

# PERENCANAAN PEMBANGUNAN KONSTRUKSI BANGUNAN BAWAH (ABUTMENT) JEMBATAN DANAU KASAI”.

Filza Fajar Fadlillah<sup>1</sup>, Eka Purnamasari<sup>2</sup> dan Robiatul Adawiyah<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Teknik Sipil, 22201, Fakultas Teknik, Universitas Islam Kalimantan Muhammad Arsyad Al Banjari Banjarmasin, NPM 1664081

<sup>2</sup>Teknik Sipil, 22201, Fakultas Teknik, Universitas Islam Kalimantan Muhammad Arsyad Al Banjari Banjarmasin, NIDN 1102018801

<sup>3</sup>Teknik Sipil, 22201, Fakultas Teknik, Universitas Islam Kalimantan Muhammad Arsyad Al Banjari Banjarmasin, NIDN. 1114028801  
email: [filzafajar@gmail.com](mailto:filzafajar@gmail.com)/ 081247279331

## ABSTRAK

Jembatan merupakan sebuah konstruksi yang dibuat sebagai penyeberangan jurang ataupun rintangan seperti sungai, rel kereta api, ataupun jalan raya. Keberadaan jembatan saat ini terus mengalami sebuah perkembangan, dari yang sederhana sampai yang kompleks. Jembatan berfungsi sebagai penghubung sehingga apabila lancarnya sarana perhubungan daerah akan mengakibatkan pertambahan pesartnya pertumbuhan ekonomi daerah tersebut. Pada Provinsi Kalimantan Selatan terdapat sebuah pembangunan jembatan yang berlokasi pada Kecamatan Padang Batung yang akan menghubungkan antara Desa Batu Laki – Muara Pippi. Jembatan tersebut memiliki Panjang 25,00 m dan lebar 6,00 m. Secara umum penelitian ini merencanakan struktur bangunan bawah. Untuk pembebanan pada jembatan ini menggunakan LRFD (Load and Resistance Factor Design), Standar pembebanan jembatan SNI 1725 : 2016 dan RSNI T-12-2004 ( Perencanaan struktur beton untuk jembatan )

**Kata Kunci :** struktur bawah jembatan, abutment, pondasi tiang pancang.

---

## ABSTRACT

*A bridge is a construction made as a crossing of ravines or obstacles such as rivers, railroads, or roads. The existence of the bridge is currently undergoing a development, from simple to complex. The bridge functions as a liaison so that if the regional transportation facilities run smoothly, it will increase the size of the regional economic growth. In South Kalimantan Province, there is a bridge construction located in Padang Batung District which will connect Batu Laki Village - Muara Pippi. The bridge has a length of 25.00 m and a width of 6.00 m. In general, this study plans the lower structure of the building. For loading on this bridge using LRFD (Load and Resistance Factor Design), bridge loading standards SNI 1725: 2016 and RSNI T-12-2004 (Concrete structural planning for bridges)*

**Keywords :** *under bridge structure, abutment, pile foundation, abutment.*

## **PENDAHULUAN**

Keberadaan jembatan saat ini terus mengalami sebuah perkembangan, dari yang sederhana sampai yang kompleks, dan demikian juga dengan bahan-bahan yang digunakan mulai dari kayu , bambu, baja, dan juga beton. Jembatan merupakan prasarana penghubung memiliki fungsi yang sangat vital untuk menunjukkan perkembangan dan peningkatan sebuah transportasi di setiap daerah.

Pada Provinsi Kalimantan Selatan terdapat sebuah pembangunan jembatan yang berlokasi pada Kecamatan Padang Batung. Pada daerah tersebut akan dibangun jembatan yang akan menghubungkan antara Desa Batu Laki – Muara Pippi. Dengan pembangunan jembatan tersebut akan sangat mempengaruhi lancarnya akses kegiatan dan kelancaran transportasi dan juga dapat meningkatkan potensi kesejahteraan masyarakat dan ekonomi di daerah tersebut.

