

ANALISIS PENULANGAN *ABUTMENT* PADA PEMBANGUNAN JEMBATAN SUNGAI KUSAN (ALAM ROH 17) KECAMATAN ARANIO KABUPATEN BANJAR

Angga Swandika Setyawan¹, Eka Purnamasari, ST., MT.², Hendra Cahyadi ST., MT.³

¹Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Islam Kalimantan Muhammad Arsyad Al Banjari, Banjarmasin, NPM 16640207

²Dosen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Islam Kalimantan Muhammad Arsyad Al Banjari, Banjarmasin, NIK. 061304654

³Dosen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Islam Kalimantan Muhammad Arsyad Al Banjari, Banjarmasin NIDN. 1102018801

Abstrak

Pembangunan jembatan girder baja komposit kelas A dengan bentang 30 m di Sungai Kusan Kecamatan Aranio Kabupaten Banjar, merupakan salah satu proyek pembangunan dari pemerintah daerah yang dibangun dalam paket proyek daerah. Pembangunan jembatan beton pada sungai Kusan memiliki peran serta fungsi sebagai penghubung desa dan kecamatan pada daerah tersebut.

Penulis melakukan analisis mengenai penulangan *abutment* pada pembangunan jembatan Sungai Kusan Kecamatan Aranio Kabupaten Banjar. Dengan analisis mengenai perhitungan penulangan pada pembangunan jembatan khususnya *abutment* penulis dapat mengetahui tulangan *existing* dengan tulangan hasil evaluasi *abutment* jembatan tersebut, yang mana mampu menahan dan memikul beban yang ada.

Hasil dari perhitungan pembebanan dari perhitungan manual menggunakan aplikasi *Ms. Excel*. Analisis pembebanan berdasarkan SNI 1725: 2016 untuk mengetahui seberapa besar beban yang akan diterima *abutment*. Perhitungan ini memerlukan beberapa tahapan berupa: gaya vertikal, dan gaya momen. Dan menganalisis penulangan pada *abutment* dilakukan dengan menggunakan metode berdasarkan SKSNI T-15-1991-03.

Kata Kunci: Jembatan, *Abutment*, Tulangan.

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pembangunan jembatan baja dengan bentang 30 m di Sungai Kusan Kecamatan Aranio Kabupaten Banjar, merupakan salah satu proyek pembangunan dari pemerintah daerah yang dibangun dalam paket proyek daerah. Pembangunan jembatan beton pada sungai Kusan memiliki peran serta fungsi sebagai penghubung desa dan kecamatan pada daerah tersebut. Guna mengganti jembatan sementara yang sudah tidak layak difungsikan lagi.

1.2 Rumusan Masalah

Dari latar belakang masalah, maka dapat diambil rumusan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana analisis Pembebanan Struktur Atas Pada Pembangunan Jembatan Sungai Kusan ?
2. Bagaimana perbandingan analisis penulangan *abutment* pada kondisi eksisting yang telah dipasang dengan hasil evaluasi penulangan ?

1.3 Tujuan Penelitian

Dalam menentukan kajian ini bertujuan untuk :

1. Mengetahui analisis Pembebanan Struktur Atas Pada Pembangunan Jembatan Sungai Kusan.

2. Mengetahui perbandingan analisis penulangan *abutment* pada kondisi eksisting yang telah dipasang dengan hasil evaluasi penulangan

1.4 Batasan Masalah

Untuk mengetahui bahasan yang tidak terarah yang bisa menyebabkan tidak tercapainya maksud dan tujuan maka perlu kirannya untuk mebatasi pokok bahasan ini. Adapun bahasan yang diambil adalah :

- a. Metode perhitungan pembebanan pada jembatan mengacu pada peraturan Standar Nasional Indonesia (SNI 1725: 2016).
- b. Pada penyusunan skripsi ini tidak menghitung struktur atas (*upper structure*) jembatan
- c. Analisis penulangan pada *abutment* jembatan berdasarkan nilai pembebanan dari struktur atas.
- d. Data-data perhitungan *abutment* jembatan sesuai dengan data yang sudah ada.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penyusunan skripsi ini adalah :

1. Untuk mengetahui perbandingan analisis penulangan pada kondisi

eksisting yang telah dipasang dengan hasil evaluasi penulangan *abutment* jembatan sungai kusan.

2. Sebagai referensi dan pembelajaran menghitung perbandingan analisis penulangan pada kondisi eksisting yang telah dipasang dengan hasil evaluasi penulangan.

Tinjauan Pustaka

2.1 Umum

Jembatan adalah suatu konstruksi yang gunanya untuk meneruskan jalan melalui suatu yang berada lebih rendah atau struktur konstruksi yang memungkinkan rute transportasi melalui sungai, danau, jalan raya, jalan kereta api, jalan trem, rentetan kendaraan dan lain-lain (*Manu, A.I, 1995*).

