

## EVALUASI PERENCANAAN STRUKTUR JEMBATAN *UNDERPASS* SIMPANG TUGU NGURAH RAI, BADUNG, BALI

Billy Christ Utama Pasaribu, I G L Bagus Eratodi, Putu Ariawan, I G N N Wismantara

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik dan Informatika, Universitas Pendidikan Nasional  
Jalan Bedugul No. 39, Sidakarya Denpasar Bali, Indonesia  
E-mail : [eratodi@undiknas.ac.id](mailto:eratodi@undiknas.ac.id)

---

**ABSTRACT:** Congestion at the Tugu Ngurah Rai Roundabout junction that connects the road from Denpasar to the Nusa Dua and surrounding areas has become a problem in the city of Badung. This is because the road has not been able to handle the volume of vehicles at the intersection. Therefore it is necessary to make an underpass. The pass is planned with a total length of 408.4 meters which is divided into two parts, namely the closed section 100.40 meters and open 308 meters. The width of the road to be excavated is 16 meters wide for 2 (two) lanes. Geotechnical analysis is very necessary to plan the underpass structure, because the load that works on the underpass does not only come from traffic loads, but mostly comes from land which greatly affects structural stability. The method used for structural stability analysis in this study is the approach method based on IRC78 / 1983. The abutment design phase, like the structure of a retaining wall basically uses a trial system, then analyzes its stability provided that it must meet the value of the safety factor Sliding  $FS > 1.5$ , Bolster  $FS > 1.5$ ,  $FS_{DDT} > 3$ . In the case of the Underpass Simpang Tugu Ngurah Rai bridge the abutment is planned to be 7.8 meters high, 3.5 meters wide and 16 meters long from the ground surface. The results of the stability analysis on the abutment state that the soil can withstand shear forces, and rolling which works on the structure, but the carrying capacity of the soil cannot carry the structure above it, so the foundation below is needed. The foundation analyzed is a caissons foundation of 6 pile drill foundation with a diameter of 0.8 m and a depth of 3.4 meters. Each foundation pole can bear axial loads of 267,097 tons, so the total axial load that can be borne is 1602.55 tons. The caissons foundation with a diameter of 0.8 meters is a foundation that can withstand building structural loads on the Underpass and abutment bridges.

---

**Keyword :** *Underpass, retaining wall, stability of shear, bolster, support capacity, foundation*

### PENDAHULUAN

Kebutuhan akan transportasi sangatlah besar. Apalagi di kabupaten Badung yang memiliki jumlah penduduk yang tinggi, pasti transportasi menjadi sangat diutamakan. Tanpa adanya transportasi yang baik dan memadai, akan membuat mobilitas kota menjadi terhambat. Dan jika mobilitas sudah terhambat, akan berpengaruh pada sektor-sektor lain.

Kendala yang paling besar pada transportasi di kabupaten Badung, khususnya Bundaran Simpang Tugu Ngurah Rai adalah kemacetan. Faktor terbesar yang menyebabkan kemacetan ini adalah semakin banyaknya kendaraan namun tidak diimbangi dengan penambahan jumlah jalan, sehingga jalan yang

ada tidak mampu menampung volume kendaraan yang ada. Untuk mengatasi hal tersebut, maka diperlukan alternatif jalan penghubung pada salah satu jalur tersebut. Alternative yang dilakukan adalah membangun *underpass*. Pada konstruksi *Underpass*, terdapat beberapa faktor yang dapat mempengaruhi kestabilan dan keamanan struktur, sehingga diperlukan adanya analisis yang dilakukan untuk dapat mengetahui kestabilan struktur yang dapat mendukung konstruksi *Underpass*. Pada konstruksi *Underpass* yang akan dibangun, digunakan system dinding penahan tanah dan pilar tiang bor (*bore pile*) sebagai konstruksi pendukung *underpass*. Dalam penelitian ini dilakukan pada Perencanaan Pembangunan

*Underpass* Simpang Tugu Ngurah Rai, Badung, Denpasar-Bali. *Underpass* tersebut direncanakan dengan panjang total 408.4 meter yang dibagi menjadi dua bagian, yaitu bagian tertutup 100,40 meter dan terbuka 308 meter. Lebar jalan yang akan digali selebar 16 meter untuk 2 (dua) lajur.

### Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari perencanaan ini yaitu

1. Untuk mengetahui keamanan struktur Jembatan *Underpass* Simpang Tugu Ngurah Rai, Kabupaten Badung,-Bali.
2. Merencanakan struktur abutmen dan pondasi pada proyek pembangunan *Underpass* Simpang Tugu Ngurah Rai, Kabupaten Badung, Bali.

### LANDASAN TEORI

#### *Underpass*

*Underpass* adalah jalan melintang di bawah jalan lain atau persilangan tidak sebidang dengan pembuatan terowongan di bawah muka tanah.

