

Perencanaan Konstruksi Bangunan Bawah (Sub Structure) Jembatan Desa Kuala Tambangan Pada Ruas Batakan

Revian Daffa Sosiawan^{1, a *}, Eka Purnamasari^{2, b}, Fathurrahman^{3, c}

¹Komp. Mekatama Raya III , Blok P.14, Kel. Guntung Manggis, Kec. Landasan Ulin,
Kota Banjar Baru

²Air Syariah Km. 32.5 Jl. A. Yani, Kel.Guntung Payung, Kec. Landasan Ulin,
Kota Banjar Baru

^areviandaffasosiawan@gmail.com , ^beka.ftsuniska@gmail.com,

^cfathurrahman221273@gmail.com

Abstrak

Jembatan merupakan suatu konstruksi yang memiliki fungsi untuk meneruskan/menghubungkan jalan melewati suatu rintangan yang berada lebih rendah. Rintangan ini dapat berupa jalan lain (jalan air atau jalan lalu lintas biasa). Perkembangan transportasi yang semakin erat kaitannya dengan pembangunan, baik berupa pembangunan jalan maupun jembatan yang sangat berperan untuk memperlancar arus kendaraan sehingga tercipta efisiensi waktu dalam beraktifitas. Di wilayah Provinsi Kalimantan Selatan akan dilakukan pelebaran jalan di ruas Batakan Desa Kuala Tambangan Kabupaten Tanah Laut. Di lokasi tersebut akan dibangun jembatan yang akan menunjang transportasi salah satunya adalah pembangunan jembatan Desa Kuala Tambangan pada Ruas Batakan. Jembatan tersebut mempunyai panjang bentang 25,00 m dan lebar 6,00 m. Secara umum, Skripsi ini adalah merencanakan struktur bangunan bawah dan pondasi jembatan. Untuk pembebanan pada jembatan ini menggunakan LRFD (*Load and Resistance Factor Design*), standard pembebanan untuk jembatan RSNI T-02-2005 dan SNI 1725:2016 dan RSNI T-12-2004 (perencanaan struktur beton untuk jembatan).

Kata kunci : struktur bawah jembatan, pondasi tiang pancang, abutment,

PENDAHULUAN

Abutmen adalah bangunan bawah jembatan yang terletak pada kedua penyangga ujung pilar jembatan, berfungsi sebagai pemikul beban yang terjadi pada struktur atas jembatan termasuk beban angin beban plat lantai atau gaya yang terjadi oleh beban vertical kebawah.

Seiring meningkatnya perkembangan suatu daerah yang mengikuti arus perkembangan zaman, maka setiap aspek taraf hidup dan juga perekonomian dengan sendirinya harus di tingkatkan. Untuk itu jembatan yang merupakan prasarana perhubungan mempunyai fungsi yang sangat penting untuk menunjang perkembangan dan peningkatan transportasi di daerah-daerah, baik itu perhubungan darat maupun perhubungan laut.

Semenjak dikeluarkannya Surat Edaran dari Direktorat Jenderal Bina Marga dengan No. 05/SE/Db/2017 pada Bulan Juli 2017, maka dari itu seluruh kegiatan perencanaan ataupun desain jembatan wajib menggunakan standar pembebanan sesuai SNI 1725 2016. Jembatan girder komposit ini direncanakan dengan menggunakan analisa pembebanan RSNI T-02- 2005 dan SNI 1725:2016.

Dalam hal ini kedua analisa pembebanan tersebut akan dianalisis perbedaannya dan membandingkan besarnya perubahan beban antara peraturan RSNI T-02- 2005 dengan SNI 1725:2016. Dimana dalam perencanaan ini akan analisa perhitungan pembebanan dan faktor keamanan dengan bentang jembatan 25 m menggunakan pembebanan RSNI T-02-2005 dan SNI 1725:2016

TINJUAN PUSTAKA

Secara umum suatu konstruksi jembatan berfungsi untuk melayani arus lalu lintas dengan baik, untuk itu dalam perencanaan dan perancangan jembatan sebaiknya memperhitungkan fungsi kebutuhan prasarana transportasi, persyaratan standar teknis dan estetika (keindahan) arsitektural yang mencakup : Aspek prasarana lalu lintas, Aspek standar teknis, Aspek estetika. (Supriyadi dan Muntohar, 2007).

Pembebanan pada Jembatan

- Sandaran (*Railing*)
- Trotoar
- Pelat Lantai Kendaraan Beban truk “T” (TT)
- Penulangan Pelat Lantai Kendaraan
- Gelagar Jembatan (*Stiffening Girder*)
- Faktor beban dinamis
- Gaya rem (TB)
- Beban pejalan kaki
- Beban angin

$$L_E = \sqrt{L_{av}L_{ax}} \dots\dots\dots (2-1)$$

$$V_{DZ} = 2,5 V_o \left(\frac{V_{10}}{V_B} \right) \ln \left(\frac{Z}{Z_o} \right) \dots\dots\dots (2-2)$$

- a. Tekanan angin horizontal
- b. Beban angin pada struktur (*EW_S*)

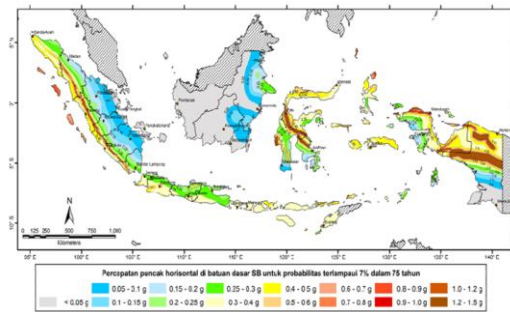
$$c. P_D = P_B \left(\frac{V_{DZ}}{V_B} \right)^2 \dots\dots\dots (2-3)$$

- Pengaruh gempa
 $E_Q = \left(\frac{C_{sm}}{R_d} \right) W_t \dots\dots\dots (2-4)$