2.2 Abutment Jembatan

Abutment jembatan adalah bagian dari 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 kelapisan tanah dasar dengan aman sekaligus sebagai bangunan penahan tanah serta

menerima tekanan dan di teruskan ke pondasi.

2.3 Pembebanan Jembatan

Berdasarkan SNI 1725: 2016, beban yang diperhitungkan bekerja pada jembatan adalah aksi beban tetap, beban lalu lintas, aksi lingkungan dan aksi-aksi lainnya. Selain itu juga dilakukan kombinasi pembebanan pada keadaan batas daya layan batas ultimit, menurut peraturan yang dikeluarkan Dirjen Bina Marga Departemen Pekerjaan Umum.

2.3.1 Beban Tetap

beban tetap ini merupakan beban yang terjadi pada jembatan yaitu beban mati jembatan yaitu beban mati jembatan. Beban mati jembatan terdiri dari berat masing-masing bagian struktural. Aksi lingkungan dan aksi-aksi lainnya. Selain itu juga dilakukan kombinasi sendiri.

a. Beban Mati

Beban mati jembatan terdiri dari berat masing-masing bagian struktural dan elemen- elemen non-struktural.

b. Berat Sendiri (MS)

Secara umum, material yang digunakan pada jembatan ini, beton. Berat jenis dari masing-masing material tersebut adalah sebagai berikut:

$$\gamma_{\text{beton}} = 22 \text{ kN/m}^3$$

$$\gamma_{\text{betonbertulang}} = 25 \text{ kN/m}^3$$

c. **Beban Mati Tambahan (MA)**

Beban mati tambahan (MA) adalah berat seluruh bahan yang membentuk suatu beban pada jembatan seperti perkerasan (*asphalt*) yang merupakan elemen non struktural, dan besarnya dapat berubah selama umur jembatan.

$$\gamma_{\text{asphalt}} = 22 \text{ kN/m}^3$$

2.3.2 **Beban Lalu Lintas**

Beban lalu lintas untuk rencana jembatan jalan raya terdiri bebam lajur “D” dan beban truk “T”. Pembebanan lajur “D” ditempatkan melintang pada lebar penuh dari jalan kendaraan jembatan dan menghasilkan pengaruh pada jembatan yang ekuivalen dengan rangkaian kendaraan sebenarnya.

a. **Beban Lajur “D”**

Beban lajur "D" terdiri dari beban tersebar merata (BTR) “*q*” yang digabung dengan beban garis (BGT) “*p*” seperti terlihat dalam gambar (2). Beban terbagi rata (BTR) mempunyai intensitas *q* kPa, dimana besarnya *q* tergantung pada panjang total yang dibebani “*L*” seperti berikut:

$$L \leq 30 \text{ m} : q = 9,0 \text{ kPa.}$$

$$L > 30 \text{ m} : q = 9,0 \{0,5 + 15/L\} \text{ kPa.}$$

Dimana:

q = intensitas beban terbagi rata (BTR) dalam arah memanjang jembatan.

L = panjang total jembatan yang dibebani (meter).

b. **Faktor Beban Dinamik**

Faktor beban dinamis merupakan interaksi antara kendaraan yang bergerak dengan jembatan. Faktor beban dinamik (DLA) berlaku pada beban garis KEL lajur “D” dan beban truk “T” untuk simulasi kejut dan kendaraan bergerak pada struktur jembatan.

c. **Gaya Rem (TB)**

Bekerjanya gaya-gaya di arah memanjang jembatan, akibat gaya rem dan traksi, harus ditinjau berlaku untuk kedua jurusan lalu lintas. Gaya yang diambil harus terbesar dari 25% dari berat gandar trusck desain atau 5% dari berat truk rencana ditambah beban lajur terbagi rata BTR.

d. **Beban Pejalan Kaki**

Semua elemen dari trotoar atau jembatan penyeberangan yang langsung memikul pejalan kaki harus direncanakan untuk beban nominal 5 kPa.

Jembatan pejalan kaki dan trotoar pada jembatan jalan raya harus direncanakan

untu memikul beban per m² dari luas yang dibebani.