#### Pembebanan

Suatu struktur bangunan, baik itu bangunan tinggi, jembatan, atau *underpass* sekalipun harus direncanakan untuk dapat memikul beban-beban yang bekerja pada struktur tersebut, diantaranya beban gravitasi dan beban lateral. Beban gravitasi yang bekerja pada struktur meliputi beban mati dan beban hidup. Beban mati yang bekerja pada struktur diakibatkan oleh berat struktur sendiri serta berat tambahan seperti tanah di atas *underpass*. sedangkan yang termasuk beban lateral adalah beban tanah dan beban gempa. (Sulardi, Prasetyo. (2014))

Beban-beban yang dihitung dalam perancangan ini adalah berat sendiri, beban mati tambahan, beban lalu lintas, beban rem, tekanan tanah, beban angin, dan beban gempa. Peraturan pembebanan yang digunakan adalah RSNI T-02-2005.

#### Abutment

Kepala jembatan (abutment) merupakan bangunan yang berfungsi untuk mendukung bangunan atas dan juga sebagai penahan tanah. Adapun fungsi kepala jembatan (abutment) ini antara lain:

1. Sebagai perletakan balok jembatan atau beam.
2. Sebagai perletakan plat injak.
3. Sebagai penerus gaya-gaya yang bekerja pada struktur bangunan atas ke pondasi.
4. Sebagai penahan tekanan tanah aktif.

Dinding Penahan Tanah dan Abutmen Analisis kestabilan dinding penahan tanah dihitung sebagai berikut (Das, 2007):

1. Stabilitas terhadap guling

Faktor keamanan digunakan untuk memastikan keamanan suatu struktur dinding penahan tanah terhadap penggulingan ( $FS_{\text{overturning}} > \text{antara } 2-3$ ,

$$\text{dimana: } FS_{(\text{overturning})} = \frac{\sum ML}{\sum Mg} > \quad (2-3)$$

(1) dengan:

$\sum Mg$  = Total momen yang dapat mengakibatkan penggulingan

$\sum Ml$  = Total momen yang melawan penggulingan

2. Stabilitas terhadap penggeseran

Faktor keamanan yang digunakan untuk memastikan keamanan struktur terhadap pergeseran ( $FS_{\text{sliding}}$ ) adalah:

$$FS_{\text{sliding}} = \frac{\sum V}{\sum H} > 1.4 - 1.5 \quad (2)$$

Dengan:

$\sum V$  = Total gaya yang menahan penggeseran

$\sum H$  = Total gaya yang menyebabkan penggeseran

3. Stabilitas terhadap daya dukung tanah.

Faktor keamanan untuk memastikan keamanan struktur terhadap daya dukung tanah ( $FS_{\text{bearing capacity}}$ ) adalah:

$$FS_{\text{bearing capacity}} = \frac{q_u}{q(\text{max})} \quad (3)$$

### Pondasi

Pondasi kaison merupakan jenis peralihan antara pondasi dangkal dan pondasi dalam. Istilah kaison digunakan untuk menggambarkan bentuk pondasi yang berupa silinder atau persegi, dengan atau tanpa pembesaran pada ujungnya.

Kapasitas ultimit netto tiang tunggal ( $Q_u$ ), adalah jumlah dari tahanan bawah ultimit ( $Q_b$ ) dan tahanan gesek ultimit ( $Q_s$ ) antara dinding tiang dan tanah disekitarnya dikurangi dengan berat sendiri tiang ( $W_p$ ). Bila dinyatakan dalam persamaan Cristady, 2008), maka:.

$$Q = Q_b + Q_s - W_p \quad (4)$$

Dengan :

$W_p$  = berat sendiri tiang

$Q_s$  = Kapasitas ultimit netto

Tahanan ujung ultimit, secara pendekatan dapat dihitung dengan menggunakan persamaan kapasitas dukung pondasi dangkal, sebagai berikut:

$$q_u = \frac{Q_b}{A_b} = c_b N_c + P_b N_q + 0,5 \gamma d N_\gamma \quad (5)$$

Dengan :