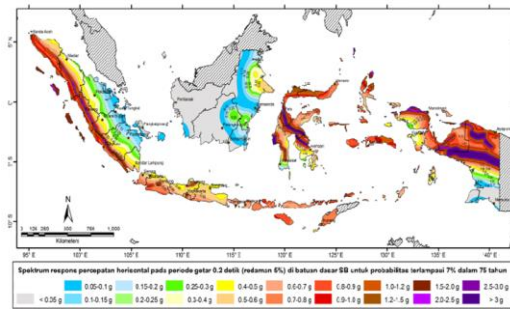
$$Q = \sum \eta_i \gamma_i Q_i \dots\dots\dots (2-5)$$

$$\eta_i = \eta_D \eta_R \eta_I \geq 0,95 \dots\dots\dots (2-6)$$

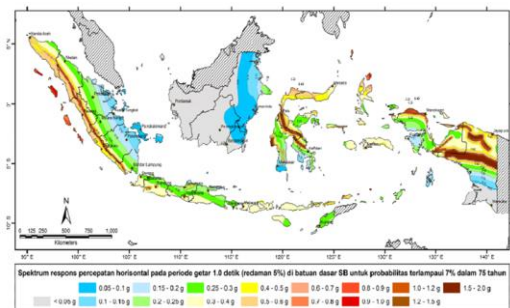
$$\eta_i \frac{1}{\eta_D \eta_R \eta_I} \leq 1 \dots\dots\dots (2-7)$$



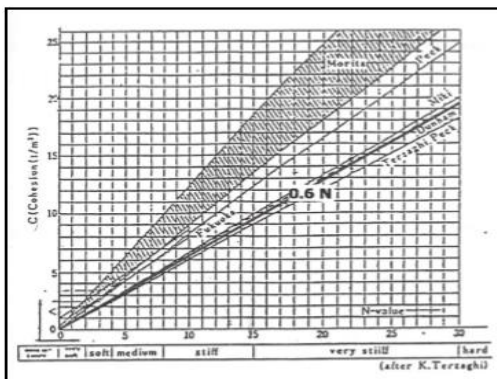
Gambar 1. Percepatan puncak di batuan dasar (PGA) untuk probabilitas terlampaui 7% dalam 75 tahun (Sumber : SNI 2833:2016)



Gambar 2. Peta respon spektra percepatan 0.2 detik di batuan dasar (Sumber : SNI 2833:2016)



Gambar 3. Peta respon spektra percepatan 1 detik di batuan dasar untuk probabilitas terlampaui 7% dalam 75 tahun (Sumber : SNI 2833:2016)



Tabel 1. Kombinasi beban dan factor beban
 (Sumber : SNI 2833:2016)

Daya Dukung Tiang Tunggal dan Kelompok Tiang

• Daya Dukung Tiang Tunggal

$$P_{all} = \frac{40NA_p}{SF_1} + \frac{0,2N'A_s}{SF_2} \dots (2-8)$$

Keada an Batas	MS MA TA PR PL SH	TT TD TB TR TP	EU	ES	EW	BF	EU	TG	ES	Gunakan salah satu		
										EQ	TC	TV
Kuat I	γp	1,8	1,00	-	-	1,00	0,50/ 1,20	γ TG	γ ES	-	-	-
Kuat II	γp	1,4	1,00	-	-	1,00	0,50/ 1,20	γ TG	γ ES	-	-	-
Kuat III	γp	-	1,00	1,40	-	1,00	0,50/ 1,20	γ TG	γ ES	-	-	-
Kuat IV	γp	-	1,00	-	-	1,00	0,50/ 1,20	-	-	-	-	-
Kuat V	γp	-	1,00	0,40	1,00	1,00	0,50/ 1,20	γ TG	γ ES	-	-	-
Ekstre m I	γp	γBQ	1,00	-	-	1,00	-	-	-	1,00	-	-
Ekstre m II	γp	0,50	1,00	-	-	1,00	-	-	-	-	1,00	-
Daya layan I	1,00	1,00	1,00	0,30	1,00	1,00	1,00/ 1,20	γ TG	γ ES	-	-	1,00
Daya layan II	1,00	1,30	1,00	-	-	1,00	1,00/ 1,20	-	-	-	-	-
Daya layan III	1,00	1,80	1,00	-	-	1,00	1,00/ 1,20	γ TG	γ ES	-	-	-
Daya layan IV	1,00	-	1,00	0,70	-	1,00	1,00/ 1,20	-	1,0 0	-	-	-
Fatik (TD dan TR)	-	0,75	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Gambar 4. Grafik hubung antara kohesi dengan nilai N-SPT untuk tanah kohesif
 (Sumber: Terzaghi, 1943)

- Korelasi N-S.P.T terhadap dengan nilai overconsolidated ratio, OCR

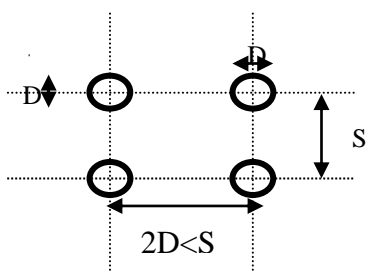
$$OCR = 0,193 \cdot \left[\frac{N}{\sigma_{rv}} \right]^{0.689} \dots\dots\dots (2-9)$$

Tabel 2. Korelasi N-S.P.T dengan relative Density

State of packing	Relative Density	Standard Penetration Resistance, N blows/ft
Very loose	< 0.2	< 4
Loose	0.2 - 0.4	4 - 10
Medium Dense/ Compact	0.4 - 0.6	10 - 30
Dense	0.6 - 0.8	30 - 50
Very Dense	>0.8	> 50

(Sumber: Meyerhoff, 1956)

- **Kekuatan Daya Dukung ijin Kelompok Tiang dan Efisiensi**



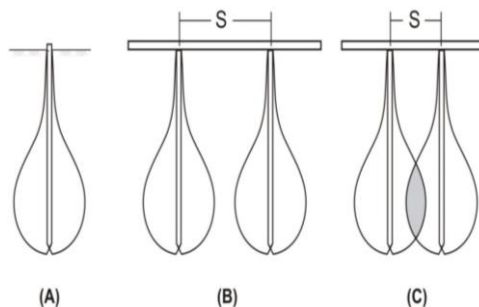
Gambar 2.13. Jarak antar tiang (spacing)

(Sumber: Sardjono, 1991)

- **Konfigurasi Tiang**
 Setelah didapat penyusunan tiang kelompok tiang, maka selanjutnya dicek daya Dukung ijin kelompok tiang. Bila daya Dukung ijin kelompok tiang telah sesuai dengan persyaratan, tiang tersebut dapat digunakan sesuai yang telah direncanakan.
 Perhitungan kuat Daya Dukung ijin Tiang tunggal dengan menggunakan suatu ukuran diameter tiang tidak akan sama dengan perhitungan daya Dukung ijin Kelompok tiang dengan menggunakan ukuran diameter yang sama. Oleh

karena itu, perencanaan ukuran tiang berdasarkan Kekuatan Daya Dukung ijin Tiang tunggal harus diperiksa kembali berdasarkan daya Dukung ijin kelompok tiang.