2.3.3 Beban Lingkungan

a. Gaya Angin

- Tekanan angin *horizontal*

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

Dimana:

V_{DZ} = kecepatan angin rencana pada elevasi rencana, Z (km/jam)

V_{10} = kecepatan angin pada elevasi 10000 mm di atas permukaan tanah atau di atas permukaan air rencana (km/jam)

V_B = kecepatan angin rencana yaitu 90 hingga 126 km/jam pada elevasi 1000 mm

Z = elevasi struktur diukur dari permukaan tanah atau dari permukaan air dimana beban angin dihitung

- Beban angin pada struktur (EW_S)

$$P_D = P_B \left(\frac{V_{DZ}}{V_B} \right)^2$$

Dimana:

P_B = Tekanan angin dasar (Mpa)

b. Pengaruh Gempa

Beban gempa diambil sebagai gaya horizontal yang ditentukan berdasarkan perkalian antara koefisien respon elastik (C_{sm}) dengan berat struktur ekivalen yang

kemudian dimodifikasi dengan faktor modifikasi respon (R) dengan formulasi sebagai berikut :

$$EQ = \frac{C_{sm}}{R_d} \times W_t$$

Dimana :

EQ = Gaya gempa horizontal statis (kN)

C_{sm} = Koefisien respons gempa statis

R_d = Faktor modifikasi respons

W_t = Berat total struktur terdiri dari beban mati dan beban hidup yang sesuai (kN)

2.4 Faktor Beban Dan Kombinasi Pembebanan

Gaya total terfaktor yang digunakan dalam perencanaan harus dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$Q = \sum \eta_i \gamma_i Q_i$$

Dimana :

η_i : adalah faktor pengubah respons

γ_i : adalah faktor beban

Q_i : adalah gaya atau beban yang bekerja pada jembatan

BAB III METODOLOGI

PENELITIAN

3.1 Data Umum

Dalam pengelolaan data, penulis

melakukan pengamatan pekerjaan di lokasi pengerjaan jembatan beton dengan bentang 30 meter di Sungai Kusan Kecamatan Aranio Kabupaten Banjar.

3.2 Metode Penyusunan

Metode dasar penulisan yang digunakan dalam skripsi ini adalah :

1. Studi Pustaka
2. Observasi Data
3. Analisis Data
4. Mendiskripsikan kedalam bentuk penyusunan

3.3 Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data dilakukan dengan cara:

1. Metode Literatur
Yaitu dengan mengumpulkan, mengidentifikasi, mengolah data tertulis dan metode kerja yang digunakan sebagai input proses analisis penulangan jembatan.
2. Metode Observasi
Yaitu dengan melakukan pengamatan langsung ke lokasi untuk mengetahui kondisi sebenarnya dilapangan.

3.4 Lokasi dan Waktu Penelitian

3.4.1 Lokasi Penelitian

Lokasi pekerjaan adalah data teknis dari proyek pembangunan jembatan girder baja komposit kelas A pada sungai kusan Kecamatan Aranio Kabupaten Banjar



Gambar 3.1 Peta Lokasi Proyek Jembatan Sungai Berangas

Sumber : Google maps

3.4.2 Waktu Penelitian

Waktu penelitian disesuaikan dengan kalender akademik Universitas Islam Kalimantan Muhammad Arsyad Al Banjari. Dan dapat dilihat pada tabel 3.1.

Waktu penelitian sebagai berikut :

Tabel 3.1 Waktu penelitian

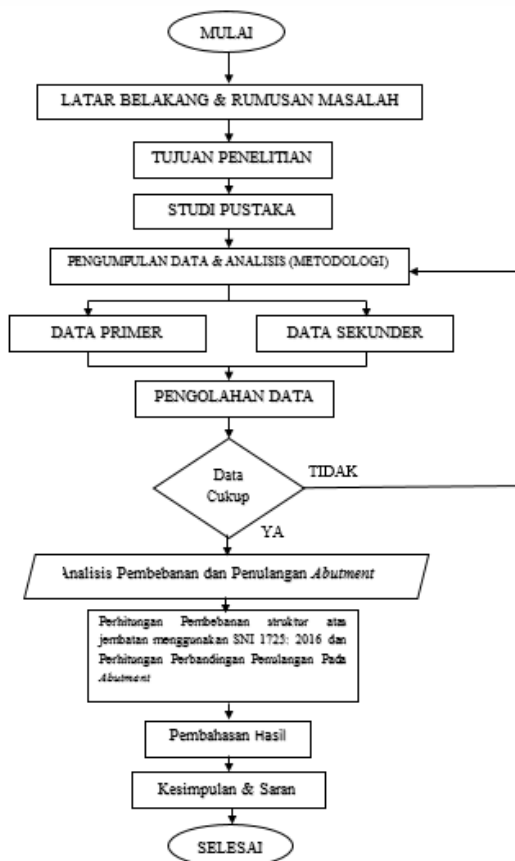
No	Kegiatan	Maret	April	Mei	Juni	Juli
1.	Pengumuman Judul Proposal Skripsi dan SK Pembimbing Skripsi	■				
2.	Persiapan dan bimbingan Proposal Skripsi		■			
3.	Sidang/Seminar Proposal Skripsi		■	■		
4.	Perbaikan/Revisi Proposal Skripsi		■	■		
5.	Kerja Lab atau Analisis untuk Bab 4 (Hasil dan Pembahasan) dan Bab 5 (Kesimpulan dan Saran) dibimbing oleh Pembimbing 1 dan 2			■	■	■
6.	Seminar Hasil/Sidang Hasil					■
7.	Sidang Skripsi					■
8.	Perbaikan/Revisi untuk Buku Skripsi					■
9.	Penyerahan Buku Skripsi (Finish)					■