## **TINJAUAN PUSTAKA**

### **Bangunan Bawah ( *Sub Structure* ) Jembatan**

Bangunan bawah atau sub structure jembatan merupakan struktur bagian bawah jembatan yang memiliki fungsi untuk menerima sebuah beban dari struktur atas lalu menyalurkan beban tersebut ke pondasi lalu ketanah. Bagian-bagian dari struktur bawah adalah antara lain : kepala jembatan ( *abudment* ) , pondasi , dan juga pilar.

### **Macam-macam Konstruksi Bawah**

Macam-macam Konstruksi Bawah ada 2 yaitu :

Kepala Jembatan ( *Abutment* ) yang berfungsi sebagai struktur penghubung antara jalan dan jembatan dan juga penompang struktur atas dari sebuah jembatan dan juga berfungsi sebagai struktur penahan tanah di belakang kepala jembatan , dan Pilar jembatan yang merupakan sebuah struktur pendukung bangunan atas yang berposisi diantara *abudment*. Pilar jembatan dapat dibuat dari pasangan batu kali, beton bertulangan ataupun baja. Untuk pasangan baatu kali biasanya digunakan pada sungai yang kedalamannya kurang ari 5m, dimana penggunaan batu kali masih dianggap memungkinkan dan harganya juga lebih murah daripada beton. Beton bertulang sangat bebas penggunaannya, sedangkan untuk baja biasanya digunakan pada daerah pegunungan dimana kecepatan arus airnya yang terbilang besar. Penggunaan pilar baja pada daerah pegunungan lebih dari beton karena terkait masalah kondisi lapangan dan pelaksanaan.

### **Perencanaan Struktur Bawah Jembatan**

Tahapan dalam perencanaan struktur bawah sebuah jembatan merupakan sebagai berikut :

1. Pembebanan pada sistem jembatan
2. Perhitungan untuk konstruksi bangunan bawah

Penyelesaian strutur bawah jembatan terbagi atas :

1. Perencanaan *abudment* jembatan.
2. Pembebanan *abudment* jembatan.
3. Gaya yang diterima tiang pancang.
4. Kapasitas daya dukung tiang tunggal.
5. Efisiensi kelompok tiang

6. Kapasitas daya dukung kelompok tiang.
7. Penulangan pada abudment

### **Pembebanan pada Struktur Jembatan**

Struktur bangunan jembatan standar BINA MARGA dirancang dengan sedemikian rupa agar dapat memikul beban yang akan bekerja pada struktur tersebut, seperti yang telah diterangkan dalam buku Peraturan Pembebanan Jembatan Jalan Raya No. 12/1970 (Revisi), SNI 03-1725-1989 (Revisi), RSNI-T-02-2005 dan SNI 1725:2016 tentang Standar Pembebanan Untuk Jembatan.

## **METODE PENELITIAN**

### **Lokasi penelitian**

Penelitian ini berlokasi pada Jl. Batu Laki Padang Batung, Kabupaten Hulu Sungai Selatan, Kalimantan Selatan.



**Gambar 1 Lokasi Penelitian**

### **Metode Pengumpulan Data**

Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan efektifitas dan efisiensi penggunaan durasi waktu pekerjaan dalam suatu proyek. Untuk mendukung hasil analisis, penulis mengambil contoh sebagai studi kasus proyek proyek pembangunan taman bacaan masyarakat hulu sungai selatan agar mempermudah dalam penganalisisan data yang berhubungan langsung dengan proyek tersebut. Data dalam penelitian ini data yang digunakan berupa data sekunder yang bertujuan untuk mendapatkan instansional. Data yang diperoleh dari pihak terkait adalah :