- **Efisiensi Tiang Kelompok**



Gambar 2.14. Skematik Mobilisasi Tekanan

(Sumber: Bahan Ajar Perkuliahan Rekayasa Pondasi 2 (Hendry, 2014-2015))

- a. **Persamaan Converse Labarre**

$$Eg = \frac{1 - \theta}{(n - 1) \times m + (m - 1) \times n} \times \frac{90 \times n \times m}{\dots\dots\dots} \dots\dots\dots (2.10)$$

- b. **Metode Feld**

$$Qug = Qut \times Eg \dots\dots\dots (2-11)$$

- Pembagian Beban pada Tiang Pondasi

$$Pmaks. = \frac{vtotal}{n} \pm \frac{Mx.ymaks}{ny.Ey^2} \pm \frac{My.xmaks}{nx.Ex^2} \dots\dots\dots (2-12)$$

Penulangan Abutment

- Menghitung eksentrisitas (e)
 $e = \frac{Mu}{Pu} \dots\dots\dots (2-13)$
- Menghitung d' dan d
 $d' = ds - \phi_s - 1/2 \cdot D \dots\dots\dots (2-14)$
 $d = h - d' \dots\dots\dots (2-15)$
- Perkiraan luas tulangan ($A = \pi r^2$)
- $cb = \left(\frac{600}{600 + fy} \right) \cdot d \dots\dots\dots (2-26)$
- $ab = \beta_1 \cdot cb \dots\dots\dots (2-17)$

- $f_s' = 600 * \left(\frac{cb-d'}{cb} \right)$ (2-18)
- $P_{nb} = 0,85.fc'.b.a_b + A_s'.f_s' - A_s.f_y$ (2-19)
- $M_{nb} = 0,85.fc'.b.a_b.(0,5.h - 0,5.a_b) + A_s'.f_s'.(0,5.h-d')$ - $A_s.f_y (d-0,5.h)$ (2-20)
- Menghitung eksentrisitas balanced (eb)
- Cek eksentrisitas rencana (e) terhadap eksentrisitas balanced (eb)
- $a = \frac{P_n}{0,85*fc'*b}$ (2-21)
- $c = a / \beta_1$ (2-22)
- $f_s' = 600.(c - d') / c$ (2-23)
- Merencanakan tulangan sengkang pada kolom
- Menentukan momen nominal
- $\phi = 0,8$ karena komponen lentur
- $M_n = M_u / \phi$ (2-24)
- Menentukan koefisien ketahanan perlu (k)

$$k = 1 - \sqrt{1 - \frac{2.M_n}{0,85.fc'.b.d^2}} \quad (2-25)$$

- Menghitung luas tulangan tunggal (As)

$$A_s = \frac{M_n}{f_y.d.(1-\frac{k}{2})} \quad (2-26)$$

- Menghitung luas tulangan maksimum (As maks)

$$\rho_b = \beta_1 \cdot \frac{0,85.fc'}{f_y} \cdot \left(\frac{600}{600+f_y} \right) \quad (2-27)$$

$$\rho_{maks} = 0,75 \cdot \rho_b \quad (2-28)$$

$$A_{smaks} = \rho_{maks} \cdot b \cdot d \quad (2-29)$$

- Menghitung luas tulangan minimum (Asmin)

$$\rho_{min} = 1,4 / f_y \quad (2-30)$$

$$A_{smin} = \rho_{min} \cdot b \cdot d \quad (2-31)$$

- Menghitung luas tulangan perlu (Asperlu)

$$A_{sperlu} = \frac{1}{4} \pi D^2 n \quad (2-32)$$

Dimana ,

n . = jumlah/banyaknya tulangan

Analisis Perbandingan Pembebanan

Tabel 3. Kombinasi Pembebanan berdasarkan RSNI T-02 2005

No	Jenis Beban	Faktor	Kombinasi						
			1	2	3	4	5	6	7
1	Berat Sendri (M _S)	1.20	√	√	√	√	√	√	√
2	Beban Mati Tambahan (M _A)	2.00	√	√	√	√	√	√	√
3	Beban Lajur "D" (T _D)	1.80	√	√	√	√			√
4	Gaya Rem (T _B)	1.80	√	√	√	√			√
5	Beban pejalan kaki (T _P)	1.80	√	√	√	√			√
6	Beban angin (E _{WS})	1.20			√	√			
7	Pengaruh Temperatur (E _T)	1.20		√		√			
8	Beban Gempa (E _Q)	1.00						√	

(Sumber:RSNI T-02-2005)

Tabel 4. Kombinasi Pembebanan berdasarkan SNI 1725:2016

No	Jenis Beban	K I	K II	K III	K IV	K V	E I	E II	DL I	DL II	DL III	DL IV
2	Beban Mati Tambahan (M _A)	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	

3	Beban Lajur "D" (T_D)	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	
4	Gaya Rem (T_B)	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	
5	Beban pejalan kaki (T_P)	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	
6	Beban angin (E_{WS})			✓	✓	✓		✓		✓
7	Beban angin (E_{WL})				✓			✓		
8	Pengaruh Temperatur (E_T)	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓
9	Beban Gempa (E_Q)					✓				

(Sumber: SNI 1725:2016)

METODE PENELITIAN

Lokasi penelitian berada di Desa Kuala Tambangan Kecamatan Panyipatan Kabupaten Tanah Laut. Secara Geografis letak lokasi penelitian berada pada $4^{\circ} 3'4.79''$ lintang selatan dan $114^{\circ} 38'30''$ bujur timur

Tahapan Penelitian

- Mencari informasi dan data-data untuk kelengkapan pelaksanaan skripsi ini baik dari instansi yang terkait ataupun dari studi literatur yang dapat berupa buku, skripsi yang telah selesai, dan lain-lain.
- Mempelajari data-data yang telah didapatkan untuk selanjutnya dilakukan penyusunan skripsi.
- Mencari, mengumpulkan, dan mempelajari data-data yang mendukung penyusunan skripsi ini.