3.5 Tahapan Pekerjaan

Urutan dalam menyusun skripsi ini dengan beberapa tahapan sebagai berikut:

1. Tahapan Persiapan
2. Tahap Rumusan Masalah
3. Tahap Studi Literatur dan Pengumpulan Data
4. Tahap Analisis Pembebanan dan Penulangan Pada Jembatan

3.6 Diagram Alir



Gambar 3.2 Diagram Alir

HASIL DAN PEMBAHASAN

Beban Tetap

Direncanakan *abutment* dengan dimensi sebagai berikut :

Berat sendiri *abutment*

Tabel 1 Berat Sendiri 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 titik 0 (kgm)	
								X	Y	Mx	My
1	0,300	0,90	0,270	10,00	2,700	2500	6750,00	2,48	5,30	16706,25	35775,00
2	0,500	0,80	0,400	10,00	4,000	2500	10000,00	2,58	4,45	25750,00	44500,00
3	1,325	0,35	0,464	10,00	4,638	2500	11593,75	2,16	3,88	25071,48	44925,78
4	1,725	0,50	0,863	10,00	8,625	2500	21562,50	1,96	3,45	42316,41	74390,63
5	0,425	0,50	0,106	10,00	1,063	2500	2666,25	2,57	3,03	6817,71	8057,29
6	0,500	0,50	0,125	10,00	1,250	2500	3125,00	1,27	3,03	3958,33	9479,17
7	0,800	2,20	1,760	10,00	17,600	2500	44000,00	2,00	2,10	88000,00	92400,00
8	4,000	1,00	4,000	10,00	40,000	2500	100000,00	2,00	0,50	200000,00	50000,00
Σ =							199687,50			408620,18	359527,86

Sumber: hasil perhitungan

Perhitungan titik berat *abutment*

terhadap titik 0

$$X_{\text{abutment}} = \frac{\sum Mx}{\sum \text{Berat}}$$

$$= \frac{408620,18}{199687,50}$$

$$= 2,046 \text{ m}$$

$$Y_{\text{abutment}} = \frac{\sum My}{\sum \text{Berat}}$$

$$= \frac{359527,86}{199687,50}$$

$$= 1,800 \text{ m}$$

Gaya Akibat Beban Vertikal Tanah Timbunan

Tabel 2 Berat Tanah Arah Vertikal

No.	b (m)	h (m)	Luas (m ²)	Panjang (m)	Volume (m ³)	Berat Jenis (kg/m ³)	Berat (kg)	Titik Berat (m)		Momen titik 0 (kgm)	
								X	Y	Mx	My
1	1,175	3,85	4,524	10,00	45,24	1.720,00	77.808,50	0,59	2,93	45.712,49	227.589,86
2	0,425	0,50	0,106	10,00	1,06	1.720,00	1.827,50	1,32	3,03	2.406,21	5.543,42
3	0,425	1,70	0,723	10,00	7,23	1.720,00	12.427,00	1,39	1,85	17.242,46	22.989,95
Σ =							92.063,00			65.361,16	256.123,23

Sumber: hasil perhitungan sendiri

Gaya yang terjadi akibat tekanan tanah dapat dilihat pada Tabel 3 Perhitungan Tekanan Tanah sebagai berikut.

Tabel 3 Perhitungan Tekanan Tanah

No.	Gaya Akibat Tekanan Tanah	T _T	Y _i	M _T	
		(kN)	(m)	(kN.m)	
1	T _{T1} = (0,7.Ws) (H) (Ka) (By)	476,78	1/2.H = 2,875	T _{T1} .Y ₁ =	1.370,74
2	T _{T2} = 1/2 . (HP) (Ws) (Ka) (By)	1.958,21	1/3.H = 1,92	T _{T2} .Y ₂ =	3.753
Σ =		2.434,99			5.123,97