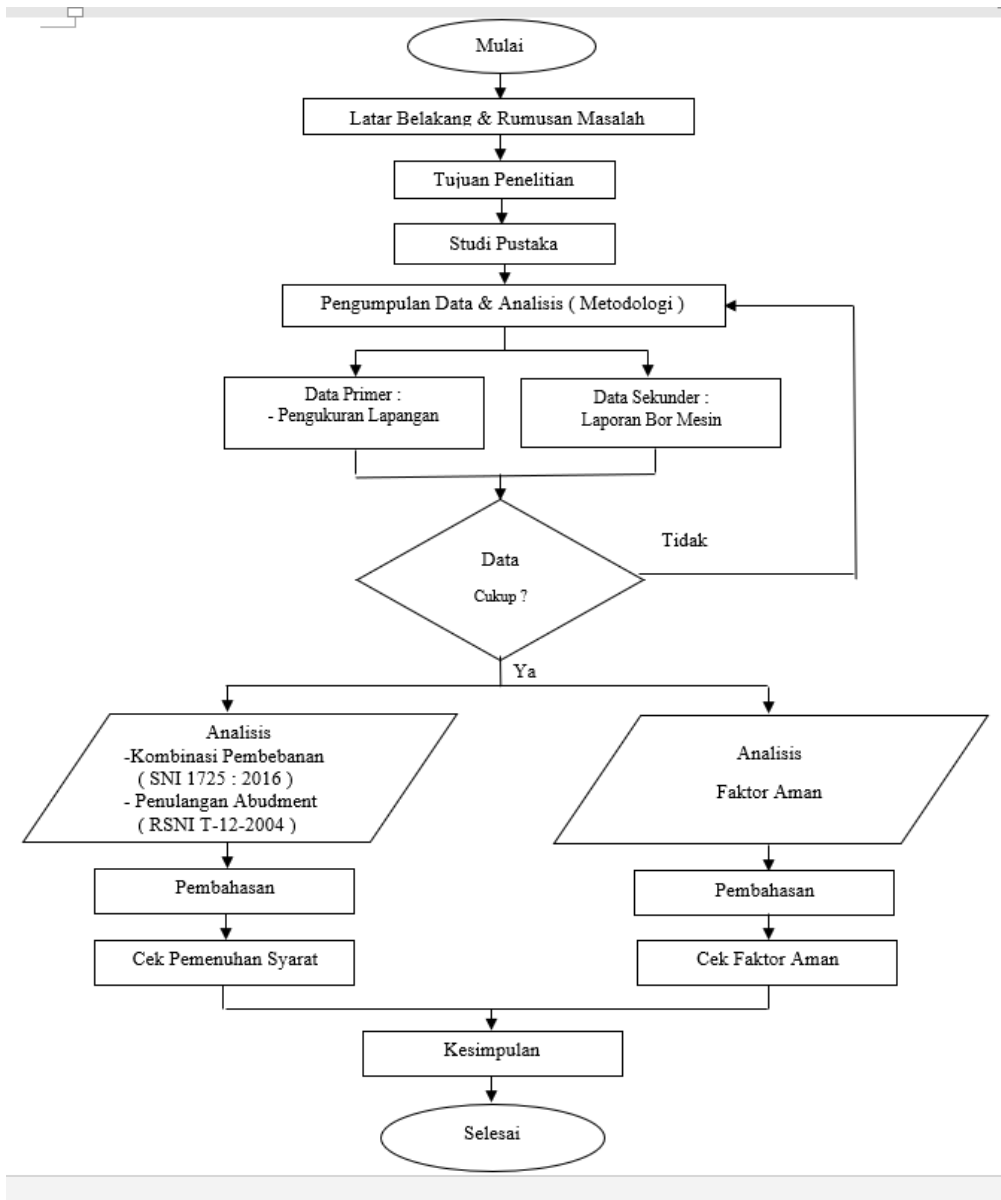
1. Laporan Bor Mesin ( Untuk menentukan daya dukung pondasi ).