$A_b$  = Luas penampang kaison

$C$  = Kohesi

$P_b$  = Berat tanah di atas kaison

$d$  = Diameter kaison

$N_c$ ,  $N_q$ , dan  $N_\gamma$  adalah parameter daya dukung tanah

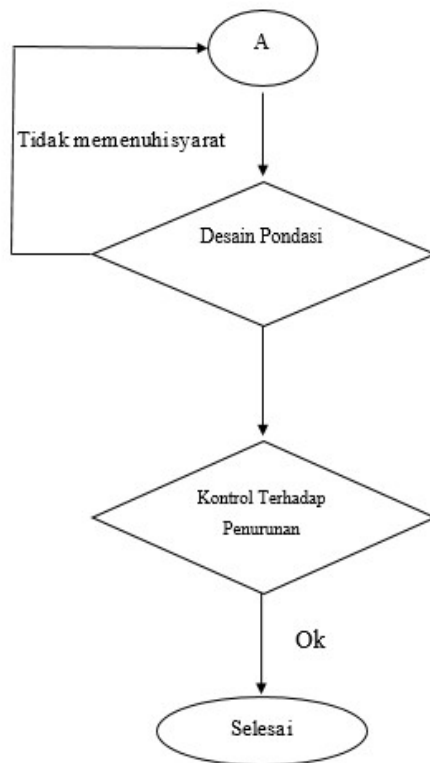
## METODE PENELITIAN

### Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

**Diagram alir penelitian**



Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian

**PEMBAHASAN**

**Data perencanaan Lantai Jembatan**

1. Spesifikasi beton yang digunakan sebagai berikut
  - Mutu Beton ( $f_c'$ ) = 35 MPa
  - Berat Jenis Beton ( $\rho$ ) = 2400 kg/m<sup>3</sup>
2. Spesifikasi baja yang digunakan sebagai berikut
  - Untuk baja tulangan dengan  $\varnothing > 12$  mm : U-39  
Tegangan leleh baja, = 390 MPa
  - Untuk baja tulangan dengan  $\varnothing \leq 12$  mm : U-24  
Tegangan leleh baja, = 240 MPa
3. Tebal Slab Lantai,  $T_s$  = 0,6 m
4. Lebar Total Jembatan,  $b$  = 16 m
5. Panjang bentang Jembatan,  $L$  = 16 m

**Analisis beban Pelat Jembatan**

**Berat Sendiri (MS)**

Faktor Beban Ultimit  $K_{MS} = 1,3$   
 Ditinjau Slab lantai jembatan selebar,  $b = 1$  m (per segmen)  
 Tebal Slab lantai jembatan,  $h = T_s = 0,6$  m  
 Berat beton Bertulang,  $W_c = 25$  kN/m<sup>3</sup>  
 Berat Sendiri,  $Q_{MS} = b * h * w_c$   
 $Q_{MS} = 15$  kN/m

**Beban Mati Tambahan (MA)**

Faktor Beban Ultimit  $K_{MA} = 2.0$   
 Lapisan aspal + overlay  
 Tebal x berat x jarak = 0,1 m x 22 KN/m<sup>3</sup> x 1 m = 2,2 kN/m  
 Air Hujan  
 Tebal x berat x jarak = 0,05 m x 9,8 KN/m<sup>3</sup> x 1 m = 0,49 kN/m  
 Beban Mati Tambahan  $Q_{MA} = 2,69$  kN/m

**Beban Truk "T" (TT)**

Faktor Beban Ultimit  $K_{TT} = 2.0$   
 Faktor beban dinamis = 30 %  
 Beban Truk (T) = 112,5 Kn  
 $PTT = T \times KD$   
 $= 112,5 \times (1 + FBD)$   
 $= 112,5 \times (1 + 30\%)$   
 $= 146,25$  Kn

**Beban Angin**

Faktor Beban Ultimit  $K_{EW} = 1.2$   
 - Kondisi Layan  
 $Tew = 0,0012 \times C_w \times Vw^2$   
 $= 0,0012 \times 1,2 \times 25^2$   
 $= 0,9$  kN/m  
 $Pew = \frac{h/2}{1,75} \times Tew$   
 $= \frac{2/2}{1,75} \times 0,514$  kN/m  
 - Kondisi ultimit  
 $Tew = 0,0012 \times C_w \times Vw^2$   
 $= 0,0012 \times 1,2 \times 30^2$   
 $= 1,296$  kN/m  
 $Pew = \frac{h/2}{1,75} \times Tew$   
 $= \frac{2/2}{1,75} \times 1,296$  kN/m  
 $= 0,7405$  kN/m

### Pengaruh temperature (ET)

Faktor Beban Ultimit  $K_{ET} = 1,2$   
 Temperatur maksimum rata-rata  $T_{max} = 40\text{ }^{\circ}\text{C}$   
 Temperatur minimum rata-rata  $T_{min} = 15\text{ }^{\circ}\text{C}$   
 $\Delta T = (T_{max} - T_{min}) / 2$   
 Perbedaan temperature pada slab,  $\Delta T = 12,5\text{ }^{\circ}\text{C}$   
 Koefisien muai beton ( $\alpha$ ) = 0,000012  
 Modulus elastisitas ( $E_c$ ) = 25310 MPa

### Momen Pelat

No	Jenis Bahan	Faktor Beban	M tumpuan (kNm)	M lapangan (kNm)	Mu tumpuan (kNm)	Mu lapangan (kNm)
1	Berat Sendiri	1.3	80	40	104	52
2	Beban Mati Tambahan	2	17.933	8.966	35.866	17.932
3	Beban truk <sup>"T"</sup>	1	183	164.531	182.812	164.531
4	Beban Angin	1.2	0.925	0.832	1.11	0.9984
5	Pengaruh Temperatur	1.2	1.092	5.462	1.3104	6.5544
Total Momen Ultimit Slab, Mu =			325.0984	242.0158		