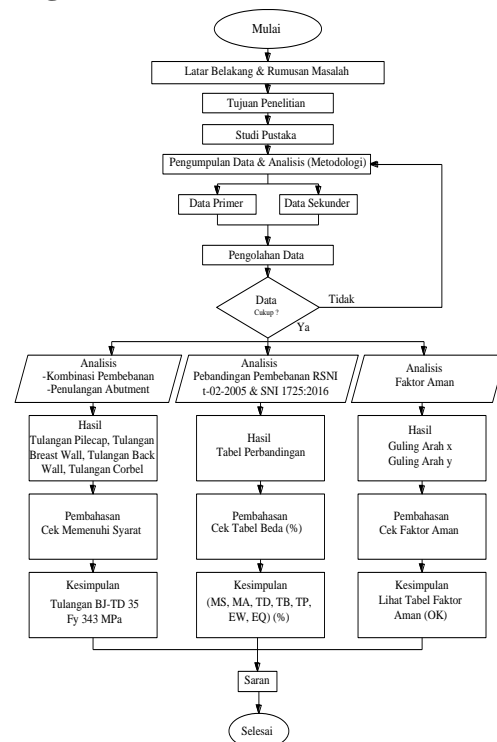
Studi Literatur

Mengumpulkan, membaca dan menganalisa sumber-sumber pustaka yang ada kaitannya dengan temapenulisan skripsi ini, baik melalui buku-buku, makalah-makalah hasil seminar, jurnal, karya tulis ilmiah maupun bahan-bahan yang didapatkan dari bangku kuliah. Hal ini bertujuan untuk memberikan pemahaman terhadap permasalahan yang diangkat sehingga didapat landasan teori yang kuat dan dapat dipertanggung jawabkan.

Survey Lapangan

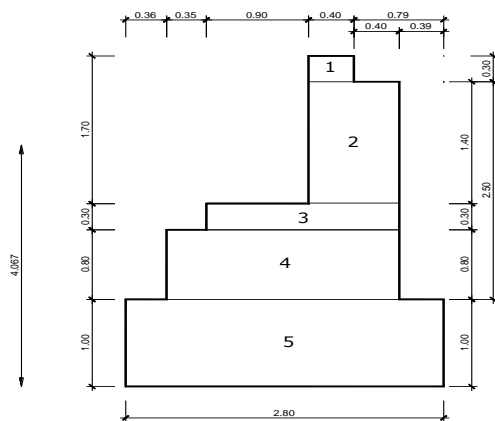
Survey lapangan yang dilakukan untuk peninjauan dan identifikasi awal dari permasalahan, adalah dengan pengambilan dokumentasi lokasi, yaitu dikawasan Ruas Batakan Kabupaten Tanah Laut Provinsi Kalimantan Selatan.

Bagan Alir Penelitian



Gambar 5. Diagram Alir Penelitian
 Sumber: Dokumen Pribadi

HASIL DAN PEMBAHASAN Perencanaan/ Preliminary Design Abutment Jembatan



$$\begin{aligned} &= 8,960 \text{ m}^3 \\ \text{Berat} &= \text{Volume} \times \gamma_{\text{Beton Bertulang}} \\ &= 8,960 \times 2500 \\ &= 22.400,00 \text{ kg} \\ x &= 2,01 \text{ m} \\ y &= 2,80 \text{ m} \\ Mx &= \text{Berat} \cdot (x) \\ &= 22.400,00 \cdot (2,01) \\ &= 45.024,00 \text{ kg.m} \\ My &= \text{Berat} \cdot (y) \\ &= 22.400,00 \cdot (2,80) \\ &= 62.740,00 \text{ kg.m} \end{aligned}$$

Beban Tetap

$$\begin{aligned} b &= 0,80 \text{ m} \\ h &= 1,40 \text{ m} \\ \text{Luas} &= b \times h \\ &= 0,80 \times 1,40 \\ &= 1,120 \text{ m}^2 \\ \text{Panjang} &= 8,00 \text{ m} \\ \text{Volume} &= \text{Luas} \times \text{Panjang} \\ &= 1,220 \times 8,00 \end{aligned}$$

Gambar 4.1. Rencana / Preliminary Design Abutment.

Sumber: Dokumen Pribadi

Tabel 4. Berat Abutment

No	b (m)	h (m)	Luas (m ²)	Panjang (m)	Volume (m ³)	Berat Jenis (kg/m ³)	Berat (kg)	Titik Berat (m)		Momen dititik 0 (kgm)	
								X	Y	Mx	My
1	0.40	0.30	0.12	8.00	0.960	2500	2400.00	1.81	3.65	4344.00	8760.00
2	0.80	1.40	1.12	8.00	8.960	2500	22400.00	2.01	2.80	45024.00	62720.00
3	1.70	0.30	0.51	8.00	4.080	2500	10200.00	1.14	1.95	11577.00	19890.00
4	2.05	0.80	1.64	8.00	13.120	2500	32800.00	1.39	1.40	45428.00	45920.00
5	2.80	1.00	2.80	8.00	22.400	2500	56000.00	1.40	0.50	78400.00	28000.00
Σ							123800.00			184773.00	165290.00

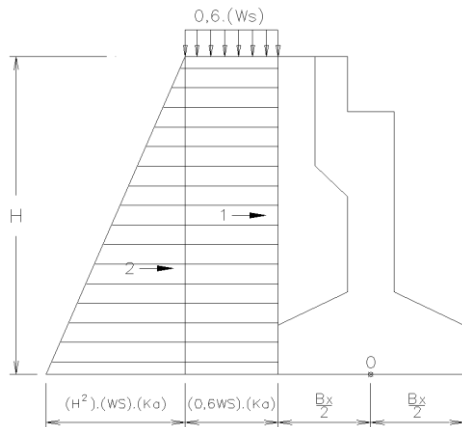
Sumber: Hasil Perhitungan Sendiri

Titik berat abutment terhadap titik 0

$$\begin{aligned} X_{\text{abutment}} &= \frac{\sum Mx}{\sum \text{Berat}} \\ &= \frac{184.773,00}{123.800,00} \\ &= 1,493 \text{ m} \\ Y_{\text{abutment}} &= \frac{\sum My}{\sum \text{Berat}} \\ &= \frac{165,290,00}{123.800,00} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &= 1,335 \text{ m} \\ \text{Didapat gaya dari abutmen sendiri} \\ \text{adalah :} \\ P_{\text{abutment}} &= \sum \text{Berat} \\ &= 123.800,00 \text{ kg} \end{aligned}$$

Tekanan tanah



Gambar 6. Sket Tekanan Tanah.