### **Metode Analisis Data**

Tahapan dalam penganalisisan sebuah data adalah pengurutan langkah-langkah yang dilakukan secara sistematis dan logis sesuai dengan dasar teori persoalan agar didapatkan sebuah analisis data yang akurat. Data yang terkait yang dikumpulkan akan dianalisis dengan beberapa tahap anatra lain :

1. Mencari kombinasi pembebanan
2. Menghitung penulangan abudment
3. Menganalisa faktor aman

### Diagram Alir Penelitian



**Gambar 2 Diagram Alir Penelitian**

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil Peninjauan Pembebanan yang Dilakukan Dengan Beberapa Kondisi Peninjauan

Menurut SNI 1725:2016 kombinasi perencanaan keadaan batas daya layan dihitung dengan 4 kombinasi yaitu daya layan I-IV dan kombinasi perencanaan untuk keadaan batas kuat

dihitung dengan 2 kombinasi yaitu kuat I dan kuat III. Namun perencanaan *abutment* dan pondasi untuk jembatan ini didesain tahan gempa maka kombinasi ke-7 diambil dari kombinasi ekstrem I.

**Tabel 1 Rekapitulasi Hasil Peninjauan Pembebanan**

Kondisi	Berat (Ton)		Momen (Tm)	
	$\Sigma V$	$\Sigma H$	$\Sigma(V.X)$	$\Sigma(H.Y)$
Kuat I	390.53	40.00	519.58	119.70
Kuat III	239.38	35.69	318.91	103.72
Daya Layan I	326.48	37.29	430.39	108.51
Daya Layan II	352.61	37.89	463.84	110.32
Daya Layan III	309.06	34.77	408.10	100.95
Daya Layan IV	239.38	32.73	318.91	94.83
Ekstrem I	291.05	211.96	374.65	470.65

### Kontrol Stabilitas Guling

Nilai stabilitas terhadap guling didapat dari rumus sebagai berikut :

Fgl = Stabilitas terhadap guling

$$= \frac{M_x}{M_y} = \frac{\Sigma V.K}{\Sigma H.F}$$

Dengan Syarat Faktor Keamanan (FK) terhadap guling ialah :

SF  $\geq$  1,5 Untuk kondisi normal

SF  $\geq$  1,2 Untuk kondisi gempa

**Tabel 2. Kontrol Stabilitas Guling Pada *Abutment***

Kondisi	Momen (Tm)		Fgl	KONTROL	Ket
	$\Sigma(V.X)$	$\Sigma(H.Y)$			
Kuat I	519.58	119.70	-		OK
Kuat III	318.91	103.72	3.07	Fgl > FK	OK
Daya Layan I	430.39	108.51	3.97	Fgl > FK	OK
Daya Layan II	463.84	110.32	4.20	Fgl > FK	OK
Daya Layan III	408.10	100.95	4.04	Fgl > FK	OK
Daya Layan IV	318.91	94.83	3.36	Fgl > FK	OK
Ekstrem I	374.65	470.65	0.80	Fgl < FK	Not-OK

### Kontrol Stabilitas Geser

Faktor aman *abutment* akibat pergeseran (Fgs) , dirumuskan sebagai berikut :

$$Fgs = \frac{tg\phi \cdot \Sigma V + C.A}{\Sigma H} \geq FK ;$$

Dimana :

C (Kohesifitas) = 0,90 t/m<sup>2</sup>

A (Luas Penampang) = 20 m<sup>2</sup>

$\Phi$  (Sudut Geser) = 20,4<sup>0</sup>

Dengan Syarat Faktor Keamanan (FK) terhadap guling ialah :