Tabel 4.1 Momen Pelat

No	Jenis Bahan	Faktor Beban	Daya Layan	Keadaan Ultimit	M tumpuan (kNm)	M lapangan (kNm)
1	Berat Sendiri	$K_{MS}$	1	1.3	80	40
2	Beban Mati Tambahan	$K_{MA}$	1	2	17.933	8.966
3	Beban truk <sup>"T"</sup>	$K_{TT}$	1	2	183	164.531
4	Beban Angin	$K_{EW}$	1	1.2	0.925	0.832
5	Pengaruh Temperatur	$K_{ET}$	1	1.2	1.092	5.462

Tabel 4.2 Kombinasi-2

Pada Tabel 4.1 dan 4.2 hasil Total Momen ultimit pada Pelat Digunakan Kombinasi 1 dengan total momen ultimit Pelat.

Mu Tumpuan = 507.507 kNm

Mu Lapangan = 405.288 kNm

### Pembesian Pelat

Tulangan Tumpuan Pelat

Digunakan tulangan, D25 – 150

Dan tulangan Bagi, digunakan tulangan D16 – 70

Tulangan Lapangan Pelat

Digunakan tulangan, D16 – 80

Dan tulangan Bagi, digunakan tulangan

D16 – 165

### Kontrol Lendutan Pelat

Lendutan total pada plat lantai jembatan :

$$Lx/240 = 33.333\text{ mm}$$

$$\delta_{tot} = \delta_e + \delta_g$$

$$= 10,289\text{ mm} + 6,5820\text{ mm} = 16,871\text{ mm}$$

$$16,871\text{ mm} < 33.333\text{ mm} = < Lx/240$$

(aman) OK

### Kontrol Tegangan Geser Pons

Gaya geser pons nominal,

$$P_n = A_v * f_v = 4382592000\text{ N}$$

$$\phi * P_n = 2629555200\text{ N}$$

Faktor beban ultimit,  $K_{TT} = 2.0$

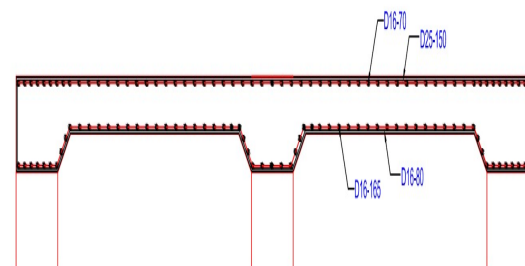
Beban ultimit roda truk pada slab,

$$P_u = K_{TT} * P_{TT} = 2600000\text{ N}$$

$P_u < \phi * P_n$  (Aman) OK

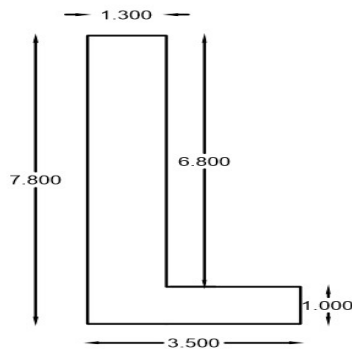
No	Jenis Bahan	Faktor Beban	M tumpuan (kNm)	M lapangan (kNm)	Mu tumpuan (kNm)	Mu lapangan (kNm)
1	Berat Sendiri	1.3	80	40	104	52
2	Beban Mati Tambahan	2	17.933	8.966	35.866	17.932
3	Beban truk <sup>"T"</sup>	2	183	164.531	365.624	329.062
4	Beban Angin	1	0.925	0.832	0.925	0.832
5	Pengaruh Temperatur	1	1.092	5.462	1.092	5.462
Total Momen Ultimit Slab, Mu =					507.507	405.288

hasil analisis Pelat jembatan digunakan tulangan tumpuan pelat D25 – 150 tulangan Bagi, digunakan tulangan D16 – 70 dan pada tulangan lapangan digunakan D16 – 80 tulangan Bagi, digunakan tulangan D16 – 165 dapat dilihat pada gambar 4.1



Gambar 4.1 Penulangan Pelat Jembatan

**Perencanaan Abutment**  
Data – data Perencanaan



Gambar 4.2 Perencanaan Abutment

- $\gamma_{\text{tanah}} = 2.68 \text{ ton/m}^3$
- H Abutment = 7.8 m
- Lebar Abutment = 3.5 m
- Sudut Geser Tanah =  $30^\circ$