Sumber: Dokumen Pribadi

Tabel 5. Perhitungan Tekanan Tanah

No.	Gaya Akibat Tekanan Tanah	T_T (kN)	Y_i (m)	M_T (kN.m)
1	$T_{T1} = (0,6.Ws) (H) (K_a) (B_y)$	121.97	$1/2.H = 1.9$	$T_{T1}.Y_1 = 231.74$
2	$T_{T2} = 1/2 . (H^2) (Ws) (K_a) (B_y)$	386.23	$1/3.H = 1.27$	$T_{T2}.Y_2 = 489.23078$
$\Sigma =$		508.20		720.97

Sumber: Hasil Perhitungan Sendiri

Perbandingan Pembebanan Pada Jembatan

Tabel 6. hasil perhitungan beban kerja pada *abutment* berdasarkan RSNI-T-02-2005

No.	Aksi/ Beban	Kode	Vertikal	Horizontal		M_x (t.m)	M_y (t.m)
			P (t)	T_x (t)	T_y (t)		
Beban Tetap :							
1	Beban mati (berat sendiri)	P_M	226.50				8.70
2	Beban mati tambahan	P_{MTBA}	7.47				
3	Tekanan tanah	T_T		50.82			72.10
Beban Lalulintas :							
1	Beban lajur "D"	P_{TD}	84.80				
2	Beban pejalan kaki (pedestrian)	P_{TP}	6.25				
3	Gaya rem	T_R		21.57			27.99
Aksi Lingkungan :							
1	Beban angin	T_{EW}			4.03	18.17	
2	Beban gempa	T_{EQ}		34.39	34.39		
3	Tekanan tanah akibat gempa	T_{EQ}'		8.75			12.25
Aksi Lainnya :							
1	Gesekan pada perletakan	T_{FB}		1.82			3.82

Sumber: Hasil Perhitungan Sendiri

Tabel 7. hasil perhitungan beban kerja pada *abutment* berdasarkan SNI 1725:2016

No.	Aksi Beban	Kode	FB	Vertikal	Horizontal	Mx (t.m)	My (t.m)
				P(t)	Tx(t)		
Beban Tetap :							
1	Beban Mati (berat sendiri)	MS		226.50			8.70
2	Beban Mati Tambahan	MA		7.47			
3	Tekanan Tanah	TA			50.82	72.10	
Beban Lalulintas :							
1	Beban lajur "D"	TD		84.80			
2	Beban pejalan kaki	TP		6.25			
3	Gaya rem	TB			24.50	27.99	
Aksi lingkungan :							
1	Temperatur	ET			1.17	2.46	
2	Beban angin struktur	EW _s		2.09	5.50		25.30
3	Beban angin kendaraan	EW _L			1.83	5.66	
4	Beban gempa	EQ			16.73	5.02	39.04 11.71

Sumber: Hasil Perhitungan Sendiri

Penulangan Abutment

Tabel 8. Rekapitulasi kombinasi beban nominal pada keadaan ultimit.

No.	Beban	P	Tx	Ty	Mx	My	Pn	Hn
		(ton)	(ton)	(ton)	(t.m)	(t.m)	(ton)	(ton)
1	Kombinasi 1	458.77	104.17	4.03	18.17	155.63	111.81	13.02
2	Kombinasi 2	402.18	86.91	-	-	133.24	95.95	10.86
3	Kombinasi 3	390.93	86.91	4.03	18.17	133.24	95.65	10.86
4	Kombinasi 4	390.93	86.91	4.84	21.80	133.24	95.87	10.86
5	Kombinasi 5	390.93	106.30	34.03	-	113.69	87.84	13.29
6	Kombinasi 6	306.13	65.34	4.03	18.17	105.25	75.45	8.17

Sumber: Hasil Perhitungan Sendiri

b1 = 2,80 m

h1 = 1,00 m

A1 = b x h 2,80 x 1,00

= 2,80 m²

γ = 2,5 t/m³

P1 = A x γ = 2,80 x 2,5

= 7,00 ton

lengan = $\frac{1}{2} \cdot b$

= $\frac{1}{2} \cdot 2,80$

= 1,40 m

M1 = P1 x lengan

= 7,00 x 1,40

= 9,80 t.m

Pn_{maks.} = 113,39 ton

By = panjang abutment

= 8,00 m

ny = jumlah titik tiang arah "Y"

= 4 titik

FB = Faktor beban untuk berat

sendiri

$$= 1,30 \text{ (lihat tabel kombinasi RSNI-T-02-2005)}$$

$$V_u = \text{Gaya geser ultimit}$$

$$= \left[\frac{Pn \text{ maks. } x ny}{By} \right] - ((P1).FB)$$

$$= \left[\frac{113,39 x 4}{8,00} \right] - (9,80.1,3)$$

$$= 46,29 \text{ ton}$$

lengan = Jarak tiang ke titik tinjauan
 = 1,00 m

$$M_u = \text{Momen ultimit}$$

$$= \left[\left[\frac{Pn \text{ maks. } x ny}{By} \right] \cdot \text{lengan} \right] - ((M).FB)$$

$$= \left[\left[\frac{113,39 x 4}{8,00} \right] \cdot 1 \right] - (9,80.1,3)$$

$$= 43,96 \text{ t.m}$$

Tulangan pokok daerah tarik Pile Cap

$$f'c = 25 \text{ MPa}$$

$$f_y = \text{BJ-TD 35} = 343 \text{ MPa}$$

$$\phi = 0,8 \text{ (faktor reduksi lentur)}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{43,96}{0,8}$$

$$= 54,95 \text{ t.m}$$

$$= 54,95 x 10^7 \text{ N.mm}$$

$$h = 850 \text{ mm}$$

$$d' = \text{selimut beton, berdasarkan RSNI T-12-2004, pasal 4.6.3}$$

$$= 70 \text{ mm}$$

$$d = h - d' = 850 - 70$$

$$= 780 \text{ mm}$$

$$b = 1000 \text{ mm (lebar tinjauan, per 1m)}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b x d^2} = \frac{54,95 x 10^7}{1000 x 780^2}$$

$$= 1,03 \text{ N/mm}^2$$

$$\rho_{\text{perlu}} = \frac{0,85 x f'c}{f_y} \cdot \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 x R_n}{0,85 x f'c}} \right]$$