SF  $\geq$  1,5 Untuk kondisi normal

SF  $\geq$  1,2 Untuk kondisi gempa

**Tabel 3. Kontrol Stabilitas Geser Pada Abutment**

Kondisi	Momen (Tm)		tgφ.ΣV	C.A	Fgl	KONTROL	Ket
	Σ(V.X)	Σ(H.Y)					
Kuat I	519.58	119.70	-	18.00	-		OK
Kuat III	318.91	103.72	38.98	18.00	3.07	Fgl < FK	OK
Daya Layan I	430.39	108.51	53.17	18.00	3.97	Fgl > FK	OK
Daya Layan II	463.84	110.32	57.42	18.00	4.20	Fgl > FK	OK
Daya Layan III	408.10	100.95	50.33	18.00	4.04	Fgl > FK	OK
Daya Layan IV	318.91	94.83	38.98	18.00	3.36	Fgl > FK	OK
Ekstrem I	374.65	470.65	47.40	18.00	0.80	Fgl < FK	Not-OK

**Kontrol Stabilitas Terhadap Daya Dukung Tanah**

Berikut ini merupakan rumus untuk menentukan eksentrisitas :

$$e = \frac{B}{2} - \frac{\sum Mx - \sum My}{\sum V} < \frac{B}{6}$$

$$\text{Syarat } e < \frac{B}{6} = \frac{2,5}{6} = 0,42m$$

**Tabel 4. Kontrol Stabilitas Terhadap Eksentrisitas**

Kondisi	Momen (Tm)		ΣV (Ton)	e (m)	KONTROL	Ket
	Σ(V.X)	Σ(H.Y)				
Kuat I	519.58	119.70	390.53	0.23	e < 0,42	OK
Kuat III	318.91	103.72	239.38	0.33	e < 0,42	OK
Daya Layan I	430.39	108.51	326.48	0.25	e < 0,42	OK
Daya Layan II	463.84	110.32	352.61	0.24	e < 0,42	OK
Daya Layan III	408.10	100.95	309.06	0.24	e < 0,42	OK
Daya Layan IV	318.91	94.83	239.38	0.30	e < 0,42	OK
Ekstrem I	374.65	470.65	291.05	1.58	e > 0,42	Not-OK

$$\sigma_{\max} = \frac{\sum V}{LB} \times \left(1 + \frac{6e}{B}\right) < Q_{ijin} = 11,41 \text{ t/m}^2$$

**Tabel 5. Kontrol Stabilitas Terhadap Daya Dukung Tanah**

Kondisi	ΣV	L (m)	B (m)	e (m)	σ (t/m <sup>2</sup> )	Ket
	Ton					
Kuat I	390.53	1.00	2.50	0.23	240.96 > Q <sub>ijin</sub>	Not-OK
Kuat III	239.38	1.00	2.50	0.33	167.42 > Q <sub>ijin</sub>	Not-OK
Daya Layan I	326.48	1.00	2.50	0.25	204.35 > Q <sub>ijin</sub>	Not-OK
Daya Layan II	352.61	1.00	2.50	0.24	215.79 > Q <sub>ijin</sub>	Not-OK
Daya Layan III	309.06	1.00	2.50	0.24	190.63 > Q <sub>ijin</sub>	Not-OK
Daya Layan IV	239.38	1.00	2.50	0.30	158.89 > Q <sub>ijin</sub>	Not-OK
Ekstrem I	291.05	1.00	2.50	1.58	548.84 > Q <sub>ijin</sub>	Not-OK

### Perencanaan Pondasi Tiang Pancang

Qu = Daya Dukung Ultimit Tiang Tunggal

$$\begin{aligned} Qu &= (qd \times A) + (\sum li.fi \times \text{Keliling tiang } (U)) \\ &= 106,76 \text{ ton} + 364,99 \text{ ton} \\ &= 471,75 \text{ ton} \end{aligned}$$

Qa = Daya Dukung yang Diizinkan untuk Tiang Tunggal

$$\begin{aligned} Qa &= \frac{qd \times A}{3} + \frac{\sum li.fi \times \text{Keliling tiang } (U)}{5} \\ &= \frac{106,76}{3} + \frac{364,99}{5} \\ &= 108,59 \text{ ton/Tiang} \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan diatas, maka diperoleh nilai daya dukung izin vertical tiang pancang kelompok sebesar :