**Kombinasi Pembebanan Abutment**

Tabel 4.3 Kombinasi Pembebanan Abutment

Kombinasi Pembebanan	Tegangan yang dinyatakan dalam (%)
	terhadap tegangan $\bar{\epsilon}$ keadaan elastis
I. MS + MA + TA + TD + TP	100%
II. MS + MA + TA + TD + TP + TB + E	125%
III. MS + MA + TA + TD + TP + TB +	125%
IV. MS + MA + TA + TD + TP + TB +	140%
V. MS + MA + EQ	150%

Sumber: Supriadi dan Muntohar (2007)

**Keterangan:**

- MS = Beban berat sendiri
- MA = Beban tambahan
- TA = Tekanan tanah aktif
- TD = Beban Lajur “D”
- TP = Beban pejalan kaki
- TB = Gaya rem
- ET = Beban Suhu
- EW = Beban Angin
- EQ = Beban gempa
- FQ = Gaya gesekan pada perletakan

Tabel 4.4 Kombinasi 1 Abutment

No	Beban	Bagian	Gaya		Jarak terhadap titik O		Momen	
			V	H	x	y	Mv	Mh
1	MS	Abutment	493.6		2.538		1252.757	
2	MS	Bangunan Atas	305.34		7.8		2381.652	
3	MS	Tanah timbunan di belakang abutment	199.43		3.293		656.723	
4	MA	Beban mati tambahan	22.272		7.8		173.7216	
5	TA	Tekanan tanah aktif		521.0598		2.6		1354.755
6	TD	Beban Lajur D	68.9		7.8		537.42	
7	TP	Beban pejalan kaki						
8	TB	Gaya rem						
9	ET	Suhu						
10	EW	Beban angin						
11	EQ	Beban gempa bangunan atas						
12	EQ	beban gempa abutment						
13	EQ	beban gempa tekanan tanah aktif						
14	FB	gesekan pada perletakan						
	$\Sigma$	TOTAL	1089.542	521.0598			5002.273	1354.755
	100%		1089.542	521.0598			5002.273	1354.755

Tabel 4.5 Kombinasi 2 Abutment

No	Beban	Bagian	Gaya		Jarak terhadap titik O		Momen	
			V	H	x	y	Mv	Mh
1	MS	Abutment	493.6		2.538		1252.757	
2	MS	Bangunan Atas	305.34		7.8		2381.652	
3	MS	Tanah timbunan di belakang abutment	199.43		3.293		656.723	
4	MA	Beban mati tambahan	22.272		7.8		173.7216	
5	TA	Tekanan tanah aktif		521.0598		2.6		1354.755
6	TD	Beban Lajur D	68.9		7.8		537.42	
7	TP	Beban pejalan kaki						
8	TB	Gaya rem		9.233		7.8		72.0174
9	ET	Suhu						
10	EW	Beban angin		7.2576		7.8		56.60928
11	EQ	Beban gempa bangunan atas						
12	EQ	beban gempa abutment						
13	EQ	beban gempa tekanan tanah aktif						
14	FB	gesekan pada perletakan						
	$\Sigma$	TOTAL	1089.542	537.5504			5002.273	1483.382
	125%		1361.9275	671.938			6252.842	1854.228

Tabel 4.6 Kombinasi 3 Abutment

No	Beban	Bagian	Gaya		Jarak terhadap titik O		Momen	
			V	H	x	y	Mv	Mh
1	MS	Abutment	493.6		2.538		1252.757	
2	MS	Bangunan Atas	305.34		7.8		2381.652	
3	MS	Tanah timbunan di belakang abutment	199.43		3.293		656.723	
4	MA	Beban mati tambahan	22.272		7.8		173.7216	
5	TA	Tekanan tanah aktif		521.0598		2.6		1354.755
6	TD	Beban Lajur D	68.9		7.8		537.42	
7	TP	Beban pejalan kaki						
8	TB	Gaya rem		9.233		7.8		72.0174
9	ET	Suhu						
10	EW	Beban angin						
11	EQ	Beban gempa bangunan atas						
12	EQ	beban gempa abutment						
13	EQ	beban gempa tekanan tanah aktif						
14	FB	gesekan pada perletakan		16.3805		7.8		127.7687
	$\Sigma$	TOTAL	1089.542	546.6734			5002.273	1554.542
	125%		1361.9275	683.34175			6252.842	1943.177

Tabel 4.7 Kombinasi Abutment

No	Beban	Bagian	Gaya		Jarak terhadap titik O		Momen	
			V	H	x	y	Mv	Mh
1	MS	Abutment	493.6		2.538		1252.757	
2	MS	Bangunan Atas	305.34		7.8		2381.652	
3	MS	Tanah timbunan di belakang abutment	199.43		3.293		656.723	
4	MA	Beban mati tambahan	22.272		7.8		173.7216	
5	TA	Tekanan tanah aktif		521.0598		2.6		1354.755
6	TD	Beban Lajur D	68.9		7.8		537.42	
7	TP	Beban pejalan kaki						
8	TB	Gaya rem		9.233		7.8		72.0174
9	ET	Suhu						
10	EW	Beban angin						
11	EQ	Beban gempa bangunan atas						
12	EQ	beban gempa abutment						
13	EQ	beban gempa tekanan tanah aktif						
14	FB	gesekan pada perletakan		16.3806		7.8		127.7687
	Σ	TOTAL	1089.542	546.6734			5002.273	1554.542
	140%		1525.3588	765.34276			7003.183	2176.358