$$= \frac{0,85 x 35}{343} \cdot \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 x 1,00}{0,85 x 25}} \right]$$

$$= 0,0027$$

$$\beta = \text{Mengacu SNI 03-2847-2002}$$

$$f'c \leq 25 \text{ MPa} \rightarrow \beta = 0,85$$

$$f'c \geq 25 \text{ MPa} \rightarrow \beta = 0,85 - 0,0008 (f'c - 300)$$

{tetapi jika hasil $\beta < 0,65$ maka $\beta = 0,65$ }

$$= 0,85 - 0,0008 (25 - 300)$$

$$= 1,07$$

$$\rho_b = \beta \cdot \left[\frac{0,85 x f'c}{f_y} x \frac{600}{600+f_y} \right] \text{ {SKSNI T-15-1991-03} pasal 3.3.3}$$

$$= \beta \cdot \left[\frac{0,85 x 25}{343} x \frac{600}{600+343} \right]$$

$$= 0,0422$$

$$\rho_{\text{maks}} = 0,75 x \rho_b \text{ {SKSNI T-15-1991-03} pasal 3.1.3.4.3}$$

$$= 0,0316$$

$$\rho_{\text{min}} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{343}$$

$$= 0,0041$$

$$\rho = \text{Diambil } \rho \text{ dengan syarat } (\rho_{\text{min}} < \rho < \rho_{\text{maks}})$$

$$= 0,0041 < 0,0025 < 0,0440 \dots$$

(Tidak Memenuhi Syarat)
 = jadi, dipakai $\rho_{\text{min}} = 0,0041$

$$A_{S_{\text{perlu}}} = \rho x b x d = 0,0041 x 1000 x 780$$

$$= 3.183,67 \text{ mm}^2$$

$$D = 25 \text{ mm}$$

$$A_{\text{tul.}} = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot (D^2)$$

$$= \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot (25^2)$$

$$= 490,63 \text{ mm}^2$$

$$s = \text{Jarak antar tulangan}$$

$$= \frac{A_{\text{tul.}} x b}{A_{S_{\text{perlu}}}} = \frac{490,63 x 1000}{3.183,67}$$

$$= 154,11 \text{ mm} \approx 150 \text{ mm}$$

$$A_s = \frac{A_{\text{tul.}} x b}{s} = \frac{490,63 x 1000}{150}$$

$$= 3.270,83 \text{ mm}^2$$

Cek dengan syarat, $A_s > A_{S_{\text{perlu}}} \rightarrow 3.270,83 > 3.183,67 \dots \text{OK}$
 Digunakan tulangan = D25 – 150 mm.

Tulangan pokok daerah tekan Pile Cap

$$A_{S_{\text{perlu}}} = \text{Diambil 50% dari tulangan pokok daerah tarik}$$

$$= \rho x b x d x 50\%$$

$$= 3.183,67 x 50\%$$

$$= 1.591,83 \text{ mm}^2$$

$$D = 19 \text{ mm}$$

$$A_{\text{tul.}} = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot (D^2)$$

$$= \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot (19^2)$$

$$= 283,39 \text{ mm}^2$$

$$s = \text{Jarak antar tulangan}$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{Atul. \times b}{Asperlu} = \frac{283,39 \times 1000}{3.183,67} \\
 &= 178,02 \text{ mm} \approx 150 \text{ mm} \\
 As &= \frac{Atul. \times b}{s} = \frac{283,39 \times 1000}{150} \\
 &= 1.889,23 \text{ mm}^2 \\
 \text{Cek dengan syarat, } As > As_{perlu} &\rightarrow \\
 1.889,233 > 1.489,796 &\dots\dots \text{ OK} \\
 \text{Digunakan tulangan} &= D19 - 150\text{mm.}
 \end{aligned}$$

Tulangan bagi Pile Cap

$$\begin{aligned}
 As_{perlu} &= \text{Diambil 30\% dari tulangan} \\
 &\text{pokok daerah tarik} \\
 &= \rho \times b \times d \times 30\% \\
 &= 3.183,67 \times 30\% \\
 &= 955,10 \text{ mm}^2 \\
 D &= 22 \text{ mm} \\
 A_{tul.} &= \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot (D^2) \\
 &= \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot (22^2) \\
 &= 379,94 \text{ mm}^2 \\
 s &= \text{Jarak antar tulangan} \\
 &= \frac{Atul. \times b}{Asperlu} = \frac{379,94 \times 1000}{955,10} \\
 &= 397,80 \text{ mm} \approx 150 \text{ mm} \\
 As &= \frac{Atul. \times b}{s} = \frac{379,94 \times 1000}{150} \\
 &= 2.532,93 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Cek dengan syarat, $As > As_{perlu} \rightarrow$
 $2.532,93 > 955,10 \dots\dots \text{ OK}$
 Digunakan tulangan = D22 – 150 mm.

Tulangan geser Pile Cap

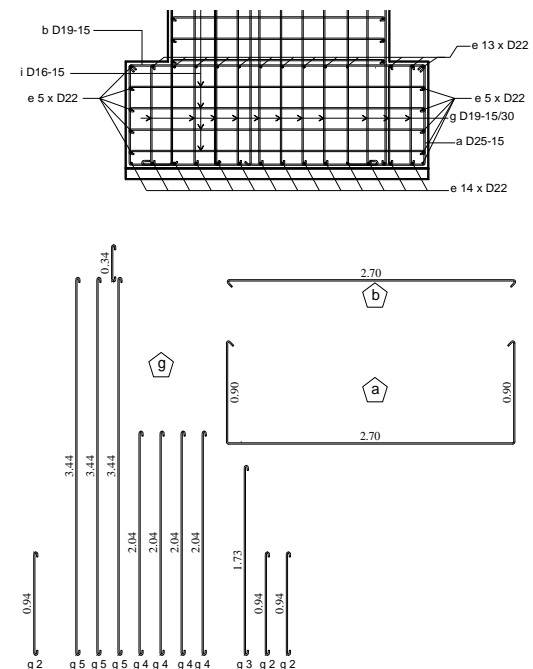
$$\begin{aligned}
 f'c &= 25 \text{ MPa} \\
 fy &= \text{BJ-TD 35} = 343 \text{ MPa} \\
 Vu &= 47,60 \times 10^4 \text{ N} \\
 \phi &= 0,75 \text{ (faktor reduksi geser) SNI} \\
 &\text{03-2847-2002} \\
 b &= 1000 \text{ mm} \\
 d &= 780 \text{ mm} \\
 Vc &= \left(\frac{1}{6} \sqrt{f'c}\right) b \times d \\
 &= \left(\frac{1}{6} \sqrt{35}\right) 1000 \times 780 \\
 &= 650.000,00 \text{ N} \\
 \phi \cdot Vc &= 0,75 \times 650.000, \\
 &= 487.500,00 \text{ N}
 \end{aligned}$$

Cek dengan syarat, $\phi \cdot Vc > Vu$
 $487.500,00 > 475.970,60 \dots\dots$ Hanya
 perlu tulangan minimum.
 Digunakan tulangan = D10 – 150 mm.