Sumber : Hasil Perhitungan

Beban Gempa

Nilai F_{PGA}, F_a Dan F_v

Berdasarkan tabel 2.9 faktor amplifikasi tanah sedang didapat

$$F_{PGA} = 1.2 \frac{0.05-0.2}{0.3-0.2} \times 1.4 - 1.2 = 0,90$$

$$F_a = 1.4 \frac{0.05-0.25}{0.5-0.25} \times 1.6 - 1.4 = 1,24$$

$$F_v = 1.5 \frac{0.05-0.4}{0.5-0.4} \times 1.5 - 1.5 = 1,50$$

Tabel 4 Nilai PGA dan F_{PGA}

PGA	F _{PGA}
0.2	1.4
0.3	1.2
0.050	0.9

Sumber: hasil perhitungan sendiri

Tabel 5 Nilai S_s dan F_a

SS	F _a
0.25	1.6
0.5	1.4
0.050	1.24

Sumber: hasil perhitungan sendiri

Tabel 6 Nilai S₁ dan F_v

S ₁	F _v
0.4	1.5
0.5	1.5
0.050	1.5

Sumber: hasil perhitungan sendiri

Tabel 7 Respons Gempa Elastik

No	WL	TEQ	Lengan	MEQ
	kN	kN	m	kN.m
Struktur atas				
PM	431,69	31,866	5,300	168,888
PMTBA	11,88	0,877	5,300	4,648
LL	1.212,89	89,531	10,000	895,315
Abutment				
1	67,50	2,657	0,900	2,392
2	100,00	3,937	0,800	3,150
3	115,94	4,564	0,350	1,598
4	215,63	8,489	0,500	4,244
5	26,56	1,046	0,500	0,523
6	31,25	1,230	0,500	0,615
7	440,00	17,322	2,200	38,109
8	1000,00	39,369	1,000	39,369
Tekanan tanah dinamis				
6	68,80	200,779	4,300	709,418
	TEQ =	401,668	MEQ =	1868,268

Sumber: hasil perhitungan sendiri

Tabel 8 Rekapitulasi Kombinasi Beban Kerja Pada Abutment

No.	Beban	r _{es}	P	T _x	T _y	M _x	M _y
			(ton)	(ton)	(ton)	(t.m)	(t.m)
1	Kuat 1	0%	564,97	247,27	-	684,71	123,03
2	Kuat 2	25%	451,98	197,82	-	547,77	98,42
3	Kuat 3	40%	317,32	175,13	4,71	464,43	109,56
4	Kuat 4	50%	284,49	163,46	-	433,47	82,02

Sumber: hasil perhitungan sendiri

Tabel 9 Stabilitas Abutment Arah X

Kombinasi Beban	Tegangan Berlebihan	P	M _x	M _y	M _{px}	SF	>	Angka aman	Ket.
		kN	kN.m	kN.m	kN.m				
KUAT I	0%	804,40	714,26	159,94	1.608,80	2,25241	>	2,2	OK
KUAT II	25%	604,09	560,36	127,95	1.510,21	2,69506	>	2,2	OK
KUAT III	25%	468,87	521,71	161,95	1.172,16	2,24676	>	2,2	OK
KUAT IV	40%	416,13	465,81	114,24	1.165,16	2,50133	>	2,2	OK
KUAT V	40%	416,84	476,37	122,91	1.167,16	2,45009	>	2,2	OK
EKTREMI	50%	470,54	574,51	143,97	1.411,62	2,4571	>	2,2	OK

Sumber: hasil perhitungan sendiri

Tabel 10 Stabilitas *Abutment* Arah Y Guling

Kombinasi Beban	Tegangan Berlebihan	P kN	Mx kNm	My kNm	Mpx kNm	SF	>	Angka aman	Ket.
KUAT I	0%	804,40	714,26	159,94	4.022,00	5,63103	>	2,2	OK
KUAT II	25%	604,09	560,36	127,95	3.775,53	6,73766	>	2,2	OK
KUAT III	25%	468,87	521,71	161,95	2.930,41	5,61691	>	2,2	OK
KUAT IV	40%	416,13	465,81	114,24	2.912,89	6,25333	>	2,2	OK
KUAT V	40%	416,84	476,37	122,91	2.917,89	6,12523	>	2,2	OK
EKTREMI	50%	470,54	574,51	143,97	3.529,06	6,14276	>	2,2	OK

Sumber: hasil perhitungan sendiri

Tulangan Pokok (Tarik) *Pile Cap*

$$f'c = 30 \text{ MPa}$$

$$f_y = 525 \text{ Mpa (BJTS 420 A, Berdasarkan SNI 2052: 2017)}$$

$$Mu = 22,59 \text{ t.m}$$

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

$$Mn = \frac{Mu}{\phi} = \frac{22,59}{0,8} = 28,237 \text{ t.m} = 282.369.760 \text{ N.mm}$$

$$h = 1000 \text{ mm}$$

$$d' = \text{selimut beton, berdasarkan RSNI T-12-2004, pasal 4.6.3} = 70 \text{ mm}$$

$$d = h - d' = 1000 - 70 = 930 \text{ mm}$$

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

$$Rn = \frac{Mn}{b \times d^2} = \frac{282.369.760}{1000 \times 930^2} = 0,33 \text{ N/mm}^2$$