Pu = 390.53 Ton (diambil nilai  $\sum V$  terbesar, kondisi **KUAT I**)

$$\begin{aligned} Qu &= Eg \times Qa \times np \\ &= 72,69\% \times 108,59 \text{ ton} \times 12 \text{ tiang} \\ &= 947,16 \text{ ton} > Pu = 390.53 \text{ ton} \dots\dots \text{AMAN} \end{aligned}$$

Jadi beban maksimum tiang kelompok dapat di tentukan :

$$np = 12$$

$$nx = 2$$

$$ny = 6$$

$$Pu = 214,57 \text{ ton}$$

$$Mx = 366 \text{ tm}$$

$$My = 276.43 \text{ tm}$$

$$Y_{max} = 3.5 \text{ m}$$

$$X_{max} = 0.6 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \sum X^2 &= 2 \times 6 \times 0,6^2 \\ &= 4.32 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sum Y^2 &= (2 \times 2 \times 0,7^2) + (2 \times 2 \times 2,1^2) + (2 \times 2 \times 3,5^2) \\ &= 68.6 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_{max} &= \frac{Pu}{Np} + \frac{My \times X_{max}}{ny \times \sum X^2} + \frac{Mx \times Y_{max}}{nx \times \sum Y^2} \\ &= \frac{214,57}{12} + \frac{276,43 \times 0,6}{6 \times 4,32} + \frac{366 \times 3,5}{2 \times 68,6} \\ &= 57,51 \text{ ton} \end{aligned}$$

$$P_{min} = \frac{Pu}{Np} - \frac{My \times X_{max}}{ny \times \sum X^2} - \frac{Mx \times Y_{max}}{nx \times \sum Y^2}$$

$$= \frac{214,57}{12} - \frac{276,43 \times 0,6}{6 \times 4,32} - \frac{366 \times 3,5}{2 \times 68,6}$$

$$= 8,52 \text{ ton}$$

## Penulangan Abutment

### 1. Penulangan Badan Abutment

- **Tulangan Lentur**

Kebutuhan tulangan lentur pada *breast wall* agar mampu menahan momen ultimit yang terjadi dihitung sebagai berikut:

$$K = \frac{Mu}{\phi \times b \times d^2} = \frac{597,12 \times 10^6}{0,8 \times 1000 \times 1520^2} = 0,32 \text{ N/mm}^2$$

$$w = 0,85 - \sqrt{0,72 - 1,7 \times \frac{K}{f_{c'}}} = 0,85 - \sqrt{0,72 - 1,7 \times \frac{0,32}{24,9}} = 0,0146$$

$$\rho = w \times \frac{f_{c'}}{f_y} = 0,0146 \times \frac{24,9}{400} = 0,0009$$

$$\rho_b = 0,85 \times \beta_1 \times \frac{f_{c'}}{f_y} \times \left( \frac{600}{600 + f_y} \right) = 0,85 \times 0,85 \times \frac{24,9}{400} \times \left( \frac{600}{600 + 400} \right) = 0,0270$$

$$\rho_{max} = 0,75 \times \rho_b = 0,75 \times 0,0270 = 0,0202$$

$$\rho_{min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{400} = 0,0035$$

Maka digunakan  $\rho_{min} = 0,0035$ , sehingga kebutuhan tulangan Dicoba tulangan **D25-150mm** ( $A_s = 3270,83 \text{ mm}^2$ )

- **Tulangan Bagi**

$$A_v = 0,0018 \times b \times h \times (400/f_y)$$

$$= 0,0018 \times 1000 \times 1600 \times (400/400)$$

$$= 2880 \text{ mm}^2$$

Digunakan tulangan **D25-150 mm** ( $A_s = 3270,83 \text{ mm}^2$ )