Tulangan susut Pile Cap

$$\begin{aligned}
 \rho &= \text{Menurut SNI 03-2847-2002} \\
 &\text{besarnya nilai } \rho \\
 &= 0,0014 \\
 b &= 1000 \text{ mm (lebar tinjauan, per} \\
 &\text{1m)} \\
 h &= 850 \text{ mm} \\
 As_{perlu} &= \text{Luas bruto yang ditinjau} \\
 &= \rho \times b \times d \\
 &= 0,0014 \times 1000 \times 850 \\
 &= 1.190,00 \text{ mm}^2 \\
 D &= 16 \text{ mm} \\
 A_{tul.} &= \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot (D^2) \\
 &= \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot (16^2) \\
 &= 200,96 \text{ mm}^2 \\
 s &= \text{Jarak antar tulangan} \\
 &= \frac{Atul. \times b}{Asperlu} = \frac{200,96 \times 1000}{1190} \\
 &= 168,87 \text{ mm} \approx 150 \text{ mm} \\
 As &= \frac{Atul. \times b}{s} = \frac{200,96 \times 1000}{150} \\
 &= 1.339,73 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Cek dengan syarat, $As > As_{perlu} \rightarrow$
 $1.339,73 > 1.190,00 \dots\dots \text{ OK}$
 Digunakan tulangan = D16 – 150 mm.



Gambar 7. Sketsa Penulangan Pile Cap.
 Sumber: Dokumen Pribadi

Kontrol terhadap guling dan geser pada abutmen

Karena pada keadaan batas kuat satu yang maksimum, maka gaya yang menyebabkan guling

Untuk arah x,

$$\frac{Bx}{2} = \frac{2.8}{2} = 1.40$$

$$M_p = P \times Bx \times (1 + k)$$

Untuk arah y,

$$\frac{Bx}{2} = \frac{8.00}{2} = 4.00$$

$$M_p = P \times Bx \times (1 + k)$$

Tabel 9. Stabilitas guling abutment arah x

Kombinasi Beban	Tegangan Berlebihan	P	Mx	My	Mpx	SF	>	Angka aman	Ket.
		kN	kN.m	kN.m	kN.m				
KUAT I	0%	329.99	102.55	8.70	461.98	4.50502	>	2.2	OK
KUAT II	25%	263.99	82.04	6.96	461.98	5.63127	>	2.2	OK
KUAT III	25%	186.84	59.65	27.20	326.97	5.48182	>	2.2	OK
KUAT IV	40%	165.33	53.26	6.22	324.05	6.0848	>	2.2	OK
KUAT V	40%	166.82	57.30	24.29	326.97	5.70661	>	2.2	OK
EKTREM I	50%	215.01	92.75	13.61	451.52	4.86821	>	2.2	OK

Sumber: Hasil Perhitungan Sendiri

Tabel 10. Stabilitas guling abutment arah y

Kombinasi Beban	Tegangan Berlebihan	P	Mx	My	Mpx	SF	>	Angka aman	Ket.
		kN	kN.m	kN.m	kN.m				
KUAT I	0%	329.99	102.55	8.70	1,319.94	12.8715	>	2.2	OK
KUAT II	25%	263.99	82.04	6.96	1,319.94	16.0894	>	2.2	OK
KUAT III	25%	186.84	59.65	27.20	934.20	15.6623	>	2.2	OK
KUAT IV	40%	165.33	53.26	6.22	925.86	17.3852	>	2.2	OK
KUAT V	40%	166.82	57.30	24.29	934.20	16.3046	>	2.2	OK
EKTREM I	50%	215.01	92.75	13.61	1,290.06	13.9092	>	2.2	OK

Sumber: Hasil Perhitungan Sendiri

Kesimpulan

Setelah dilakukan perencanaan pada struktur jembatan Desa Kuala Tambangan Pada Ruas Batakan, didapat hasil perencanaan sebagai berikut:

1. Berdasarkan Struktur bawah (*Substructure*) Abutment jembatan dengan panjang = 8,00 m, lebar = 2,80 m, memiliki mutu beton (f'_c) = 25 MPa dan digunakan mutu baja tulangan BJ-TD 35 dengan mutu baja 343 MPa.
2. Berdasarkan hasil perbandingan pembebanan antara RSNI T-02-2005 dengan SNI 1725:2016, yaitu :

Jenis Beban	2005	2006	Beda
Berat Sendiri (M_s)	226.50	226.50	0%
Beban Mati Tambahan (M_A)	7.47	7.47	0%
Beban Lajur "D" (T_D)	84.80	84.80	0%
Gaya Rem (T_B)	21,57	24,50	12%
Beban pejalan kaki (T_P)	6.25	6.25	0%
Beban angin (E_w)	4.03	7.33	45%
Beban Gempa (E_Q)	34.39	16.75	51%

Sumber: Hasil Perhitungan Sendiri

3. Berdasarkan hasil perhitungan faktor keamanan pada guling abutment jembatan pada "Perencanaan Konstruksi bangunan"

Tabel 11. Perbandingan Pembebanan.