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

$$= \frac{0,85 \times 30}{525} \cdot \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 0,33}{0,85 \times 30}} \right]$$

$$= 0,0006$$

β = 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 $\beta = 0,65$ }

$$= 0,85 - 0,0008 (30 - 300)$$

$$= 1,066$$

$$\rho_b = \beta \cdot \left[\frac{0,85 \times f'c}{f_y} \times \frac{600}{600 + f_y} \right]$$

$$= 1,66 \cdot \left[\frac{0,85 \times 30}{525} \times \frac{600}{600 + 525} \right]$$

$$= 0,0276$$

$$\rho_{maks} = 0,75 \times \rho_b$$

$$= 0,0207$$

$$\rho_{min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{525}$$

$$= 0,0027$$

ρ = Diambil ρ dengan syarat (ρ_{min}

$< \rho$

$< \rho_{maks}$)

$$= 0,0027 < 0,0005 < 0,0207$$

= jadi, dipakai $\rho_{min} = 0,0027$

$$A_{Sperlu} = \rho \times b \times d = 0,0027 \times 1000 \times$$

$$930$$

$$= 2480 \text{ mm}^2$$

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

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

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

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

s = Jarak antar tulangan

$$= \frac{A_{tul.} \cdot x \cdot b}{A_{sperlu}} = \frac{490,63 \cdot x \cdot 1000}{2480}$$

$$= 197,83 \text{ mm} \approx 150 \text{ mm}$$

$$A_s = \frac{A_{tul.} \cdot x \cdot b}{s} = \frac{490,63 \cdot x \cdot 1000}{100}$$

$$= 3270,83 \text{ mm}^2$$

Cek dengan syarat, $A_s > A_{sperlu} \rightarrow$
 $3.270,83 > 2480 \dots\dots \text{OK}$
 Digunakan tulangan = D25 – 150 mm.

Tulangan Pokok (Tekan) Pile Cap

A_{sperlu} = Diambil 50% dari tulangan pokok daerah tarik

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

$$= 2480 \cdot x \cdot 50\%$$

$$= 1240 \text{ mm}^2$$

D = 19 mm

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

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

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

s = Jarak antar tulangan

$$= \frac{A_{tul.} \cdot x \cdot b}{A_{sperlu}} = \frac{283,39 \cdot x \cdot 1000}{1240}$$

$$= 228 \text{ mm} \approx 200 \text{ mm}$$

$$A_s = \frac{A_{tul.} \cdot x \cdot b}{s} = \frac{283,39 \cdot x \cdot 1000}{200}$$

$$= 1.416,93 \text{ mm}^2$$

Cek dengan syarat, $A_s > A_{sperlu} \rightarrow$
 $1.416,925 > 1.240 \dots\dots \text{OK}$

Digunakan tulangan = D19 – 200 mm.

Tulangan Pokok (Tekan) Pile Cap

A_{sperlu} = Diambil 50% dari tulangan pokok daerah tarik

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

$$= 2480 \cdot x \cdot 50\%$$

$$= 1240 \text{ mm}^2$$

D = 19 mm

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

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

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

s = Jarak antar tulangan

$$= \frac{A_{tul.} \cdot x \cdot b}{A_{sperlu}} = \frac{283,39 \cdot x \cdot 1000}{1240}$$

$$= 228 \text{ mm} \approx 200 \text{ mm}$$

$$A_s = \frac{A_{tul.} \cdot x \cdot b}{s} = \frac{283,39 \cdot x \cdot 1000}{200}$$

$$= 1.416,93 \text{ mm}^2$$

Cek dengan syarat, $A_s > A_{sperlu} \rightarrow$
 $1.416,925 > 1.240 \dots\dots \text{OK}$

Digunakan tulangan = D19 – 200 mm.

Tulangan Bagi Pile Cap

A_{sperlu} = Diambil 30% dari tulangan pokok daerah tarik

$$= \rho \cdot x \cdot b \cdot d \cdot x \cdot 30\%$$

$$= 2480 \cdot x \cdot 30\%$$

$$= 744 \text{ mm}^2$$

D = 16 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 = Jarak antar tulangan

$$= \frac{A_{tul.} \cdot x \cdot b}{A_{sperlu}} = \frac{270,11 \cdot x \cdot 1000}{744}$$

$$= 270,11 \text{ mm} \approx 200 \text{ mm}$$

$$A_s = \frac{Atul. \times b}{s} = \frac{270,11 \times 1000}{300}$$

$$= 1004,8 \text{ mm}^2$$

Cek dengan syarat, $A_s > A_{s\text{perlu}} \rightarrow$

$$1004,8 > 744 \dots \text{OK}$$

Digunakan tulangan = D16 – 200 mm.