### 2. Penulangan Pile Cap

- **Tulangan Lentur**

Kebutuhan tulangan lentur pada *breast wall* agar mampu menahan momen ultimit yang terjadi dihitung sebagai berikut:

$$K = \frac{Mu}{\phi \times b \times d^2} = \frac{255,12 \times 10^6}{0,8 \times 1000 \times 920^2} = 0,38 \text{ N/mm}^2$$

$$w = 0,85 - \sqrt{0,72 - 1,7 \times \frac{K}{f_{c'}}} = 0,85 - \sqrt{0,72 - 1,7 \times \frac{0,38}{24,9}} = 0,017$$

$$\rho = w \times \frac{f_{c'}}{f_y} = 0,0105 \times \frac{24,9}{400} = 0,0010$$

$$\rho_b = 0,85 \times \beta_1 \times \frac{f_{c'}}{f_y} \times \left( \frac{600}{600 + f_y} \right) = 0,85 \times 0,85 \times \frac{24,9}{400} \times \left( \frac{600}{600 + 400} \right) = 0,0270$$

$$\rho_{max} = 0,75 \times \rho_b = 0,75 \times 0,0270 = 0,0202$$

$$\rho_{min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{400} = 0,0035$$

Maka digunakan  $\rho_{min} = 0,0035$ , sehingga kebutuhan tulangan

$$A_{S\text{perlu}} = \rho \times b \times d = 0,0035 \times 1000 \times 920 = 3220 \text{ mm}^2$$

Digunakan tulangan **D25-150mm** ( $A_s = 3270,83 \text{ mm}^2$ )



- **Tulangan Bagi**

Dengan tujuan meminimalisir adanya tegangan serta susut maka digunakan tulangan bagi. Koefisien susut untuk tulangan 410 Mpa yaitu 0,0018.

$$\begin{aligned} A_v &= 0,0018 \times b \times h \times (400/f_y) \\ &= 0,0018 \times 1000 \times 1000 \times (400/400) \\ &= 1800 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Digunakan tulangan **D19-150 mm** ( $A_s = 1889,23 \text{ mm}^2$ )

### Hasil Perhitungan Struktur Bawah Jembatan

**Tabel 6. Rekapitulasi Hasil Perhitungan Struktur Bawah Jembatan**

URAIAN	Gaya Dalam		Tulangan Utama (mm)	Penulangan	
	Momen (T.m)	Shear (Ton)		Tulangan Geser (mm)	Tulangan Bagi (mm)
Badan Abutment	470.65	390.53	D25-150	Tidak Diperlukan	D25-150
Pile Cap	207.03	390.53	D25-150	Tidak Diperlukan	D19-150

Berdasarkan table 6 kombinasi beban yang menghasilkan gaya terbesar adalah pada kondisi **Kuat I dan Ekstrem I**. Sehingga nilai dari kombinasi tersebut yang dijadikan acuan dalam perhitungan penulangan Abutment.

### Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa dan perhitungan dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Berdasarkan perhitungan struktur bawah jembatan berdasarkan SNI 1725:2016, didapatkan hasil analisa pembebanan sebesar  $\Sigma V = 390.53 \text{ ton}$  dan  $\Sigma H = 208.66 \text{ ton}$ . Dari analisa desain yang dilakukan, didapatkan besarnya dimensi abutment yaitu tinggi = 3,80 meter dengan lebar = 2,50 meter dan panjang abutment = 8,00 meter serta jumlah pondasi tiang pancang sebanyak 12 buah. Penulangan yang digunakan untuk badan abutment adalah D25-150 mm. Sedangkan tulangan utama untuk *pile cap* adalah D25-150 mm.