Tabel 4.8 Kombinasi 5 Abutment

No	Beban	Bagian	Gaya		Jarak terhadap titik O		Momen	
			V	H	x	y	Mv	Mh
1	MS	Abutment	493.6		2.538		1252.757	
2	MS	Bangunan Atas	305.34		7.8		2381.652	
3	MS	Tanah timbunan di belakang abutment	199.43		3.293		656.723	
4	MA	Beban mati tambahan	22.272		7.8		173.7216	
5	TA	Tekanan tanah aktif						
6	TD	Beban Lajur D						
7	TP	Beban pejalan kaki						
8	TB	Gaya rem						
9	ET	Suhu						
10	EW	Beban angin						
11	EQ	Beban gempa bangunan atas		33.5874		7.8		261.9817
12	EQ	beban gempa abutment		67.1748		2.538		170.4896
13	EQ	beban gempa tekanan tanah aktif		57.316		3.293		188.7416
14	FB	gesekan pada perletakan						
	Σ	TOTAL	1020.642	158.0782			4464.853	621.213
	150%		1530.963	237.1173			6697.28	931.8194

Dari hasil analisis Kombinasi pembebanan abutment tersebut , yang digunakan adalah tabel 4.7 pada Kombinasi 4.

$$\begin{aligned} \Sigma V &= 1525.3588 \text{ ton.m} \\ \Sigma H &= 765.34276 \text{ ton.m} \\ \Sigma Mh &= 2176.358 \text{ ton.m} \\ \Sigma Mv &= 7003.183 \text{ ton.m} \\ \Sigma M &= \Sigma Mv + \Sigma Mh = 9179.541 \text{ ton.m} \end{aligned}$$

### Kontrol terhadap guling

$$\begin{aligned} SF &= \frac{\Sigma Mv}{\Sigma Mh} \geq 2,2 \text{ (ok)} \\ &= \frac{7003.183 \text{ ton.m}}{2176.358 \text{ ton.m}} = 3,198 \geq 2,2 \text{ (Aman)} \end{aligned}$$

### Kontrol terhadap geser

SF

$$= \left( \frac{(C * Bx * By + V * \tan\theta) * (1 * k)}{\Sigma H} \right)$$

$$\geq 1,1$$

C = Kohesi tanah = 1 ton/m<sup>2</sup>

Bx = Lebar dasar pile cap = 3,5 m

By = Lebar Abutment = 16 m

ΣV = Gaya vertical pada kombinasi IV = 1525.3588ton.m

Tan θ = Tan 30° = 0,577

k = persen kelebihan beban yang diijinkan (%) = 140%

ΣH = Gaya Horizontal pada Kombinasi IV = 765.34276 ton.m

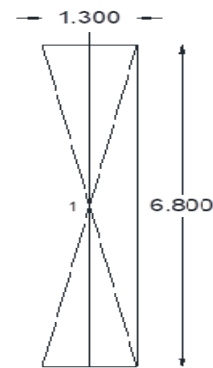
SF

$$= \left( \frac{(1 * 3.5 * 16 + 1525.3588 * \tan 30^\circ) * (1 + 140\%)}{765.34276} \right)$$

$$\geq 1,1$$

$$= 2.93 \geq 1,1 \text{ (Aman)}$$

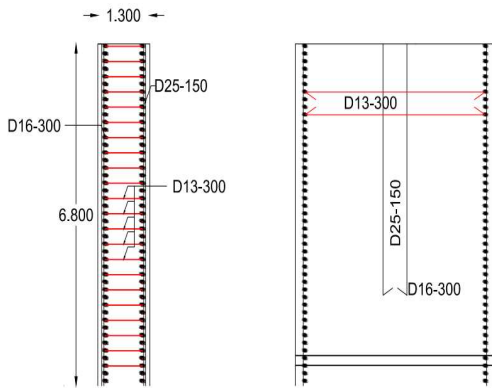
### Penulangan Badan Abutment (Breast Wall)



Gambar 4.3 Penulangan Badan Abutment (Breast Wall)

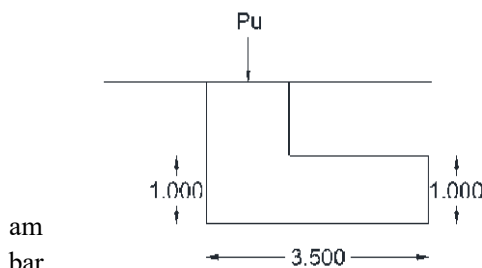
Pada penulangan badan abutment ini ,Tulangan Utama digunakan D25 – 150, Tulangan Bagi digunakan D16 – 300, Tulangan geser digunakan D13 – 300 yang dapat dilihat pada gambar 4.4





