published online 2016:1-67.
- [3] Khairunnisa. 5 2.2.1 Simbol dan Kombinasi Pembebanan.
- [4] Direktorat Jendral Bina Marga. Panduan Praktis Perencanaan Teknis Jembatan, NO. 02 / M / BM / 2021. Published online 2021:1-1537.
- [5] Indonesia SN, Nasional BS. Cara uji penetrasi lapangan dengan. Published online 2008.
- [6] Kosanke RM. 濟無 No Title No Title No Title. Published online 2019:4-32.



- [7] Eka Putri J. *EVALUASI TULANGAN STRUKTUR BANGUNAN BAWAH (ABUTMENT) JEMBATAN LAE RENUN 2 KABUPATEN DAIRI (Studi Kasus)*. Vol
- [8] Direktorat Jenderal Bina Marga, 1992, Peraturan Perencanaan Teknik Jembatan
- [9] Badan Standardisasi Nasional. SNI 1725:2016 Pembebanan untuk Jembatan. Badan Standarisasi Nas. Published online 2016:1-67.
- [10] Khairunnisa. 5 2.2.1 Simbol dan Kombinasi Pembebanan.
- [11] Direktorat Jendral Bina Marga. Panduan Praktis Perencanaan Teknis Jembatan,NO. 02 / M / BM / 2021. Published online 2021:1-1537.