Bawah (*Substructure*) Jembatan pada ruas bataan, yaitu :

Tabel 12. Faktor Keamanan pada guling abutment arah x

Kombinasi Beban	SF	>	Angka aman
KUAT I	4.50502	>	2.2
KUAT II	5.63127	>	2.2
KUAT III	5.48182	>	2.2
KUAT IV	6.0848	>	2.2
KUAT V	5.70661	>	2.2
EKTREM I	4.86821	>	2.2

Sumber: Hasil Perhitungan Sendiri

Tabel 13. Faktor Keamanan pada guling abutment arah y

Kombinasi Beban	SF	>	Angka aman
KUAT I	12.8715	>	2.2
KUAT II	16.0894	>	2.2
KUAT III	15.6623	>	2.2
KUAT IV	17.3852	>	2.2
KUAT V	16.3046	>	2.2
EKTREM I	13.9092	>	2.2

Sumber: Hasil Perhitungan Sendiri

REFERENSI

- Adhitya Narendra Wanarno, Alfred Nobel. (2013). Perencanaan Jembatan Leho Kawasan Pesisir Kabupaten Karimun Kepulauan Riau dengan Struktur Jembatan Pelengkung, *Jurnal Tugas Akhir*, Semarang
- Alfonsius Marco Hia, (2019). Evaluasi Perencanaan Abutmen Dan Pondasi Pada Proyek Jembatan Di Bawadasi Kecamatan Lahomi Kab. Nias barat, Vol III, Hal. 36-48, *Jurnal Tugas Akhir*, Nias Barat
- Andy Mahendra . (2015). Kajian Daya

Dukung Pondasi Abutment Jembatan Bawas Kabupaten Kubu Raya, *Jurnal Tugas Akhir*, Pontianak

- Badan Standarisasi Nasional (2005). *Standar Pembebanan Jembatan*, RSNI - T - 02 - 2005. Jakarta
- Badan Standarisasi Nasional (2004). *Perencanaan Struktur Beton untuk Jembatan*, RSNI - T - 12 - 2004. Jakarta
- Badan Standarisasi Nasional (2016). *Standar Pembebanan Jembatan*, SNI 1725 : 2016. Jakarta
- Badan Standarisasi Nasional (2016). *Perencanaan jembatan terhadap beban gempa*, SNI 2833 : 2008. Jakarta
- Badan Standarisasi Nasional (2016). *Perencanaan jembatan terhadap beban gempa*, SNI 2833 : 2016. Jakarta
- CV. ANS CONSULINDO, (2017) *Laporan Penyelidikan Tanah Proyek Pembangunan Jembatan Ruas Bataan – Kuala Tambangan*
- Departemen Pekerjaan Umum (1991) *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung*, SK SNI T-15-1991-03
- Direktorat Jenderal Bina Marga (1989). *Pembebanan Jembatan Jalan Raya SNI 03-1725 (revisi)*. Jakarta
- Direktorat Jenderal Bina Marga (1970). *Tentang Peraturan Muatan untuk Jembatan Jalan Raya No. 12/1970 (revisi)*. Jakarta
- Eko Seftian Randyanto, (2015). Analisis Daya Dukung Tiang Pancang Dengan Menggunakan Metode Statik Dan Calendring, Vol. 3 No. 9 Hal. 631-643 ISSN : 2337-6732, Manado
- Fadjar Mohamad Elfaaz, Indra Noer Hamdhan, (2016). Analisis Daya Dukung Lateral Fondasi Tiang Tunggal Menggunakan Metode

- Elemen Hingga, Vol 2. No. 3, Bandung
- Gawit Hidayat (2011). Studi Kasus Analisis Kerusakan Abutmen Jembatan Sungai Bahalang Kalimantan Tengah, *Jurnal Teknologi Berkelanjutan*, Vol. I Ed. 1 (April 2011) 1-10 Banjarmasin
- Hardiyatmo (2008) Teknik Fondasi II, Edisi-4, Jakarta
- Ir. H.J. Struyk C.I., Prof Ir K.H.C.W. Van Der Veen C.I. (1995). Klasifikasi dan Jenis Jembatan, Jakarta
- Ir. Agus Iqbal Manu. (1995). Dasar-Dasar Perencanaan Jembatan Beton Bertulang. PT Mediatama Saptakarya, DPU.
- Meyerhof, G.G. (1956). "Penetration Test and Bearing Capacity of Cohesi on less Soil." *Journal of the Soil Mechanics and Foundations Division. American Society of Civil Engineers.* Vol. 82. No. SM-1. pp. 1-19.
- McNulty, J.F. (1956). Thrust Loading on Piles. *Journal Soil Mech. and Foundation. Div. LXXII. ASCE.*
- Nurlatifah Khomsati, I Wayan Jurna, Eko S, (2019). Perbandingan Daya Dukung Aksial Pondasi Tiang Bor Tunggal Menggunakan Data Standard Penetration Test (SPT) dan Pile Driving Analizer (PDA) Test pada Proyek Pembangunan Jalan Tol Pandaan Malang, Vol. 24 No. 1 Hal. 25-32, Malang
- Proposal Skripsi Teknik Sipil Uniska Muhammad Arsyad Al Banjari <https://skripsitsuniskamab.blogspot.com/2020/06/proposal-skripsi-teknik-sipil-uniska.html>
- Pack, Ralph B. and Hanson, Walter E. and Thrburn, Thomas H (1953) *Foundasion Engineering.* John Wiley & Sons, Inc. New York
- Rohadi, S, (2017). Perencanaan Struktur Bangunan Bawah Desa Sekretariat Kecamatan Bengalon Kabupaten Kutai Timur. *Jurnal Tugas Akhir, No. 8-14*
- Steven Long, Ali Iskandar, Sunarjo Leman (2019). Analisis Daya Dukung Tiang Bor Aksial, Lateral, Dan Penurunan Pada Tanah Clay Shale Di Sentul Bogor Vol. 2 No. 1 No. 3 Hal 125- 134, *Jurnal Tugas Akhir,* Jakarta.
- Supriyadi, Dr. Ir. Bambang., & Agus S.M., (2007). Jembatan Caturtunggal. Yogyakarta.
- Terzaghi, K., dan Peck, R., (1943). *Theoretical Soil Mechanic.* John Willey & Sons, New York
- Van Der Veen, K.H.C.W. & Struyk, H.J. (1984). Jembatan. Jakarta, Pradnya Paramita
- VIS, W.C. dan Kusuma, Gideon (1994). Dasar-dasar Perencanaan Beton Bertulang William Henry "Bill" Gates III (2000) Microsoft Office, Amerika Serikat
- Y.I. Wicaksono, Indrastono Dwi Atmono, Sugiyanto, Acmad Santoso, (2015). Perencanaan Jembatan Prategang Kali Suru Pemalang. Vol. 4 No. 4 Hal. 1-2, *Jurnal Tugas Akhir, Semarang*