Tulangan Geser *Pile Cap*

$$f'_c = 30 \text{ MPa}$$

$$f_y = 525 \text{ Mpa (BJTS 420 A,}$$

Berdasarkan SNI 2052: 2017)

$$V_u = 42,36 \text{ ton} = 423.59 \text{ ton} =$$

$$423.594,58 \text{ N}$$

$$\phi = 0,75 \text{ (faktor reduksi geser) SNI}$$

03-
2847-2002

$$b = 1000 \text{ mm}$$

$$d = 930 \text{ mm}$$

$$V_c = \left(\frac{1}{6} \sqrt{f'_c}\right) b \times d$$

$$= \left(\frac{1}{6} \sqrt{30}\right) 1000 \times 930$$

$$= 848.970 \text{ N}$$

$$\phi \cdot V_c = \phi \times 848970$$

$$= 721.624 \text{ N}$$

Cek dengan syarat, $\phi \cdot V_c > V_u$

$$721.624 \text{ N} > 298.977,92 \text{ N} \dots \text{Hanya}$$

perlu tulangan minimum.

Digunakan tulangan = D13 – 150 mm.

Tulangan Susut *Pile Cap*

$$\rho = \text{Menurut SNI 03-2847-2002}$$

besarnya nilai ρ

$$= 0,0014$$

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

1m)

$$h = 1000 \text{ mm}$$

$$A_{s\text{perlu}} = \text{Luas bruto yang ditinjau}$$

$$= \rho \times b \times d$$

$$= 0,0014 \times 1000 \times 1000$$

$$= 1.400 \text{ mm}^2$$

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

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

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

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

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

$$= \frac{Atul. \times b}{As\text{perlu}} = \frac{283,39 \times 1000}{1400}$$

$$= 202,42 \text{ mm} \approx 150 \text{ mm}$$

$$A_s = \frac{Atul. \times b}{s} = \frac{283,39 \times 1000}{150}$$

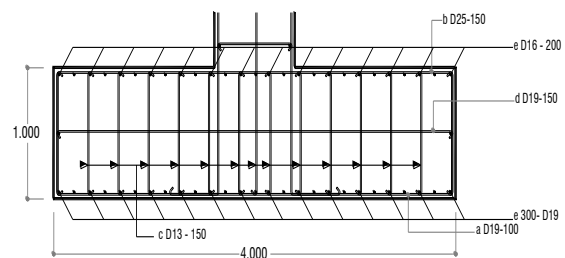
$$= 1.889,23 \text{ mm}^2$$

Cek dengan syarat, $A_s > A_{s\text{perlu}} \rightarrow$

$$1.889,23 \text{ mm}^2 > 1400 \text{ mm}^2 \dots \text{OK}$$

OK

Digunakan tulangan = D19 – 150 mm.



Gambar Penulangan Abutment (*Pile Cap*)
Sumber: gambar dokumen pribadi

PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat ditarik kesimpulan:

1. Hasil analisis perhitungan pembebanan pada struktur atas jembatan yaitu: 1. untuk pembebanan *abutment* 1 Berat mati sendiri (M_s) = 431.685,9 kg, berat mati tambahan (M_A) = 11.881 kg, berat lajur "D" (T_D) = 123.234,8, gaya rem (T_B) = 2.083,33 kg, beban angin pada struktur (EW_s) = 6.600 kg, beban angin pada kendaraan (EW_L) = 2.190 kg, gaya akibat temperatur (ET) = 1.687,50 kg, beban gempa (EQ) = 40.166,75 kg, Kombinasi pembebanan yang menentukan pada kuat I P = 806,78 t 2. untuk pembebanan *abutment* 2 Berat mati sendiri (M_s) = 374.661,9 kg, berat mati tambahan (M_A) = 11.881 kg, berat lajur "D" (T_D) = 123.234,8, gaya rem (T_B) = 2.083,33 kg, beban angin pada struktur (EW_s) = 6.600 kg, beban angin pada kendaraan (EW_L) = 2.190 kg, gaya akibat temperatur (ET) = 1.687,50 kg, beban gempa (EQ) = 30.738,37 kg. Kombinasi pembebanan yang menentukan pada kuat I P = 732,64 t.