2. Nilai faktor keamanan pada struktur bawah jembatan yaitu

A. Nilai faktor keamanan terhadap guling adalah

$$SF = \frac{7887,44 \text{ Ton}}{3905,29 \text{ Ton}} = 2,02 > 2 \dots\dots\dots \text{AMAN}$$

B. Nilai faktor keamanan terhadap daya dukung tanah adalah

$$SF = \frac{947,16 \text{ Ton}}{390,53 \text{ Ton}} = 2,43 > 2 \dots\dots\dots \text{AMAN}$$

## DAFTAR PUSTAKA

- Achmad Santosa, Sugiyanto, Y.I. Wicaksono, Indrastono Dwi Atmono. ( 2015 ) Perencanaan Jembatan Prategang Kali Suru Pemaalang.
- Amanda Aisyah Fitri. ( 2017 ). Perencanaan Ulang Struktur Bawah Abudment Dengan Pondasi Bored Pile ( Redesign Bottom Structure Abudment With Bored Pile Foundation ).
- Badan Standarisasi Nasional Indonesia ( 2004 ). Perencanaan Struktur Beton Untuk Jembatan, RSNI – T – 2004. Jakarta
- Badan Standarisasi Nasional Indonesia ( 2016). Standar Pembebanan Jembatan, RSNI 1725 : 2016. Jakarta
- Badan Standarisasi Nasional Indonesia ( 2013 ). Persyaratan Beton Struktur Untuk Bangunan Gedung SNI 2847:2013
- Badan Standarisasi Nasional Indonesia ( 2016). Perencanaan Jembatan Terhadap Beban Gempa SNI 2833 : 2008. Jakarta
- Badan Standarisasi Nasional Indonesia ( 2016 ). Perencanaan Jembatan Terhadap Beban Gempa SNI 2833 : 2016. Jakarta
- CV. Cipta Mandiri Konsultan, ( ). Laporan Bor Mesin Jembatan Danau Kasai.
- Departemen Pekerjaan Umum. ( 2007 ) Pelatihan Ahli Perencanaan Teknis Jembatan ( *Bridge Design Engineer* ).
- Direktorat Jembatan, Direktorat Jendral Bina Marga. ( 2016 ). Perencanaan Jembatan.
- Estevão de Carvalho, ( 2012 ). Perencanaan Struktur Bangunan Bawah Jembatan Welolo Pada Ruas Jalan Viqueque – Same – Timor Leste.
- Id.Wikipedia.org. Jembatan ( <https://id.wikipedia.org/wiki/Jembatan> ) Diakses Pada 14 November 2020.
- Iqbal Yasianto. ( 2015 ). Perencanaan Abudment Jembatan dan Perbaikan Tanah Untuk Oprit Jalan Layang ( Overpass ) Komodor Laut Yos Soedarso Semarang.
- Lilonna Ayu Hiragita. ( 2017 ). Studi Kekuatan Stabilitas Abutment Pada Jalan Tol Pandaan Malang STA 15 + 916 Terhadap Pengaruh Gempa Sesuai Dengan SNI 2833 – 2016.
- Muhammad Yasin, Gusneli Yanti, Shanti Wahyuni Megasari. ( 2019 ). Analisis Abudment Jembatan Sei. Busuk Kabupaten Siak Sri Indraputra Provinsi Riau.
- Muhammad Indra Amanda. ( 2018 ) Tinjauan Perhitungan Bangunan Bawah ( Sub Structure ) Proyek Jembatan Sungai Jinal ( Ruas Desa Danau Caramin ( Batas Kabupaten Hulu Sungai Utara ) – Batas Kota Amuntai ).

Nelson Hutahaean, ST, MT. Alfonsius Marco Hia ( 2019 ). Evaluasi Perencanaan Abudment Dan Pondasi Pada Proyek Jembatan Di Bawadasi Kecamatan Lahomi Kab.Nias Barat

Revian Daffa Sosiawan. ( 2020 ). Perencanaan Konstruksi Bangunan Bawah ( Sub Structure ) Jembatan Desa Kuala Tambangan Pada Ruas Batakan.

Tri Hartanto, Achindri M. Kurniawan. ( 2018 ). Perhitungan Struktur Volume Bangunan Abudment Jembatan Beton Bertulang ( Studi Kasus Jembatna Beton Bertulang Desa Jolusutro Blitar )