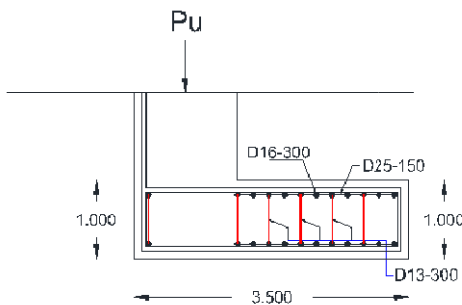
Gambar 4.4 Penulangan Badan Abutment  
(Breast Wall)

**Penulangan Pile Cap**



Pile Cap

Pada penulangan *Pile Cap* Tulangan Utama digunakan D25 – 50, Tulangan Bagi digunakan D16 – 150, Tulangan geser digunakan D16. Jarak  $s_x = 150$  mm, jarak arah  $y$ ,  $s_y = 100$  mm yang dapat dilihat pada gambar 4.6



Gambar 4.6 Penulangan Pile Cap

**Perhitungan Pondasi**

Menghitung daya dukung tanah *Standart Penetration Test (SPT)*.

Daya dukung ujung pondasi tiang bor (*Bor pile*) berdasarkan data SPT.

Diameter pondasi ( $d$ ) = 0.8 m

Nilai SPT rata-rata ( $N$ ) =  $\frac{60+60}{2}$

= 60

Luas Penampang ( $A_p$ ) =  $\frac{1}{4}\pi d^2$

= 0,5024

Angka keamanan (SF) = 3

Daya dukung ultimit pondasi :

$Q_{up} = A_p \frac{40NL}{D} \leq A_p \times 400N$

$A_p \times 400N = 0,5024 \times 400 \times 60$

= 12057,6 kN

= 1205,76 ton

$Q_{up} = A_p \frac{40NL}{D}$

=  $0,5024 \times \frac{40 \times 60}{0,8}$

= 5425,92 kN

= 542,592 ton

Digunakan Nilai  $Q_{up} = 542,592$  ton

Nilai daya dukung ijin pondasi terhadap tahanan ujung :

$Q_{up} = \frac{542,592}{3}$

= 180,864 ton

Daya dukung ijin gesek pondasi tiang bor (*Bore Pile*) berdasarkan Data *SPT*.

$Q_{us} = \Sigma p * f_{av} * \Delta L$

$D = 0,8$  m

$p = \pi d$

= 2,512 m

Lapisan tanah yang diambil nilai *SPT*

$f_{(av)} = \frac{\Sigma}{N}$

=  $\frac{\Sigma \text{ pukulan per meter}}{3,6}$

=  $\frac{1037}{3,6}$

= 288,055 kN/m<sup>2</sup>



$$\begin{aligned}
 &= 28,805 \text{ ton} \\
 Q_{us} &= p \times L \times f_{(av)} \\
 &= 2,512 \times 3,6 \times 28,805 \\
 &= 260,49 \text{ ton} \\
 Q_{as} &= \frac{Q_{us}}{SF} \\
 &= \frac{260,49}{3} \\
 &= 86,83 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

Maka didapat nilai  $Q_{all}$  adalah :

$$\begin{aligned}
 Q_{all} &= Q_{ap} + Q_{as} \\
 &= 180,864 \text{ ton} + 86,83 \text{ ton} \\
 &= 267,093 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

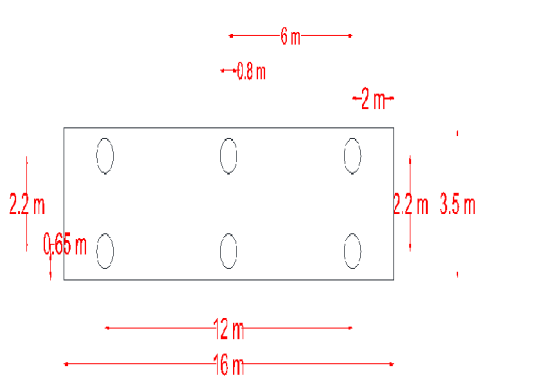
### Menghitung kuat pondasi

Perhitungan Jumlah Tiang Akibat Beban Aksial (SPT)

Dimensi Pondasi	= 0,8 m
Panjang Pondasi (L)	= 3,6 m
Momen beban Aksial Total ton	= 1525,3588
Jumlah Pondasi	= 6 Tiang

Kuat pondasi menahan Beban :

$Q_{all} \times 38 = 267,093 \times 6$   
 $= 1602,558 \text{ ton/m} \geq 1525,3588 \text{ ton/m (Aman)}$   
 Untuk kestabilan dipakai 6 tiang, sedangkan perencanaan penempatan tiang dapat dilihat pada gambar 4.7 di bawah ini.