2. Berdasarkan hasil perbandingan penulangan antara penulangan eksisting dengan penulangan hasil evaluasi yaitu :

Lokasi	Uraian Pekerjaan		Eksisting		Rencana		
	Penulangan	Jenis Tulangan	(Diameter Tul.)	Jarak (S)	(Diameter Tul.)	Jarak (S)	
Arah Awang Bangkal	Pile Cap	Tulangan Tarik	22	150	25	150	
		Tulangan Tekan	19	200	19	200	
		Tulangan Geser	19	150	13	150	
		Tulangan Bagi	19	300	16	200	
	Breast Wall	Tulangan Susut	19	200	19	150	
		Tulangan Tekan	19	150	19	115	
		Tulangan Geser	13	300	13	300	
	Back Wall	Tulangan Bagi	16	300	19	300	
		Tulangan Tarik	16	150	19	200	
		Tulangan Tekan	16	150	16	300	
		Tulangan Geser	10	150	13	200	
	Corbel	Tulangan Bagi	16	150	13	200	
		Tulangan Tekan	22	150	19	200	
		Tulangan Geser	13	150	13	150	
		Tulangan Bagi	16	150	13	120	
	Arah Kodeco	Pile Cap	Tulangan Tarik	22	150	25	150
			Tulangan Tekan	19	200	19	200
			Tulangan Susut	19	150	19	150
Tulangan Geser			19	300	13	150	
Breast Wall		Tulangan Bagi	19	200	16	200	
		Tulangan Tekan	19	150	19	115	
		Tulangan Geser	13	300	13	300	
Back Wall		Tulangan Bagi	16	150	19	300	
		Tulangan Tarik	16	150	19	200	
		Tulangan Tekan	16	150	16	300	
		Tulangan Geser	10	150	13	200	
Corbel		Tulangan Bagi	16	150	13	300	
		Tulangan Tekan	22	150	19	120	
		Tulangan Geser	13	150	13	150	
		Tulangan Bagi	16	150	13	120	

5.2 Saran

Adapun saran yang dapat penulis berikan:

1. Dalam perencanaan jembatan haruslah mengikuti standar-standar yang berlaku, sehingga dapat terciptanya suatu struktur yang sesuai dengan apa yang diharapkan.
2. agar *abutment* mampu mendukung beban yang bekerja sebaiknya harus memperhatikan tulangan yang bekerja pada *abutment* jembatan.

DAFTAR PUSTAKA

- Agus, Aldib Mubarak. 2014. *Efisiensi Penggunaan Profil Komposit Pada Jembatan Bentang 30 Meter*. Fakultas Teknik Universitas Ibn Khaldun Bogor.
- Anggraini, Nia. Rahmat Rahmat, dan Permata Robby. 2017. *Analisa Struktur Jembatan Batang Batang Tarusan Dengan Gelagar Balok PC-I Girder Painan Sumatera Barat*. Fakultas Teknik Universitas Bung Hatta Padang. Sumatera Barat.
- Ansyarullah, Hafiz. 2015. *Analisa Struktur Jembatan Beton Bertulang Sei Ketimuran Di Desa Sebeman Kecamatan Muara Weis Kabupaten Kutai Kertanegara*. Fakultas Teknik UNTAG Samarinda. Samarinda.
- Asri, Rusman. 2014. *Analisis Perencanaan Jembatan Sungai Kelekar Kabupaten Ogan Ilir*. Fakultas Teknik Universitas PGRI Palembang. Palembang.
- Dipohusodo, Istimawan. 1994. *Struktur Beton Bertulang Berdasarkan SK SNI T-15-1991-03 Departemen Pekerjaan Umum RI*. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Hamzah, Amir. 2020. *Tinjauan Tulangan Plat Beton Pada Jembatan Sei Saraf Datuk Bandar Kota Tanjung*. Fakultas Teknik Universitas Asahan.
- Hartanto, Tri & Achendri, M.Kurniawan. 2018. *Perhitungan Struktur Dan Volume Bangunan Abutment Jembatan Beton Bertulang*. Fakultas Teknik Universitas Islam Blitar.
- Ludfi, Adi Wijaya. 2015. *Studi Perencanaan Jembatan Kali Buncaran Dengan Struktur Beton Pratekan Di Kecamatan Bantur Kabupaten Malang*. Rekayasa Sipil. Malang.
- Nawy, Edward G. 1998. *Beton Bertulang Suatu Pendekatan Dasar*. PT. Rafika Aditama. Bandung.
- Papa, Edistenikson Adi. 2017. *Analisa Perencanaan Bangunan Bawah Jembatan Fautful Kelurahan Aplasi Kecamatan Kota Kemafamenu Kabupaten Timor Tengah Utara (TTU)*

Propinsi Nusa Tenggara Timur (NTT). Fakultas Teknik Universitas Tribhuwana Tungadewi. Timor Tengah Utara.

Roihan, Fadlan dkk. 2019. ***Tinjauan Desain Struktur Jembatan Beton Prategang Dari Sisi Abutment.*** Fakultas Teknik Politeknik Negeri Sriwijaya.

SNI 07-2052-2002 Baja Tulangan

Beton

SNI 1725: 2016

SNI 2833: 2016

SNI T-12 2004

SNI 03 2847 2002

Toyib, Yusid. 2016. ***Materi Praktis Pekerja Konstruksi Pekerjaan Besi Beton Buku 4 (empat) Edisi I.*** Balai Pelatihan Konstruksi Dan Peralatan Direktorat Jenderal Bina Konstruksi Kementrian