Gambar 4.7 Perencanaan penempatan tiang pondasi

Dengan demikian Pondasi tiang bor pile dengan diameter 0,80 meter dengan panjang 3,4 meter memenuhi syarat untuk perancangan pondasi tiang bore pile pada abutment.

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan evaluasi struktur jembatan *Underpass* Simpang Tugu Ngurah Rai, Badung, Bali, didapat kesimpulan sebagai berikut ;

1. *Upper structure* yang dievaluasi memiliki bentang 16 m dan lebar jembatan 16 m. Sudah aman dengan di gunakannya mutu Beton  $f_c'$  35 MPa dan mutu Baja  $f_y$  390 MPa. Juga di pakai pelat lantai jembatan dengan tebal 0,6 m.
2. Telah memperoleh lendutan total pada pelat lantai jembatan 16,871 mm Lebih kecil dari lendutan batas 33,333 mm, Gaya Geser Ultimit ( $P_u$ ) pada pelat lantai sebesar 260000 N Lebih kecil dari pada gaya geser Nominal ( $\phi P_n$ ) sebesar 2629555200 N.
3. Untuk Momen ultimit ( $M_u$ ) pada pelat lantai untuk arah x sebesar 32,06 kNm dan untuk arah y sebesar 47,46 kNm, Lebih kecil dari nominal ( $\phi M_n$ ), yakni sebesar 40,08 kNm untuk arah x dan sebesar 59,33 untuk arah y.
4. *Sub structure* yang dievaluasi memiliki abutmen dengan panjang 16 m dan lebar 3,5 m. Dengan beban sendiri 493,6 ton dan menanggung beban aksial 1525,35 ton. sudah aman dengan di gunakannya mutu beton  $f_c'$  35 MPa dan mutu tulangan baja  $f_y'$  400 MPa. Pondasi bor pile sebanyak 6 tiang dengan diameter 0,8 m dan kedalaman 3,4 meter. Mempunyai data SPT dengan rata – rata pukulan sebanyak 60 kali. Setiap tiang pondasi dapat menanggung beban aksial sebesar 267,097 ton, jadi total beban aksial yang dapat di tanggung adalah 1602,55 ton. Dengan hasil tersebut pondasi sudah sangat aman.

### 5.2 Saran

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan oleh penulis, ada beberapa saran yang ingin disampaikan sebagai berikut :

1. Pelaksanaan dilakukan sesuai standar dan peraturan yang telah ditentukan, pemilihan mutu beton  $f_c' 35$  MPa dan mutu Baja  $f_y 390$  MPa. Juga di pakai pelat lantai jembatan dengan tebal 0,6 m serta pondasi cukup dengan pondasi dalam karena tanah keras terletak pada 3,4 m dari permukaan tanah.
2. Dalam proses perhitungan sebaiknya mengacu pada peraturan-peraturan yang sudah ditetapkan agar dimensi dan volume struktur dapat ditetapkan sebaik mungkin.
3. Perencanaan, pelaksanaan, dan pengawasan yang baik akan menghasilkan suatu konstruksi yang berkualitas baik.

Sulardi, Prasetyo. (2014) *Perancangan Beban Dorong pada Box Underpass*, Universitas Gunadarma.

Supriyadi. B. (2007). *Jembatan*, Beta Offset, Yogyakarta.

Underpass.(2018).

<http://www.google.co.id/underpass/2018>

/Diakses 10 Agustus 2018

### DAFTAR PUSTAKA

Aska, C. N., (2015). "Perhitungan Slab Lantai Jembatan" <https://www.slideshare.net/CutNawalulAzka/183-str-jembatan-1> Diakses pada 8 juli 2018.

Asmadi, R., (2009), Perancangan Struktur Atas Jembatan Gelagar Komposit BajaBeton Berdasarkan Peraturan SNI 2005, Yogyakarta : Teknik Sipil dan Lingkungan, UGM

Badan Standarisasi Nasional (2004). "Tentang Perencanaan Struktur Beton Untuk Jembatan, (SNI T-12-2004)". 2004.

Badan Standarisasi Nasional (2005). "Tentang Standar Pembebanan Untuk Jembatan Jalan Raya, (SNI T-02-2005)". 2005.

Cristady, Hary., 2008. Teknik Pondasi 2, Beta Offset, Yogyakarta

Das, Braja M., 2007. Principles of Foundation Engineering, Seventh edition, RPK Editorial Services, Inc, USA.

Julfrenly, O. (2013). *Analisa Kestabilan Pondasi Jembatan Studi Kasus : Jembatan Essang-Lalue*. Universitas Sam Ratulangi Manado.

Mila, Laela, Kresno, (2017) *Perencanaan Underpass Zaenal Abiding-Soekarno Hatta, Bandar Lampung*, Universitas Diponegoro